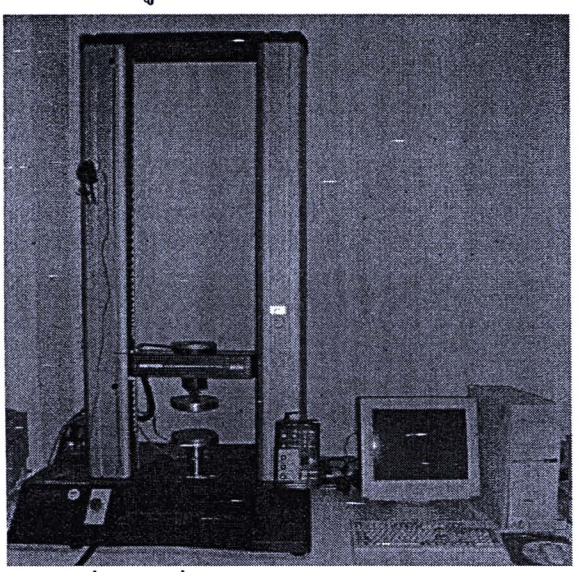
บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย

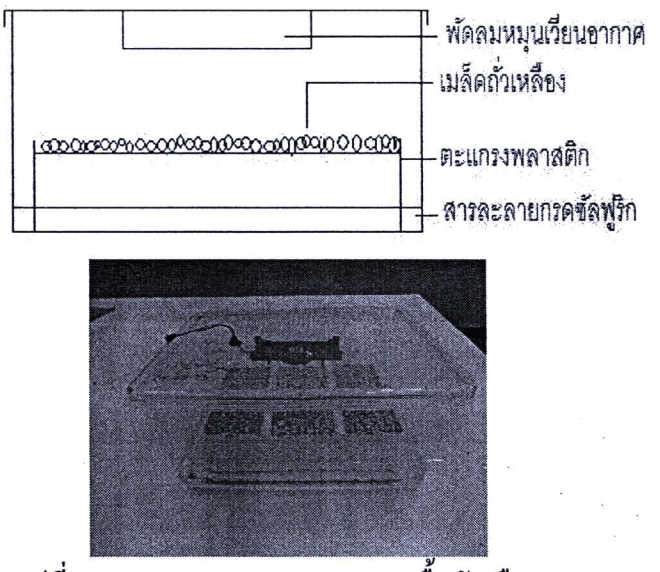
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 เครื่อง Universal Testing Machine ยี่ห้อ Instron รุ่น 5566 สำหรับปรับเทียบแรงให้กับเครื่องทดสอบแรงกระแทก ดังรูปที่ 3.1



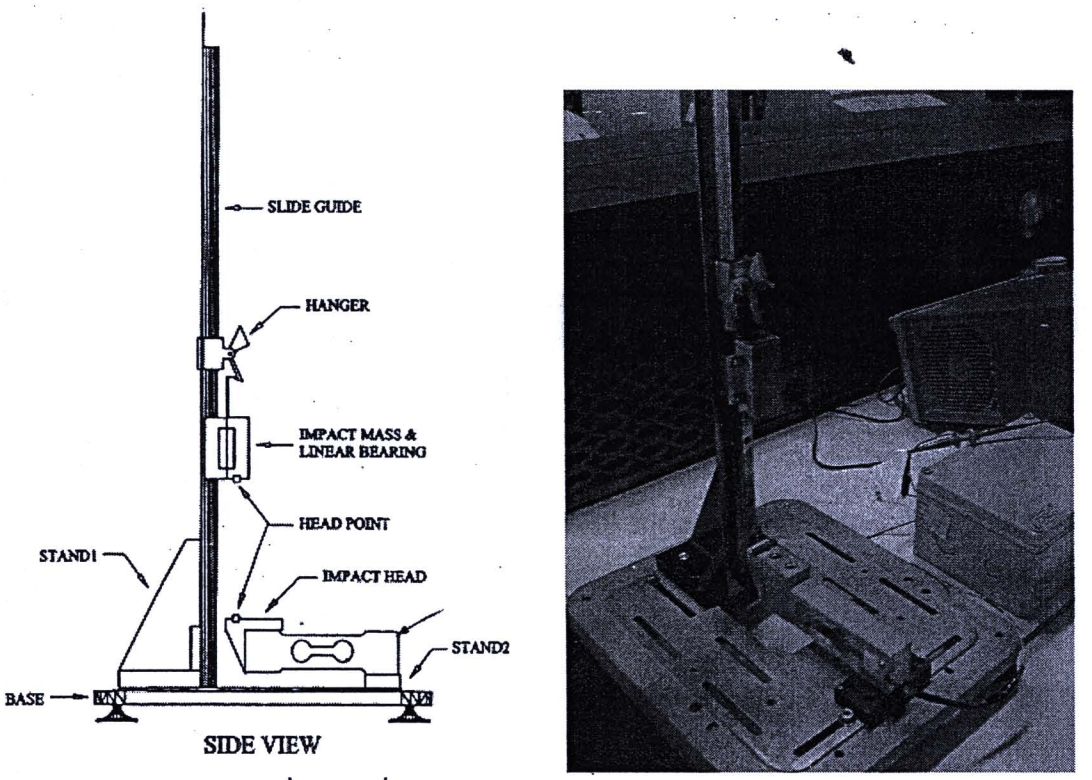
รูปที่ 3.1 เครื่อง Universal Testing Machine

