บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และการทดลอง

3.1 การเตรียมวัสดุ

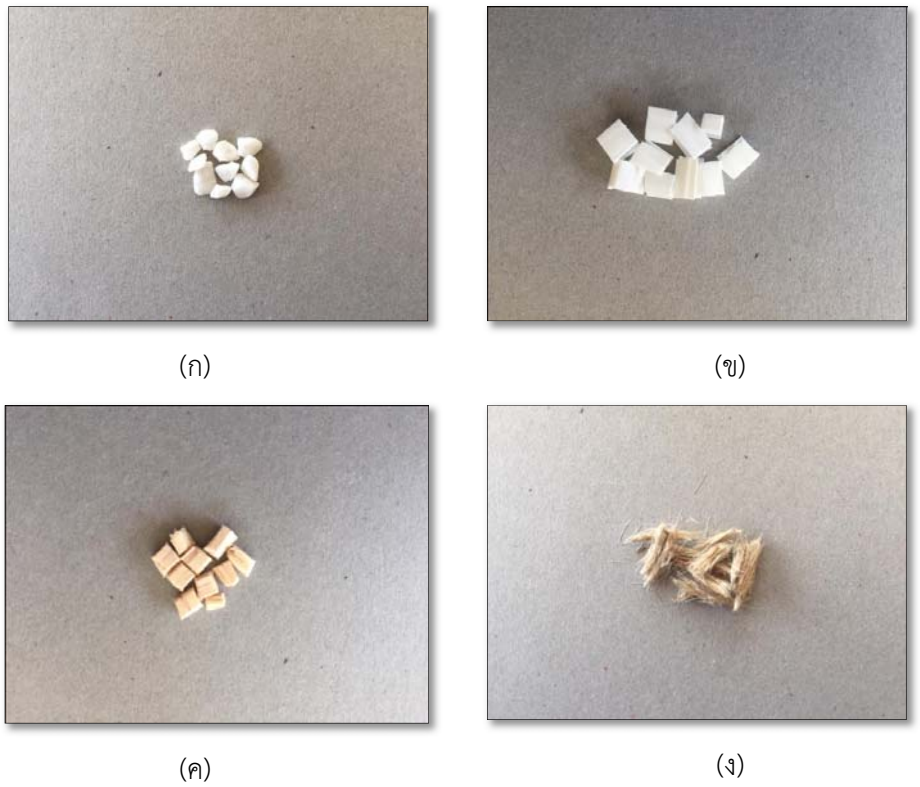
3.1.1 วัสดุทดลอง

ตัวอย่างเมล็ดพืชที่ใช้สำหรับทดลอง ได้แก่ ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วเขียว และลูกเดือย ดังภาพที่ 3.1 วัสดุที่ใช้เป็นตัวอย่างในการตรวจสอบ ได้แก่ หิน เศษไม้ เศษเชือก และเศษพลาสติก (ฟิวเจอร์บอร์ด) ดังภาพที่ 3.2 โดยทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาด และหาพื้นที่หน้าตัดของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม จำนวนชนิดละ 10 ชิ้น ซึ่งการวัดขนาดแสดงดังภาพที่ 3.3 และแสดงผลการวัดที่ได้โดยเฉลี่ยในตารางที่ 3.1

(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 3.1 เมล็ดพืชตัวอย่าง (ก) ถั่วดำ (ข) ถั่วเขียว (ค) ลูกเดือย และ (ง) ถั่วแดง



ภาพที่ 3.2 สิ่งแปลกปลอมตัวอย่าง (ก) หิน (ข) ฟิวเจอร์บอร์ด (ค) เศษไม้ และ (ง) เศษเชือก

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการวัดขนาดตัวอย่าง ได้แก่ ถั่วดำ ถั่วเขียว ถั่วแดง

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลพื้นฐานของวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง

วัสดุตัวอย่าง	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/เมล็ด)	ขนาด (กว้างxยาวxสูง) (เซนติเมตร)	พื้นที่เฉลี่ย (เซนติเมตร)	แหล่งที่มา
ถั่วแดง	0.56±0.07	1.87x0.86x0.73	1.18351±0.22	ถั่วแดงตราไร่ทิพย์
ถั่วดำ	0.25±0.04	1.39x0.93x0.68	0.89378±0.29	ถั่วดำตราไร่ทิพย์
ถั่วเขียว	0.08±0.01	0.77x0.52x0.60	0.24439±0.08	ถั่วเขียวตราไร่ทิพย์
ลูกเดือย	0.11±0.02	0.82x0.86x0.61	0.44081±0.17	ลูกเดือยตราไร่ทิพย์
เศษไม้	0.01±0.01	0.56x0.49x0.24	0.06243±0.01	ไม้ไอติมของศึกษาภัณฑ์
หิน	0.05±0.00	0.61x0.48x0.39	0.12350±0.06	หินจากร้านเครื่องเขียน
เชือก	0.01±0.00	1.18x0.30x0.12	0.04374±0.02	เชือกจากร้านเครื่องเขียน
ฟิวเจอร์บอร์ด	0.01±0.01	0.71x0.61x0.44	0.18410±0.08	ฟิวเจอร์บอร์ดจากร้านเครื่องเขียน

หมายเหตุ ข้อมูลน้ำหนักและพื้นที่เฉลี่ยของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมจำนวนชนิดละ 10 เมล็ด

จากข้อมูลสมบัติทางกายภาพข้างต้น พบว่า ถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วดำ มีสีแตกต่างจากสิ่งแปลกปลอมทุกชนิดอย่างชัดเจนและมีสมบัติเชิงความร้อนแตกต่างจากสิ่งแปลกปลอมทุกชนิดด้วย จึงสามารถตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมได้หลายวิธี เช่น การประมวลผลของภาพสีและการประมวลผลภาพถ่ายความร้อนก็ได้ แต่เมล็ดลูกเดือยที่มีขนาดที่ใกล้เคียงกับฟิวเจอร์บอร์ดและไม้และยังสีที่ใกล้เคียงกับฟิวเจอร์บอร์ดและหินจึงไม่สามารถประมวลผลด้วยภาพสีได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทำงานของเครื่องคัดแยกด้วยสี (Colour sorter) ที่มีข้อจำกัด คือ หากเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมมีสีใกล้เคียงกันจะทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบลดลง (Bayram & Oner, 2006) ดังนั้น จึงเลือกใช้ลูกเดือยในการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับเมล็ดพืชด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่ายความร้อน

3.1.2 การหาความชื้น

นำเมล็ดพืชมาบดใส่ภาชนะปริมาณ 3 กรัม ทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนอบโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า ที่มีความละเอียดอยู่ที่ 0.0001 กรัม (ยี่ห้อ Yamato รุ่น HB-120 ประเทศญี่ปุ่น) และนำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFB 400 ประเทศเยอรมัน) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปดูดความชื้นในตู้ดูดความชื้น (Dessicator) (ยี่ห้อ Notthmanรุ่น 50) และนำมาชั่งน้ำหนักหลังอบ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาความชื้นฐานแห้ง จากสมการที่ 3.1 ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

$$\%\text{ความชื้นฐานแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ-น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักหลังอบ}} \times 100 \qquad (3.1)$$

3.1.3 การหาค่าความจุความร้อนจำเพาะ

ใช้แคลอริมิเตอร์หาความจุความร้อนจำเพาะของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม ซึ่งอาศัยหลักการสมดุลพลังงานความร้อนระหว่างตัวกลางกับวัตถุที่ต้องการหาความจุความร้อนจำาเพาะ ซึ่งการทดลองนี้ใช้น้ำเย็นเป็นตัวกลางโดยใช้น้ำธรรมดาผสมน้ำแข็ง แคลอริมิเตอร์แต่ละตัวมีความจุความ ร้อนจำเพาะไม่เท่ากันจึงจำเป็นต้องมีการทดลองหาความจุความร้อนจำเพาะของแคลอริมิเตอร์แต่ละตัวก่อนแล้วจึงไปหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมเป็นลำดับถัดไป

3.1.3.1 การหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของแคลอริมิเตอร์

การหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของแคลอริมิเตอร์ (c_c มีหน่วย J/kg K) เริ่มจากชั่งน้ำหนักของแคลอริมิเตอร์พร้อมแท่งกวนแล้วบันทึกมวลที่ได้ (m_c มีหน่วย kg) แล้วเติมน้ำเย็นซึ่งทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิคงที่ลงในแคลอริมิเตอร์ ซึ่งทราบมวล (m_{w1} มีหน่วย kg) และวัดอุณหภูมิ (T_1 มีหน่วยเป็น ^{o}C หรือ K) และคำนวณหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของแคลอริมิเตอร์จากสมการที่ 3.2 โดยความจุความร้อนของน้ำ (c_w) มีค่าเท่ากับ 4.18 kJ/kg K

$$C_c = \frac{c_w m_{w2}(T_2 - T) - c_w m_{w1}(T - T_1)}{m_c(T - T_1)} \quad (3.2)$$

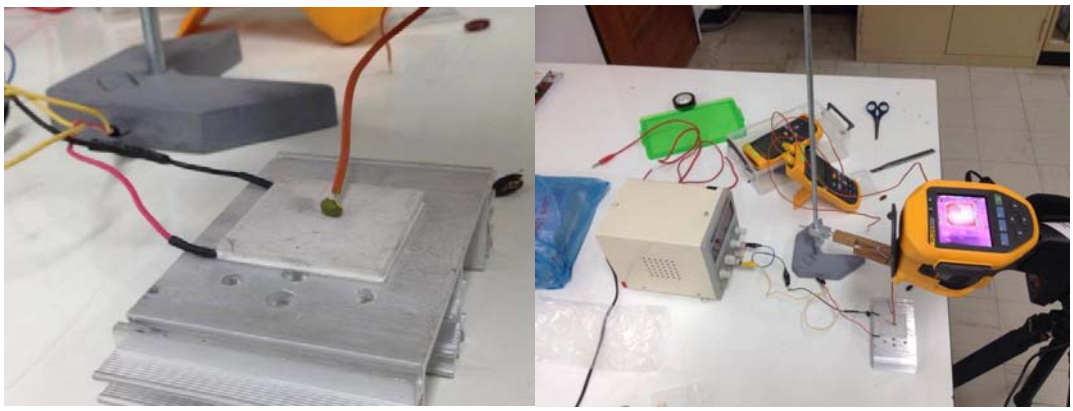
3.1.3.2 การหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม

การหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม (C_{sample} มีหน่วย J/kg K) เริ่มจากชั่งน้ำหนักของแคลอริมิเตอร์พร้อมแท่งกวนแล้วบันทึกมวลที่ได้ (m_c มีหน่วย kg) จากนั้นเติมน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิคงที่ลงในแคลอริมิเตอร์แล้วชั่งน้ำหนักบันทึกมวล ได้ (m_{w1} มีหน่วย kg) รวมทั้งวัดอุณหภูมิของน้ำเย็น (T_1 มีหน่วยเป็น °C หรือ K) จากนั้นวัดอุณหภูมิเริ่มต้นของเมล็ดพืชหรือสิ่งแปลกปลอม (T_{sample} มีหน่วยเป็น °C หรือ K) และชั่งน้ำหนัก (m_{sample} มีหน่วยเป็น kg) จากนั้นนำเมล็ดพืชหรือสิ่งแปลกปลอมใส่ในแคลอริมิเตอร์ที่มีน้ำเย็นอยู่ และใช้แท่งกวนของแคลอริมิเตอร์กวนประมาณ 5-10 นาที จนน้ำในแคลอริมิเตอร์มีอุณหภูมิคงที่ บันทึกอุณหภูมิที่ได้เป็นอุณหภูมิผสม (T_{mix} มีหน่วยเป็น °C หรือ K) และคำนวณหาความจุความร้อนจำเพาะของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมจากสมการที่ 3.3 โดย C_c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของแคลอริมิเตอร์ที่หามาได้จากสมการที่ 3.2 มีหน่วยเป็น kJ/kg K

$$C_{sample} = \frac{c_w m_{w1}(T_{mix} - T_1) + m_c c_c(T_{mix} - T_1)}{m_{sample}(T_{sample} - T_{mix})} \quad (3.3)$$

3.1.4 การหาสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity, ε) ด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน

สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมสามารถหาด้วยวิธีการใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน โดยให้ความร้อนแก่เมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมเพื่อให้มีอุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมโดยรอบ เพื่อเพิ่มปริมาณการแผ่รังสีความร้อนของ (Emission) โดยแหล่งความร้อนที่เลือกใช้สำหรับให้ความร้อน คือ แผ่นเพลเทียร์ (Peltier) ต่อกับชุดแหล่งจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้า การทดลองเริ่มจาก นำเมล็ดพืชหรือสิ่งแปลกปลอมที่มีเทอร์โมคับเปิล Type K ติดไว้บริเวณพื้นผิว เพื่อวัดอุณหภูมิแบบสัมผัส วางบนแผ่นเพลเทียร์ ดังภาพที่ 3.4 ซึ่งเมล็ดพืชหรือสิ่งแปลกปลอมจะได้รับความร้อนด้วยกลไกการนำความร้อน ให้ความร้อนจนเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมมีอุณหภูมิคงที่ และใช้กล้องถ่ายภาพความร้อนวัดอุณหภูมิตัวอย่าง โดยปรับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนที่ปรากฏบนกล้องจนอุณหภูมิที่อ่านได้มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคับเปิล ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนที่ปรากฏบนกล้องถ่ายภาพความร้อน ณ ขณะนั้น เป็นค่าที่แสดงถึงสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของเมล็ดพืชหรือสิ่งแปลกปลอมที่ต้องการหานั่นเอง



ภาพที่ 3.4 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน

3.2 ชุดอุปกรณ์ทดลองสำหรับถ่ายภาพความร้อน

ชุดอุปกรณ์ทดลองสำหรับใช้ถ่ายภาพความร้อนของสิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับเมล็ดพืช แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

รายการอุปกรณ์	**รายละเอียด**
กล้องถ่ายภาพความร้อน	ยี่ห้อ Fluke รุ่น TI400 ความละเอียด 76,000 พิกเซล ช่วงอุณหภูมิที่วัดได้ -20 ถึง 1,200 องศาเซลเซียส ความไวต่ออุณหภูมิ (Thermal sensitivity) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 องศาเซลเซียส
หลอดไฟ	ประเภทโคมไฟสปอร์ตไลท์ฮาโลเจน ขนาด 150 วัตต์ จำนวน 1 หลอด
เครื่องชั่งน้ำหนัก	ยี่ห้อ Yamato รุ่น HB-120 ประเทศญี่ปุ่น
ตู้อบลมร้อน	ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFB 400 ประเทศเยอรมัน
ตู้ดูดความชื้น	ยี่ห้อ Notthman รุ่น 50
ชุดแหล่งจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้า	ยี่ห้อ BAKU รุ่น BK-1502DD
เทอร์โมคัปเปิ้ล	ประเภท Type K
ภาชนะใส่ตัวอย่างทดลอง	ถาดอะลูมิเนียมที่ผิวไม่มันวาว

โดยในการออกแบบชุดอุปกรณ์จำเป็นต้องพิจารณาการเลือกใช้ชนิดของหลอดไฟสำหรับเป็นแหล่งให้ความร้อน ตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟ ตำแหน่งการติดตั้งกล้องถ่ายภาพความร้อน การหาระยะโฟกัสของกล้องถ่ายภาพความร้อน ชนิดของถาดรองตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง และการหาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้ความร้อนหรือคายความร้อนของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การเลือกชนิดหลอดไฟสำหรับเป็นแหล่งให้ความร้อน

การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมที่ปนอยู่กับเมล็ดพืชด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนนั้นจำเป็นต้องให้ความร้อนแก่วัสดุ เพื่อให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอ้างอิง (อุณหภูมิห้อง) โดยต้องคำนึงถึงปริมาณความร้อนที่ไม่ทำให้เมล็ดพืชสูญเสียคุณภาพ จึงเลือกใช้แหล่งความร้อนจากหลอดไฟประเภทโคมไฟสปอร์ตไลท์ฮาโลเจน ขนาด 150 วัตต์ ในการให้ความร้อนพิจารณาจากผลการทดลอง คือ นำภาชนะหรือถาดอลูมิเนียมมาให้ความร้อน เพื่อพิจารณาการกระจายความร้อนบนภาชนะ ซึ่งหลอดไฟที่นำมาพิจารณามีอยู่ 2 แบบ คือ หลอดไฟกลมประเภทหลอดไส้ ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 4 หลอด โดยนำมาติดตั้งบริเวณมุมทั้ง 4 ด้าน เหนือภาชนะใส่ตัวอย่างทดลอง (ภาพที่ 3.5 ก) และหลอดไฟประเภทโคมไฟสปอร์ตไลท์ฮาโลเจน ขนาด 150 วัตต์ จำนวน 1 หลอด ติดตั้งอยู่เหนือภาชนะใส่ตัวอย่างทดลอง (ภาพที่ 3.5 ข) จากการทดลอง พบว่า เมื่อใช้หลอดไฟประเภทโคมไฟสปอร์ตไลท์ฮาโลเจน ขนาด 150 วัตต์ จำนวน 1 หลอด เป็นแหล่งให้ความร้อนได้ภาพถ่ายความร้อนของถาดเปล่ามีสีเรียบเนียนสม่ำเสมอ จึงสรุปได้ว่า ถาดอลูมิเนียมได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง ดังนั้น การทดลองเพื่อหาชนิดของแหล่งความร้อนจึงเลือกหลอดไฟประเภทโคมไฟสปอร์ตไลท์ฮาโลเจน ขนาด 150 วัตต์ จำนวน 1 หลอด

