ผลของแรงกระแทกที่มีต่อความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลือง

Effect of Impact Force on Soybean Damage

สมชาย รุ่งจิรกาล[1] และสัมพันธ์ ไชยเทพ[1]

Somchai Rungjiragan[1] and Sumpun Chaithep[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาผลของแรงกระแทกแบบตกกระทบที่มีต่อความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลือง โดยใช้เครื่องทดสอบแบบ Drop-Weight ที่มีหัวกระแทกโลหะน้ำหนัก 275 กรัมเลื่อนบนรางอลูมิเนียมลงแนวดิ่งตามแรงโน้มถ่วงของโลก ตกลงมาบนเมล็ดถั่วเหลืองที่วางอยู่บนโหลดเซลครั้งละเมล็ด การกระแทกจะเกิดคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้าขึ้น คลื่นสัญญาณนี้จะถูกส่งผ่านไปยังดิจิตอลออสซิลโลสโคปและถูกบันทึกโดยคอมพิวเตอร์ ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (mV) ที่เกิดขึ้นจากคลื่นสัญญาณนี้ จะถูกนำไปคำนวณหาค่าของแรง (N) จากความสัมพันธ์ของแรงจากเครื่อง Universal testing machine ที่กระทำกับเครื่องทดสอบแบบ Drop-Weight นี้ โดยได้ ค่าสมการแรงกระแทก F(N) = 0.0466E(mV) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 1 ในการศึกษาใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 3 พันธุ์ คือ สจ.5, เชียงใหม่ 1 และ เชียงใหม่ 60 ที่ความชื้นของถั่วเหลือง 3 ระดับ คือ 10%wb, 14%wb และ 18%wb โดยปล่อยหัวกระแทกลงบนเมล็ดถั่วเหลืองที่วางบนโหลดเซลที่ความสูง 6 ระดับคือ 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 มิลลิเมตร และมีการวางถั่วเหลือง 3 รูปแบบคือ 1) วางนอนตามธรรมชาติให้ด้านข้างรับแรงกระแทก 2) วางขั้วเมล็ดขึ้นให้รับแรงกระแทก และ 3) จับตั้งโดยให้ด้านแกนยาวรับแรงกระแทก ผลการทดลอง ที่ระดับความสูง 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 มม ได้ค่าแรงกระแทก 3.95, 5.27, 6.22, 7.05, 7.74 และ 8.24 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อทดสอบที่แรงกระแทกเท่ากัน ในกรณีการวางแตกต่างกัน การวางตั้งให้รับแรงกระแทกเกิดความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลืองมากที่สุด รองลงมาคือเมื่อวางขั้วเมล็ดขึ้น และเมื่อวางนอนตามธรรมชาติเสียหายน้อยที่สุด สำหรับกรณีความชื้นต่างกันนั้น ที่ระดับความชื้น 10%wb เกิดความเสียหายมากที่สุด รองมาคือ ที่ระดับความชื้น 14%wb และที่ระดับความชื้น 18%wb เกิดความเสียหายน้อยที่สุด ด้านความต่างของพันธุ์ถั่วเหลืองนั้นระดับความเสียหายไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : แรงกระแทกแบบตกกระทบ ความเสียหาย เมล็ดถั่วเหลือง

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of drop-weight impact force on soybean damage. The drop-weight experimental apparatus consists of 275 gram metal impact head vertically dropping by gravity on a soybean grain which was laid on load cell. The generated voltage

[1] สาขาวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50000

Agricultural Engineering Division, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50000

signal was sent to digital oscilloscope and was recoded by computer. The calibration between output voltage (mV) and impact force (N) was studied by the Universal testing machine. The correlation equation between output voltage (mV) and impact force (N) was F(N) = 0.0466E(mV) with the coefficiency of determination (R^2) = 1. The three varieties of soybean were selected to study were SJ5, Chiangmai1 and Chiangmai60. The 3 levels moisture content of soybean (10%wb, 14%wb and 18%wb) and 6 levels of dropping height (50, 100, 150, 200, 250 and 300 mm) were experimental studied with 3 difference of laying (horizontally laying, crown up laying and vertically laying). The results of impact force at drop level 50, 100, 150, 200, 250 and 300 mm were 3.95, 5.27, 6.22, 7.05, 7.74 และ 8.24 newton respectively. At the same impact force, in case of different laying; soybean vertically laying revealed highest damage, crown up laying revealed medium damage and horizontally laying revealed lowest damage. In case of different moisture content; 10%wb revealed highest damage, 14%wb revealed medium damage and 18%wb revealed lowest damage. In case of different varieties was no significant difference in damage.