3.1.2 ชุดควบคุมการสมดุลความชื้นธัญพืช ทำหน้าที่ปรับความชื้นของถั่วเหลืองให้ได้ตามที่ต้องการทดสอบ โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริคโดยน้ำหนักต่างๆกันบรรจุในภาชนะพลาสติกใสปิดสนิทที่มองทะลุได้ ภายในมีตะแกรงพลาสติกสำหรับวางเมล็ดถั่วเหลือง ด้านบนติดตั้งพัดลมหมุนเวียนอากาศขนาดเล็กให้การกระจายของอากาศที่มีความชื้นเป็นไปอย่างทั่วถึง เพื่อให้ความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองสมดุลกับความชื้นในอากาศ ใกล้เคียงกับที่เกิดตามธรรมชาติซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองอย่างช้าๆ จนคงที่ในระยะเวลาประมาณ 10 วัน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สารละลายกรดซัลฟูริคที่มีความเข้มข้นต่างๆกันเป็นสารปรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเหนือสารละลายเพราะว่า สามารถปรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่างๆได้ดี และเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากที่ระดับความเข้มข้นของกรดซัลฟูริคเท่ากัน ชุดควบคุมการสมดุลความชื้นแสดงดังรูปที่ 3.2



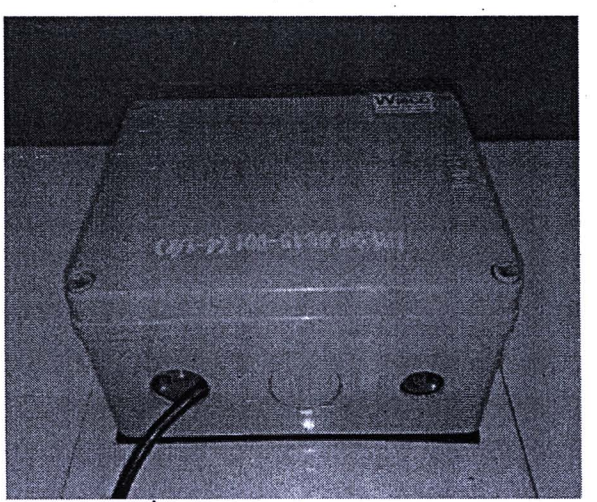
รูปที่ 3.2 ชุดควบคุมการสมดุลความชื้นธัญพืช

3.1.3 เครื่องทดสอบแรงกระแทกแบบตกกระทบ ที่มีหัวกระแทกโลหะน้ำหนัก 275 กรัม เลื่อนลงบนรางแนวดิ่งปรับความสูงได้ถึง 60 เซนติเมตรตกกระแทก โหลดเซลล์ (Load cell) ชนิด Beam type load cell ที่จุดรองรับการกระแทกซึ่งมีไว้สำหรับวางเมล็ดธัญพืชที่จะทดสอบ คาน โหลดเซลล์ทำจากอลูมิเนียม มีสเตรนเกจติดตั้งทั้งหมดสี่ตัว (คติวัฒน์ กันธา, 2547) ดังรูปที่ 3.3



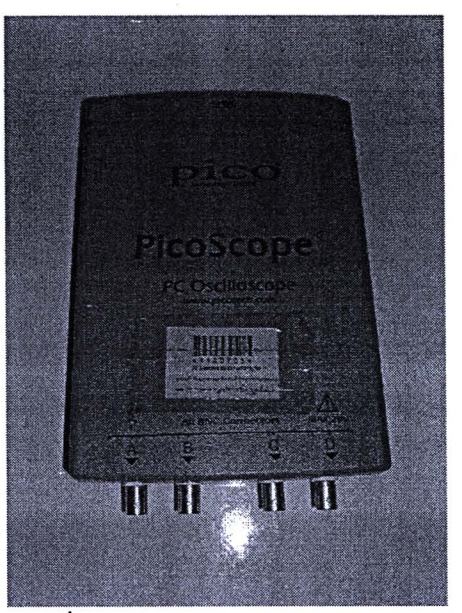
รูปที่ 3.3 เครื่องทดสอบแรงกระแทกแบบตกกระทบ

3.1.4 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ ยี่ห้อ Wisco รุ่น WT95 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากเครื่องทดสอบแรงกระแทก สามารถใช้งานได้กับโหลดเซลล์ที่มีค่า Rate Output ได้ตั้งแต่ 0.4 mV ถึง 3 mV/V รับสัญญาณเข้าได้ทั้งสัญญาณดิจิตอล (Digital) และสัญญาณอนาล็อก (Analog) ทำงานโดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ท จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์กระตุ้นโหลดเซลล์ แล้วปรับขยายสัญญาณไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0 ถึง10โวลต์ ดังรูปที่ 3.4