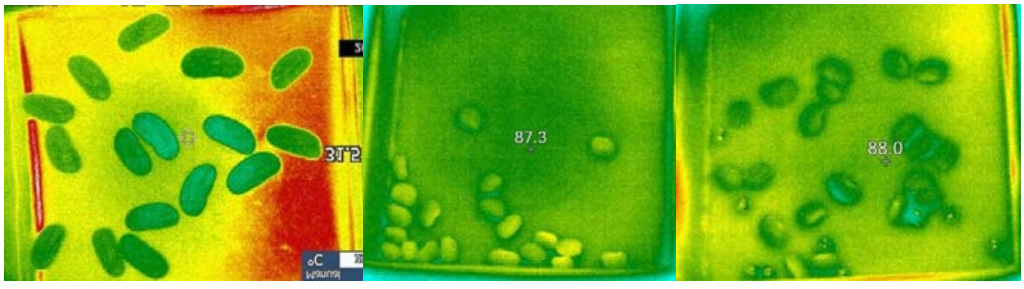
ภาพที่ 3.5 ลักษณะการติดตั้งแหล่งให้ความร้อน (ก) หลอดไฟกลมประเภทหลอดไส้ ขนาด 100 วัตต์ และ (ข) หลอดไฟประเภทโคมไฟสปอร์ตไลท์ ขนาด 150 วัตต์

3.2.2 การเลือกชนิดภาชนะสำหรับใส่เมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม

เลือกภาชนะที่สามารถแยกพื้นหลังของภาชนะกับเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมในกระบวนการประมวลผลภาพถ่ายความร้อนได้ ซึ่งภาชนะที่นำมาทดลองพิจารณาในการเลือก ได้แก่

ถาดไม้ ถาดพลาสติก (ฟิวเจอร์บอร์ด) และถาดอะลูมิเนียมที่มีผิวมันวาวและไม่มันวาว ทำการทดลองโดยนำเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมอย่างละ 1 ชนิด ใส่ถาดแต่ละชนิด แล้วใช้โคมไฟสปอร์ตไลท์ฮาโลเจน ขนาด 150 วัตต์ ให้ความร้อนเป็นเวลา 10 วินาที ผลการทดลอง พบว่า ควรเลือกใช้ถาดอะลูมิเนียมที่ผิวไม่มันวาว (ภาพที่ 3.6) เพราะสามารถใช้ภาพถ่ายความร้อนแยกพื้นหลังถาดอะลูมิเนียมที่ผิวไม่มันวาวจากเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมได้ (ภาพที่ 3.7 ก) เมื่อถาดอะลูมิเนียมที่ผิวไม่มันวาวได้รับความร้อนจากหลอดไฟ จะมีการแผ่รังสีความร้อนเข้ากล้องถ่ายภาพความร้อนน้อยกว่าเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนต่ำหากเทียบกับถาดไม้และถาดพลาสติก (ฟิวเจอร์บอร์ด) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนใกล้เคียงกับเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม เมื่อถาดพลาสติกและถาดไม้ได้รับความร้อนจากหลอดไฟ รังสีความร้อนที่กล้องถ่ายภาพความร้อนได้รับใกล้เคียงกับเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม จึงไม่สามารถใช้ภาพถ่ายความร้อนแยกพื้นหลังออกจากเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมได้อย่างชัดเจนดังภาพที่ 3.7 (ข) และ (ค) ตามลำดับ ดังนั้น การทดลองนี้จึง ตัดสินใจเลือกถาดอะลูมิเนียมแบบผิวไม่มันวาวสำหรับใส่เมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม

ภาพที่ 3.6 ถาดอะลูมิเนียมที่ผิวไม่มันวาว

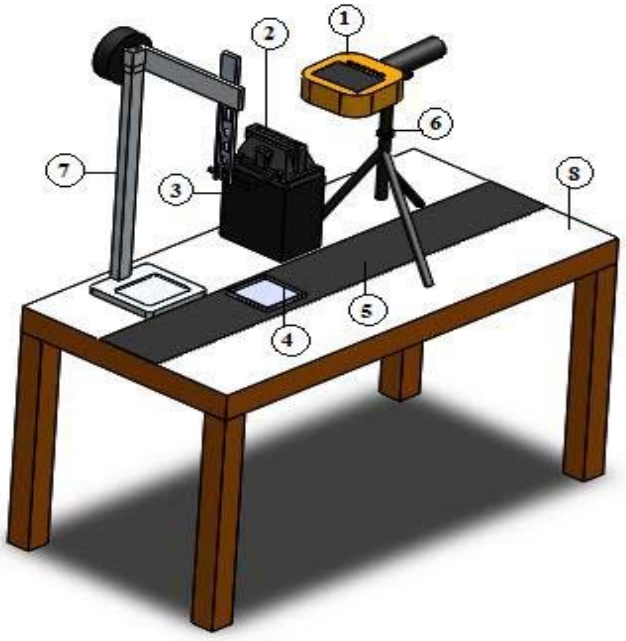


(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3.7 ภาพเปรียบเทียบการแยกพื้นหลังของภาชนะที่ใส่ตัวอย่างทดลอง (ก) ถาดอะลูมิเนียมที่ผิวไม่มันวาว (ข) ถาดพลาสติก (ฟิวเจอร์บอร์ด) และ (ค) ถาดไม้

3.2.3 การพิจารณาตำแหน่งติดตั้งหลอดไฟและกล้องถ่ายภาพความร้อน

ในการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมที่ปนอยู่กับเมล็ดพืชด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน การหาระยะความสูงหลอดไฟ ตำแหน่งและระยะติดตั้งกล้องถ่ายภาพความร้อนมีผลต่อการถ่ายภาพความร้อนอย่างมาก จึง ต้องมีการปรับมุมของกล้องถ่ายภาพความร้อนให้เหมาะสมเพื่อลดผลของการเกิดการสะท้อน ของรังสีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยในการทดลองนี้ ได้ปรับความชัดของภาพถ่ายความร้อน ด้วยการปรับระยะโฟกัสของกล้องถ่ายภาพความร้อนที่ระยะ 43 เซนติเมตร นอกจากนั้นการปรับระดับความสูงของหลอดไฟมีผลต่อกำลังไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนที่เมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมได้รับจากการทดลองปรับระดับความสูงของหลอดไฟจากภาชนะใส่ตัวอย่าง พบว่า หากหลอดไฟเปล่งแสงสว่างออกมามากแสดงว่าหลอดไฟนั้นมีการปล่อยกำลังไฟฟ้าสูง จึงทำให้หลอดไฟนั้นกระจายความร้อนออกมาสูงด้วย ซึ่งหากปรับหลอดไฟให้มีระดับความสูงจากภาชนะใส่ตัวอย่างทดลองมากขึ้น ทำให้บริเวณภาชนะใส่ตัวอย่างทดลองได้รับพลังงานจากหลอดไฟได้น้อยลง จากข้อมูลการทดลองข้างต้น ทำให้สามารถสร้างชุดอุปกรณ์ทดลองสำหรับการถ่ายภาพความร้อนได้ แสดงดังภาพที่ 3.8 สำหรับรายละเอียดของอุปกรณ์แสดงในตารางที่ 3.3 โดยชุดอุปกรณ์นี้ใช้ถ่ายภาพความร้อนเพื่อหาเวลาสำหรับให้ความร้อนแก่เมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม ใช้ถ่ายภาพเพื่อคำนวณหาพลังงานความร้อนที่กล้องถ่ายภาพความร้อนได้รับจากการแผ่รังสีความร้อน และใช้ถ่ายภาพความร้อนเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม



ภาพที่ 3.8 ชุดอุปกรณ์ทดลองสำหรับการถ่ายภาพความร้อน

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์ทดลองสำหรับการถ่ายภาพความร้อน

หมายเลข	ส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการถ่ายภาพความร้อน
1	กล้องถ่ายภาพความร้อนยี่ห้อ Fluke รุ่น TI400
2	หลอดไฟโคมไฟสปอร์ตไลท์ฮาโลเจน ขนาด 150 วัตต์
3	ที่ครอบหลอดไฟ
4	ถาดอะลูมิเนียม
5	สายพานลำเลียง
6	ขาตั้งกล้อง
7	ขาตั้งหลอดไฟ
8	ฐานจำลองการถ่ายภาพความร้อน

3.3 การทดลอง

3.3.1 เวลาสำหรับการให้ความร้อนและคายความร้อนของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม

เตรียมเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม ได้แก่ ลูกเดือย เศษหิน เศษไม้ เศษเชือก และเศษพลาสติก (ฟิวเจอร์บอร์ด) ตัวอย่างละ 5 ชิ้น เรียงลงในถาดอะลูมิเนียมโดยไม่ให้มีตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งติดกัน ดังภาพที่ 3.9 และให้ความร้อนเป็นเวลา 10 20 และ 30 วินาที ตามลำดับ จากนั้นปล่อยให้คายความร้อนเป็นเวลา 10 วินาที พร้อมทั้งบันทึกไฟล์วิดีโอด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนตลอดระยะเวลาการคายความร้อนโดยเริ่มตั้งแต่วินาทีที่ 0 จนถึงวินาทีที่ 10 นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับสีเทา (Absolute difference of average gray level) ทุก 1 วินาที โดยใช้โปรแกรม Image J เพื่อหาเวลาในการให้ความร้อนและคายความร้อน เพื่อใช้ตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมกับลูกเดือย

ภาพที่ 3.9 การเรียงลูกเดือยและสิ่งแปลกปลอมเพื่อหาเวลาสำหรับการให้ความร้อนกับเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม

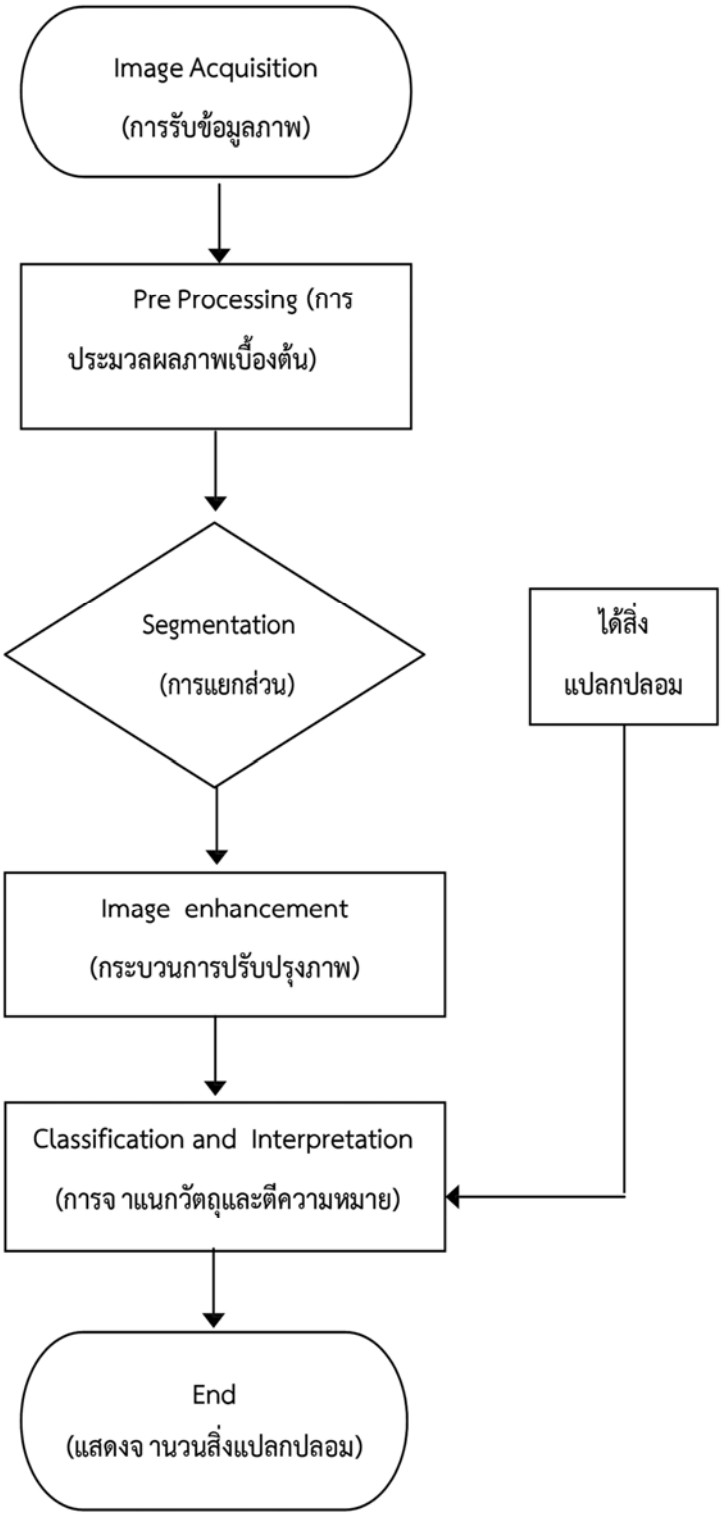
3.3.2 การถ่ายภาพความร้อนเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม

จัดเรียงเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมใส่ในถาดอะลูมิเนียมอย่างละหนึ่งชนิดเป็นจำนวนดังนี้ ลูกเดือย 80 เมล็ด และสิ่งแปลกปลอม ได้แก่ เศษไม้ เศษพลาสติก (ฟิวเจอร์บอร์ด) เศษเชือก และเศษหิน อย่างละ 10 ชิ้น ใส่ในถาดอลูมิเนียมดังแสดงในภาพที่ 3.10 จากนั้น ทำการถ่ายภาพความร้อนตามเวลา การให้ความร้อนที่วิเคราะห์ได้ เมื่อได้ภาพถ่ายความร้อนมาแล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพเป็นลำดับถัดไป

ภาพที่ 3.10 การวางลูกเดือยและสิ่งแปลกปลอมในถาดอะลูมิเนียมสำหรับถ่ายภาพความร้อน

3.4 การประมวลผลภาพถ่ายความร้อน

การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมด้วยการประมวลผลภาพถ่ายความร้อนเป็นการวัดเชิงคุณภาพที่พิจารณาความแตกต่างของภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของสมบัติทางความร้อนของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมที่ต้องการตรวจสอบ ขั้นตอนการประมวลผลภาพความร้อนแสดงดังภาพที่ 3.11 เริ่มด้วยการรับข้อมูลภาพ (Image Acquisition) ซึ่งเป็นการนำภาพถ่ายความร้อนจากขั้นตอนการถ่ายภาพหัวข้อที่ 3.3.2 มาปรับเป็นภาพระดับสีเทา (Gray scale) ปรับค่าสแปน (Span) ซึ่งเป็นการหาความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำของภาพถ่ายความร้อน และปรับค่าเลเวล (Level) โดยใช้โปรแกรม Smart view จากนั้นเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพเบื้องต้น (Pre-processing) โดยนำภาพมาแปลงเป็นภาพระดับสีเทาในโปรแกรม Image J จากนั้นเข้าสู่กระบวนการแยกส่วน (Segmentation) โดยใช้โปรแกรม Image J ซึ่งเป็นกระบวนการแยกพื้นหลังหรือภาชนะใส่ตัวอย่างทดลองออกจากเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอมโดยการปรับค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) ซึ่งเป็นการแปลงภาพให้มีการแสดงผลได้แค่ 2 ระดับ คือ เฉดสีโทนเข้มและเฉดสีโทนอ่อน จากนั้นเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงภาพ (Image enhancement) แล้วไปยังกระบวนการจำแนกวัตถุและตีความหมาย (Classification and Interpretation) ซึ่งเป็นการระบุค่าความกลมและพื้นที่ของวัตถุที่ต้องการแสดงผลออกมา และสุดท้ายแสดงผลลัทธ์ที่ได้จากการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับเมล็ดพืช



ภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