Keywords : drop-weight impact force, damage, soybean

E-mail : hawkcm2007@hotmail.com

คำนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญอย่างหนึ่งของโลก นิยมปลูกกันในหลายพื้นที่ทั่วโลก ถั่วเหลืองให้ทั้งโปรตีนและน้ำมันซึ่งมนุษย์สามารถนำมาใช้ในการบริโภคในรูปแบบต่างๆกัน รวมถึงถูกนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เกิดเป็นจุดเริ่มต้นของอุตสาหกรรมอาหารที่เกิดขึ้นหลายรูปแบบ การปลูกถั่วเหลืองของโลกเพิ่มขึ้นทุกๆปี ในปี พ.ศ. 2552 ได้ผลผลิต 219 ล้านตัน โดยทวีปอเมริกาเหนือ มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด รองมาคือทวีปอเมริกาใต้ และทวีปเอเชีย ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยของโลก 381 กิโลกรัม/ไร่ พื้นที่เพาะปลูกของไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ (70%) โดยปี 2552 (ปีเพาะปลูก 2552/53) มีเนื้อที่เพาะปลูกรวมทั้งประเทศ 803,012 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 204,581 ตัน ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยทั้งประเทศ 255 กิโลกรัม/ไร่ ความต้องการใช้เมล็ดถั่วเหลืองในไทยคาดว่ามีปีละประมาณ 1,700,000 – 1,800,000 ตันเมล็ด วิธีการนวดถั่วเหลืองที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่ใช้เครื่องนวดเมื่อต้องการปริมาณการนวดที่รวดเร็วให้ผลทางปริมาณ แต่ผลทางคุณภาพหลังการนวดกลับลดลง เพราะเมื่อนวดถั่วเหลืองด้วยแรงมากเกินไปเมล็ดถั่วเหลืองจะเกิดความเสียหายซึ่งความเสียหายเหล่านี้ส่งผลต่อ การนำไปเป็นเมล็ดพันธุ์ หรือเมื่อนำไปเก็บรักษาให้ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่อาจจะทำลายถั่วเหลืองได้ง่ายกว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่มีความเสียหาย สำหรับในประเทศไทยนั้นการทดลองเพื่อหาแรงกระทำที่มีผลต่อความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลืองโดยตรงมีน้อยมาก โดยการวิจัยในครั้งนี้ทำเพื่อหาค่าของแรงกระแทกจากน้ำหนักตกกระทบ ที่มีต่อความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลืองที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานไปปรับใช้กับเครื่องนวดถั่วเหลืองหรือเครื่องจักรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น เครื่องทำความสำอาด เครื่องบด บีบ แปรรูป รวมถึงการขนถ่ายลำเลียง

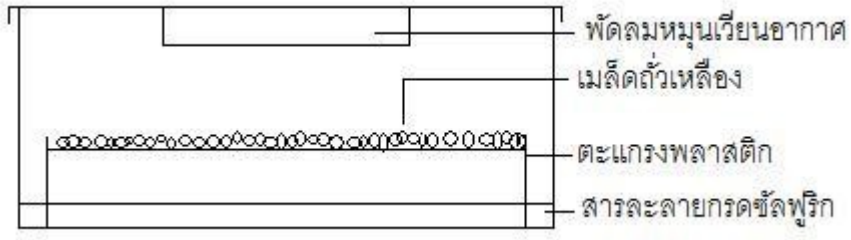
อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมถั่วเหลือง