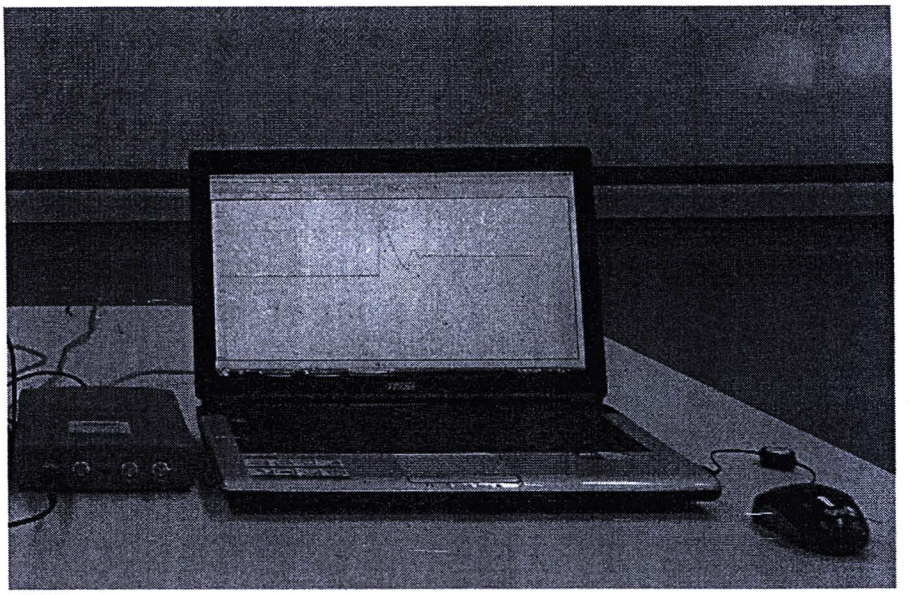
รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ

3.1.5 ดิจิตอลออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ Pico รุ่น 3000 ทำหน้าที่แสดงผลกราฟระหว่างเวลากับแรงเคลื่อนไฟฟ้า โดยจะรับสัญญาณมาจากอุปกรณ์ขยายสัญญาณแล้วแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.5



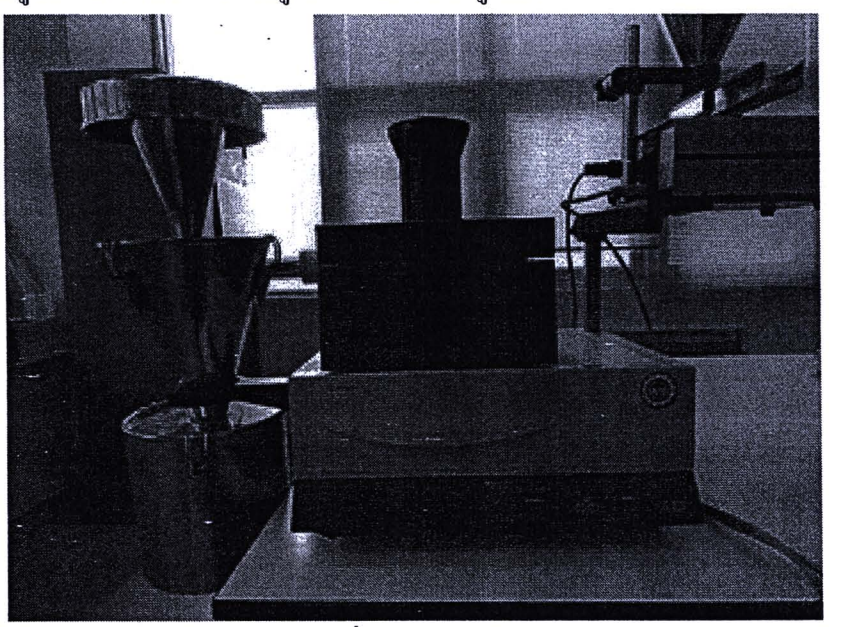
รูปที่ 3.5 ดิจิตอลออสซิลโลสโคป

3.1.6 คอมพิวเตอร์ Notebook ยี่ห้อ MSI รุ่น EX460, CPU Intel Pentium 2.0 GHz, RAM 2 GB, HDD 250 GB, OS Windows Vista ทำหน้าที่เก็บข้อมูลกราฟเวลากับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่ต่อมาจาก ดิจิตอลออสซิลโลสโคป มาบันทึกเพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป ดังรูปที่ 3.6



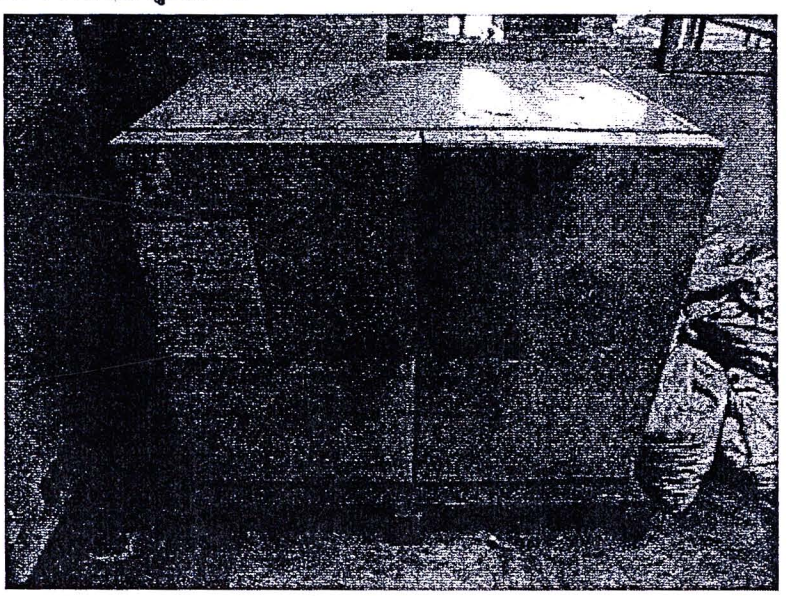
3.6 คอมพิวเตอร์บันทึกผล

3.1.7 เครื่องบดละเอียด ยี่ห้อ Retsch รุ่น Ultra Centifugal Mill ZM100 ทำงานที่ความเร็วรอบ 14,000 หรือ 18,000 รอบต่อนาที ใช้บดถั่วเหลืองให้มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร เพื่อทำให้การหาความชื้นโดยตู้อบลมร้อนทำได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ดังรูปที่ 3.7



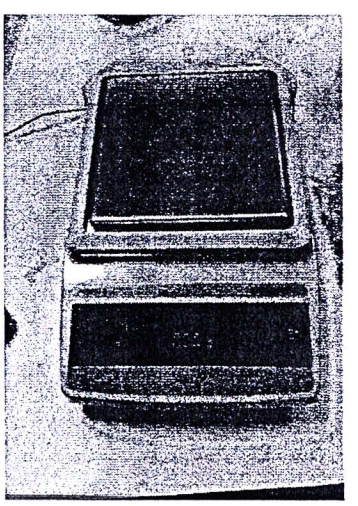
3.7 เครื่องบดละเอียด

3.1.8 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ WTB Binder ใช้ไฟฟ้าขนาด 220 V สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ ตั้งอุณหภูมิ ได้ทั้ง °C และ °F ทำหน้าที่อบถั่วเหลืองให้น้ำระเหยออกไป โดยตั้งที่อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังรูปที่ 3.8



3.8 ตู้อบลมร้อน

3.1.9 เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น PG 503-5 เป็นเครื่องชั่งที่มีระบบป้องกันการชั่งน้ำหนักเกิน มีความละเอียดการชั่งได้ 2 จุดทศนิยม สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 500 กรัม สามารถต่อกับเครื่องพิมพ์ได้ ทำหน้าที่ชั่งน้ำหนักถั่วเหลืองก่อนและหลังการอบ เพื่อนำมาหาค่าความชื้นของถั่วเหลือง ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เครื่องชั่งดิจิตอล

3.1.10 กล้องจุลทรรศน์ดิจิตอล ยี่ห้อ ดิจิตอลบลู รุ่น QX5 มีกำลังขยาย 10, 60 และ 200 เท่า ใช้ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงผลเสียหายของเมล็ดถั่วเหลืองหลังจากถูกกระทำด้วยแรงกระแทก ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 กล้องจุลทรรศน์ดิจิตอล

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การสุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากเมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ทดลองบรรจุอยู่ในถุงอย่างละ 2 กิโลกรัม ดังนั้นจะคลุกเคล้าถั่วเหลืองให้ทั่วถึงกันก่อนจะสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์พืชด้วยมือ (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2521) แล้วนำเข้าเก็บในชุดควบคุมการสมดุลความชื้นของธัญพืชที่ใช้สารละลายกรดซัลฟูริค (H_2SO_4) ที่ทำให้เกิดความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆกัน จนได้ความชื้นของถั่วเหลืองตามที่ต้องการคือ ประมาณ 10%wb, 14%wb และ 18%wb

3.2.2 การปรับเทียบแรงจากเครื่องทดสอบแรงกระแทกกับแรงมาตรฐานจากเครื่อง Universal Testing Machine

หาความสัมพันธ์ระหว่างแรง (N) จากเครื่อง Universal Testing Machine กับแรงดันไฟฟ้า (mV) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่โหลดเซลล์ของเครื่องทดสอบแรงกระแทก

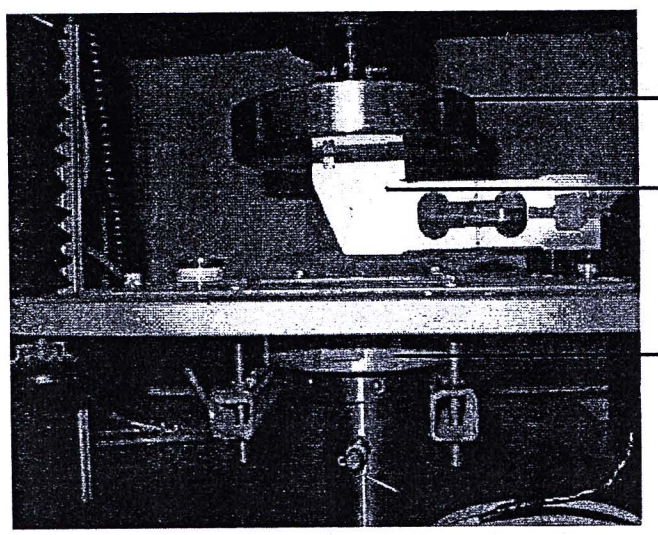
วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับเทียบแรงจากเครื่องทดสอบแรงกระแทกให้ตรงกับแรงมาตรฐาน (N) โดยปรับเทียบจากเครื่อง Universal Testing Machine