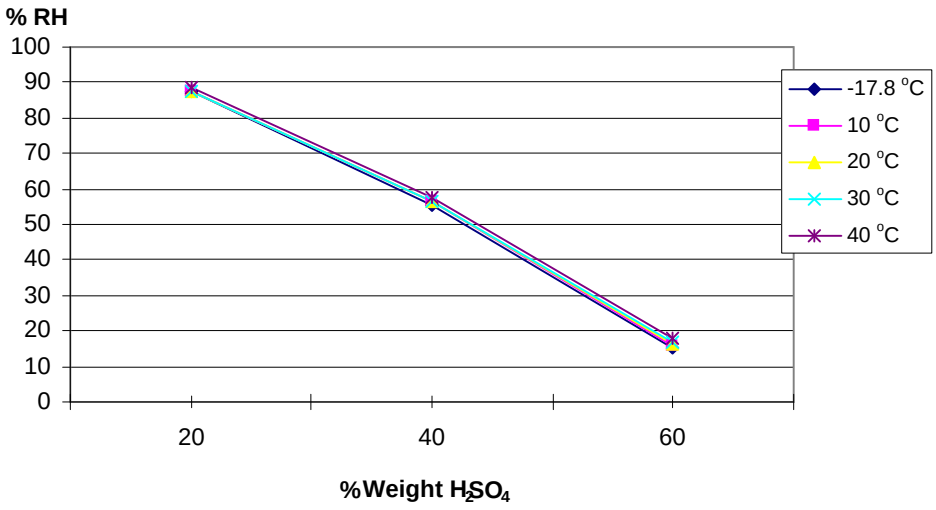
นำถั่วเหลือง 3 พันธุ์ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อ. สันทราย มาชั่งน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดได้ค่าตามตารางที่ 1 แล้วนำมาเก็บในชุดควบคุมการสมดุลความชื้นที่มีพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในภาชนะปิด ดังรูปที่ 1.1 โดยได้ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆกันตามความเข้มข้นโดยน้ำหนักของสารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ที่ระดับต่างๆกัน ตามรูปที่ 1.2 ในระยะเวลา ประมาณ 10 วัน จนได้ความชื้นของถั่วเหลือง ประมาณ 10%wb, 14%wb และ 18%wb

ตารางที่ 1 น้ำหนักถั่วเหลือง 100 เมล็ด ของทั้ง 3 พันธุ์ ที่ความชื้นประมาณ 10%wb

พันธุ์	สจ.5	เชียงใหม่ 1	เชียงใหม่ 60
น้ำหนักต่อ 100 เมล็ด(กรัม)	16.87	27.85	17.59



รูปที่ 1.1 ชุดควบคุมการสมดุลความชื้น



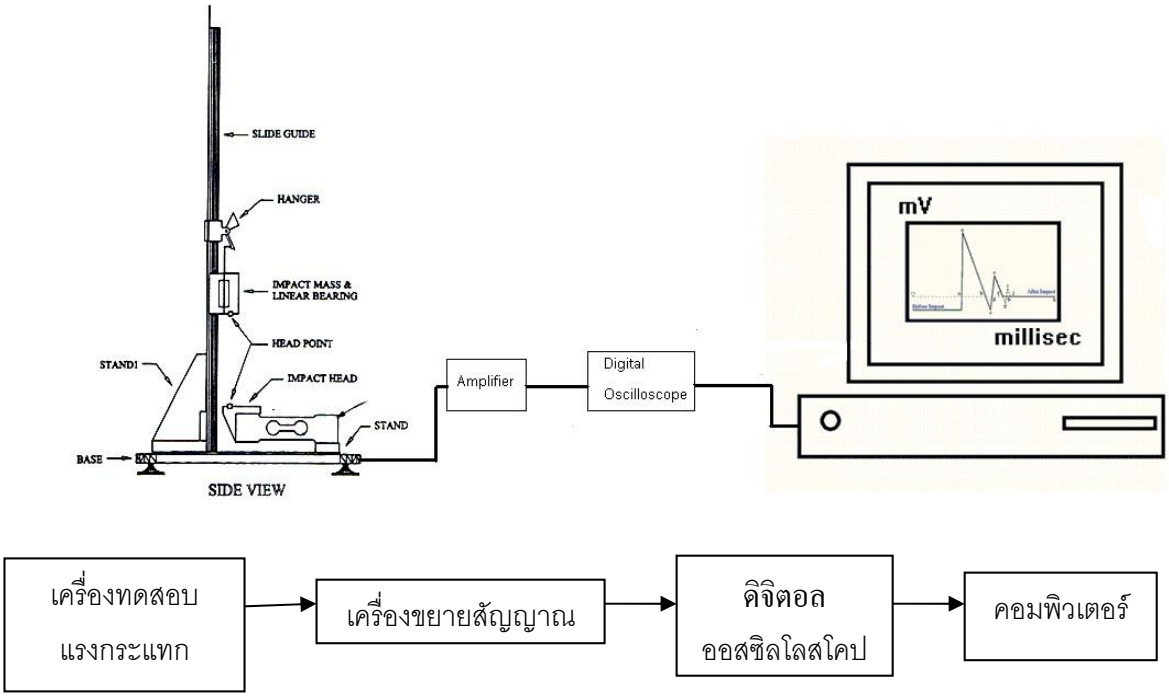
รูปที่ 1.2 ความชื้นสัมพัทธ์เหนือสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน (Hall C. W., 1980)

2. การปรับเทียบแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องทดสอบแรงกระแทกกับแรงจากเครื่อง Universal testing machine

โดยนำเครื่องทดสอบแรงกระแทกวางที่จุดรองรับหัวอัดของเครื่อง Universal testing machine ตั้งให้หัวอัดสัมผัสกับโหลดเซลของเครื่องทดสอบแรงกระแทกที่ต่อกับชุดเก็บข้อมูลไว้ แล้วตั้งค่าเครื่อง Universal testing machine ให้อัดหัวอัดลงด้วยความเร็ว 0.1 mm/min นำกราฟเวลาเป็นวินาทีและแรงอัดของเครื่อง Universal testing machine มาหาความสัมพันธ์กับ กราฟเวลาเป็นวินาทีและค่าแรงดันไฟฟ้าของชุดทดสอบแรงกระแทก

3. วิธีการทดลอง

ต่อเครื่องทดสอบแรงกระแทก เครื่องขยายสัญญาณ ดิจิตอลออสซิลโลสโคปและคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การต่อเครื่องมือทดสอบการกระแทก

นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้ปรับระดับความชื้นจากชุดควบคุมการสมดุลความชื้นให้ได้ประมาณ 10%wb หรือ 14%wb หรือ 18%wb มาวางที่เครื่องทดสอบครั้งละเมล็ด โดยมีรูปแบบการวาง 3 รูปแบบ ดังรูปที่ 3

วางนอนธรรมชาติ วางขั้วเมล็ดขึ้น วางตั้ง

รูปที่ 3 การวางเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อทดสอบการรับแรงกระแทก 3 รูปแบบ
(รูปแบบวางขั้วเมล็ดขึ้น และ วางตั้ง ใช้กาวแห้งเร็วช่วยยึดติด)

ปรับระดับหัวกระแทกที่ความสูง 6 ระดับตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร ถึง 300 มิลลิเมตร โดยเพิ่มความสูงครั้งละ 50 มิลลิเมตร (50, 100, 150, 200, 250, 300 มิลลิเมตร) แล้วปล่อยหัวกระแทกให้ตกลงมาที่ถั่วเหลือง

จำนวนการทดลอง

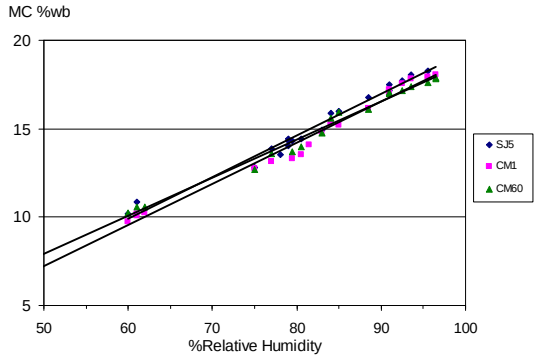
1) ถั่วเหลือง 3 พันธุ์ 3 ระดับความชื้น 3 รูปแบบการรับแรงกระแทก	=	27	รูปแบบ
2) ความสูงการกระแทก 6 ระดับ	=	162	รูปแบบ
3) ทดลองรูปแบบละ 20 ซ้ำ (Mohsenin, 1981)	=	3240	ครั้ง

นำถั่วเหลืองแต่ละเมล็ดหลังรับแรงกระแทก มาสังเกตการเสียหายของเมล็ดและบันทึกผล โดยแจกแจงระดับความเสียหาย เป็น 5 รูปแบบ คือ 1) บุบหรือมีรอยร้าวเล็กน้อย 2) ร้าวทั้งเมล็ด 3) เมล็ดแตกแยกเป็น 2 ส่วน หรือเสียรูปทรงปานกลาง 4) เมล็ดแตกแยกมากกว่า 2 ส่วน หรือเสียรูปทรงมาก 5) เมล็ดแตกประลัย หรือเสียรูปทรงโดยสิ้นเชิง