2. เพื่อหาสมการความสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของแรง (N) จากเครื่อง Universal Testing Machine และแรงดันของไฟฟ้า (mV) จากเครื่องทดสอบแรงกระแทก

ขั้นตอน

1. นำฐานของเครื่องทดสอบแรงกระแทก เฉพาะส่วนของแท่นรับการกระแทกซึ่งเป็นโหลดเซลล์ วางบนแท่นรับหัวกดของเครื่อง Universal Testing Machine โดยให้โหลดเซลล์อยู่ระหว่างกลางของหัวกดและแท่นรับของเครื่อง Universal Testing Machine แล้วต่ออุปกรณ์ขยายสัญญาณ ดิจิตอลออสซิลโลสโคป และ คอมพิวเตอร์แสดงผล ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การปรับเทียบระหว่างแรง (N) ของเครื่อง Universal Testing Machine และแรงดันไฟฟ้า (mV) จากโหลดเซลล์ของเครื่องทดสอบแรงกระแทก

2. ทำการทดลองโดยให้หัวกดเครื่อง Universal Testing Machine กดลงมาที่โหลดเซลล์ด้วยความเร็ว 0.1 mm/min นำกราฟเวลาเป็นวินาทีและแรงกดของเครื่อง Universal Testing Machine มาหาความสัมพันธ์กับ กราฟเวลาเป็นวินาทีและค่าแรงดันไฟฟ้าของชุดทดสอบแรงกระแทก

3. จดบันทึกค่าแรงที่ใช้กด (N) และ แรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง (mV)

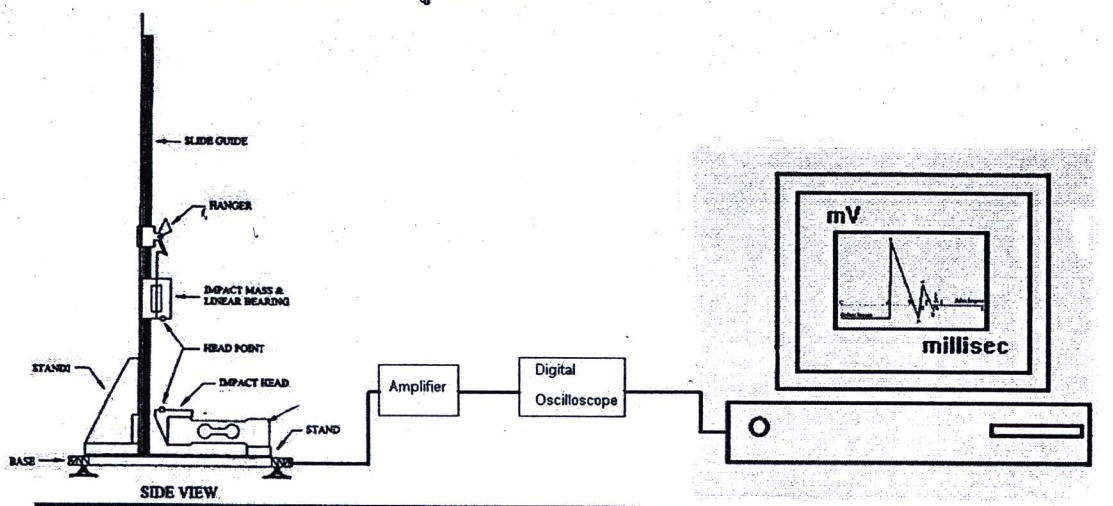
4. เขียนกราฟความสัมพันธ์และสมการ ระหว่าง แรง (N) และแรงดันไฟฟ้า (mV)

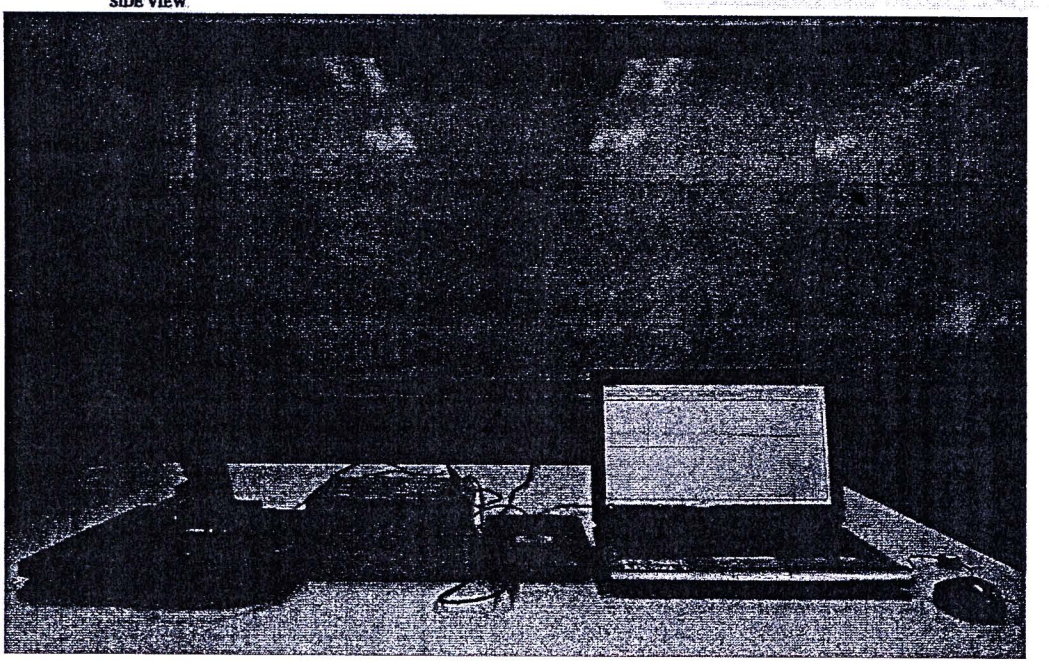
5. นำสมการที่ปรับเทียบระหว่างแรง (N) และแรงดันไฟฟ้า (mV) ที่ได้ นำไปใช้คำนวณหาแรงกระแทก, F_e (N) ของเครื่องทดสอบแรงกระแทกต่อไป

3.2.3 ขั้นตอนการทดลองผลของแรงกระแทกที่มีต่อความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลือง

1. นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้ปรับระดับความชื้นจากชุดควบคุมการสมดุลความชื้นให้ได้ 10%wb(±0.5) หรือ14%wb(±0.5) หรือ 18%wb(±0.5) แล้วมาทดลอง

2. นำเครื่องทดสอบแรงกระแทกต่อเข้ากับ อุปกรณ์ขยายสัญญาณ ดิจิตอล ออสซิลโลสโคป และคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.12





รูปที่ 3.12 การต่อเครื่องมือทดสอบแรงกระแทก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

3. ปรับฐานของเครื่องทดสอบกระแทกให้อยู่ในแนวระดับเท่าๆกันทุกด้าน โดยตรวจดูได้จากอุปกรณ์ตั้งระดับน้ำที่ฐานเครื่อง

4. วางถั่วเหลืองที่ใช้ทดลองทีละเมล็ดที่จุดรองรับหัวกระแทก 3 รูปแบบ ดังรูปที่ 3.13

1) วางนอนตามธรรมชาติ (Horizontally laying) (ขั้วเมล็ดอยู่ด้านข้าง)

2) วางให้ขั้วเมล็ดขึ้นอยู่ด้านบน (Hilum up laying)

3) วางตั้งโดยให้ด้านยาวของถั่วเหลืองเป็นความสูง (Vertically laying)

วางนอน วางขั้วเมล็ดขึ้น วางตั้ง

รูปที่ 3.13 การวางเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อทดสอบการรับแรงกระแทก 3 รูปแบบ (รูปแบบวางขั้วเมล็ดขึ้น และ วางตั้ง ใช้กาวแห้งเร็วช่วยยึดติด (Mohsenin, 1986))

5. ปรับระดับหัวกระแทกที่ความสูง 6 ระดับตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร ถึง 300 มิลลิเมตร โดยเพิ่มความสูงทีละ 50 มิลลิเมตร (50, 100, 150, 200, 250, 300) โดยทำการทดสอบ 20 ครั้ง (Mohsenin, 1986) ต่อระดับความสูง แล้วปล่อยหัวกระแทกให้ตกลงมาที่ถั่วเหลืองที่วางอยู่

6. จำนวนการทดลอง

1) ถั่วเหลือง 3 พันธุ์ 3 ระดับความชื้น 3 รูปแบบการรับแรงกระแทก = 27 รูปแบบ

2) ความสูงการกระแทก 6 ระดับ = 162 รูปแบบ

3) ทดลองรูปแบบละ 20 ซ้ำ = 3,240 ครั้ง

7. นำถั่วเหลืองแต่ละเมล็ดที่ใช้ในการทดลองมาสังเกตการณ์แตกหักของเมล็ด และบันทึกผล โดยแจกแจงระดับความเสียหายเป็น 5 ระดับ คือ

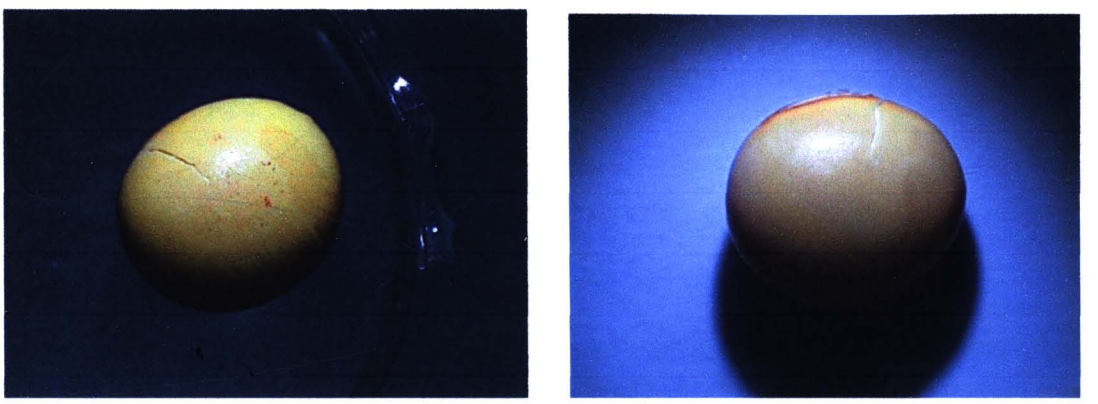
1) บุบหรือมีรอยร้าวเล็กน้อย ดังรูปที่ 3.14

2) ร้าวทั้งเมล็ด ดังรูปที่ 3.15

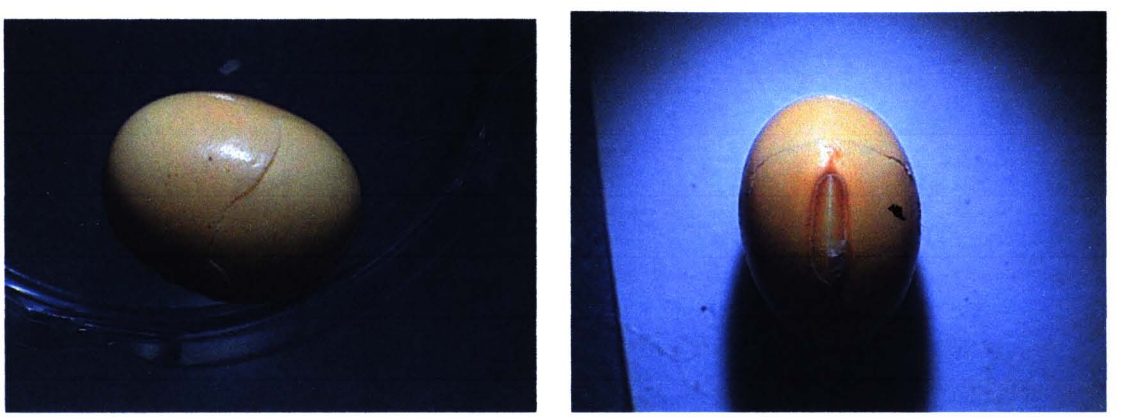
3) เมล็ดแตกแยกเป็น 2 ส่วน หรือเสียรูปทรงปานกลาง ดังรูปที่ 3.16

4) เมล็ดแตกแยกมากกว่า 2 ส่วน หรือเสียรูปทรงมาก ดังรูปที่ 3.17

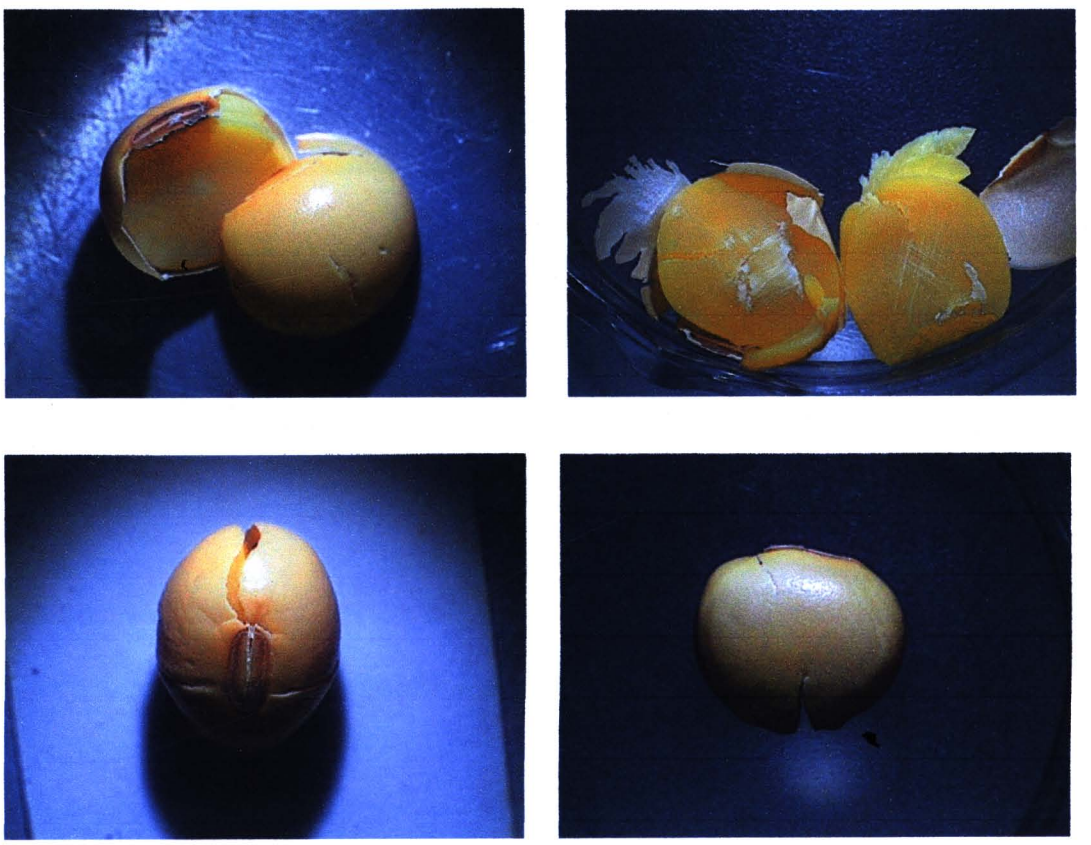
5) เมล็ดแตกประลัย หรือเสียรูปทรงโดยสิ้นเชิง ดังรูปที่ 3.18



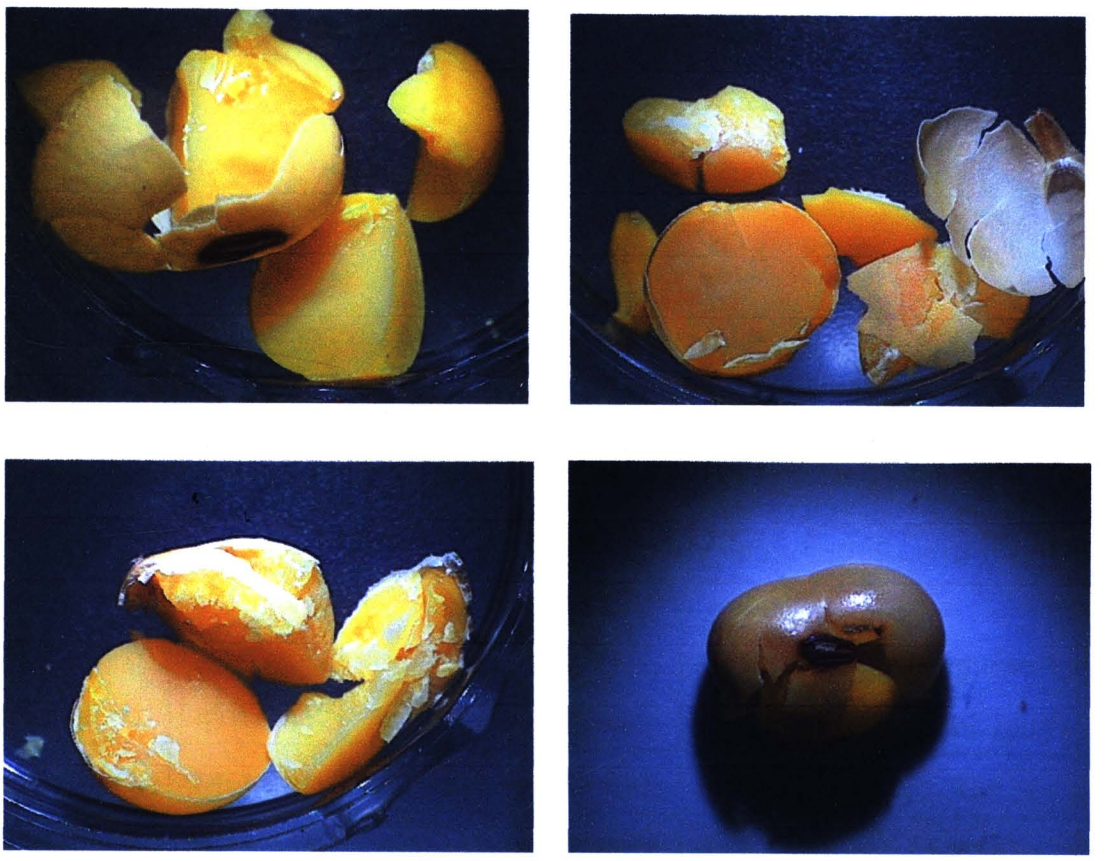
รูปที่ 3.14 ความเสียหายระดับ 1 บุบหรือมีรอยร้าวเล็กน้อย



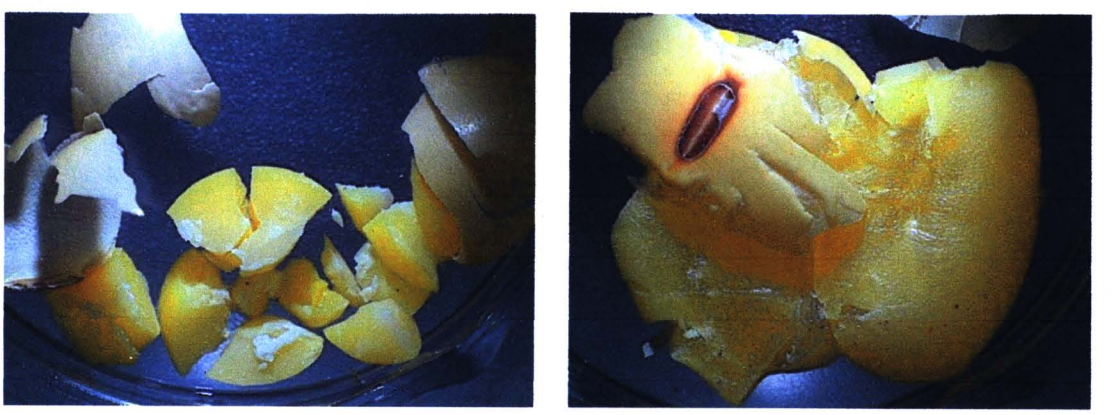
รูปที่ 3.15 ความเสียหายระดับ 2 ร้าวทั้งเมล็ด



รูป 3.16 ความเสียหายระดับ 3 เมล็ดแตกเป็นสองส่วนหรือเสียรูปทรงปานกลาง



รูป 3.17 ความเสียหายระดับ 4 เมล็ดแตกมากกว่าสองส่วนหรือเสียรูปมาก



รูป 3.18 ความเสียหายระดับ 5 เมล็ดแตกประลัยหรือเสียรูปโดยสิ้นเชิง