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเตรียมถั่วเหลือง

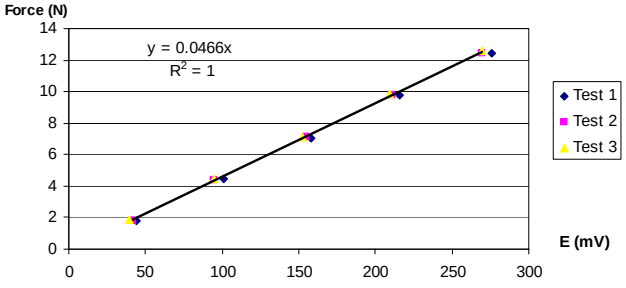
หลังจากนำถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์มาเก็บในชุดควบคุมการสมดุลความชื้นในระยะเวลาประมาณ 10 วัน จนได้ความชื้นของถั่วเหลืองตามที่ต้องการทดสอบ คือ ประมาณ 10%wb, 14%wb และ 18%wb ได้ผลดังกราฟรูปที่ 4



รูปที่ 4 การสมดุลความชื้นของถั่วเหลือง 3 พันธุ์ ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆกัน

2. การปรับเทียบแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องทดสอบแรงกระแทกกับแรงจากเครื่อง Universal testing machine

ได้สมการค่าแรงกระแทก F(N) = 0.0466E(mV) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 1 ดังรูปที่ 5

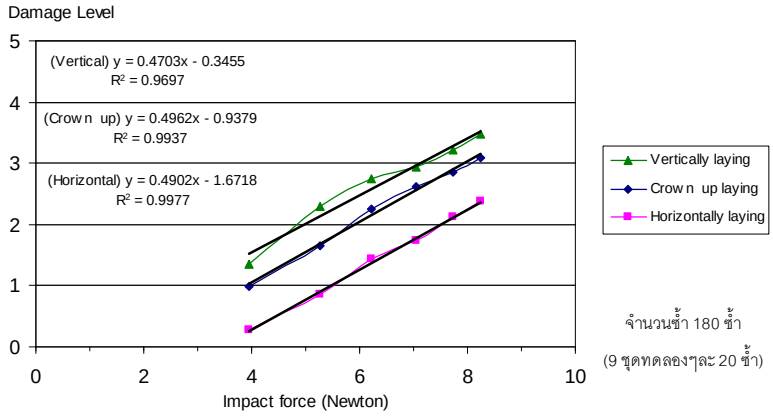


รูปที่ 5 แรงจากเครื่อง Universal testing machine (N) กับ แรงดันไฟฟ้า (mV) จากเครื่องทดสอบแรงกระแทก

ผลการทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้า (mV) จากเครื่องทดสอบแรงกระแทก ที่ระดับความสูงหัวกระแทก 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 มม ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า 84.85, 113.03, 133.40, 151.33, 166.03 และ 176.78 mV ตามลำดับ และคำนวณได้ค่าแรงกระแทก 3.95, 5.27, 6.22, 7.05, 7.74 และ 8.24 นิวตัน ตามลำดับ

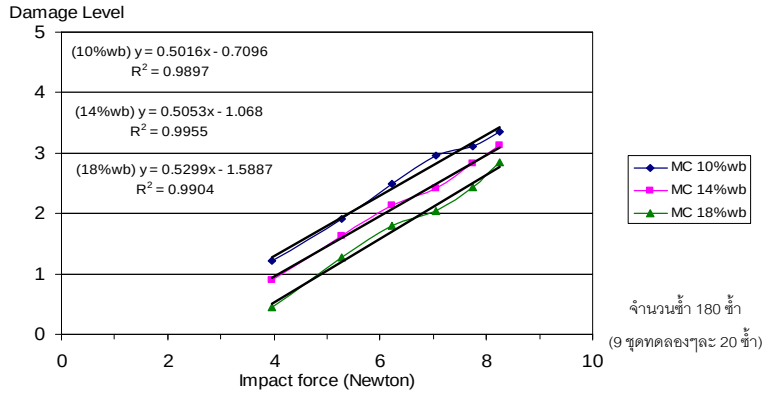
3. ผลความเสียหายของถั่วเหลืองจากแรงกระแทก

3.1) กรณีการวางถั่วเหลืองให้รับแรงกระแทกต่างรูปแบบกัน เมื่อทดสอบที่แรงกระแทกเท่ากัน การวางตั้งให้รับแรงกระแทกเกิดความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลืองมากที่สุดเพราะพื้นที่หน้าตัดรับแรงกระแทกน้อยที่สุดและมีเฉพาะเปลือกเมล็ดที่ทำหน้าที่ยึดรูปทรงเมล็ดไว้ รองลงมาคือเมื่อวางขั้วเมล็ดขึ้นซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดรับแรงกระแทกรองลงมา และเมื่อวางนอนตามธรรมชาติเสียหายน้อยที่สุดเพราะพื้นที่หน้าตัดรับแรงกระแทกมากที่สุด ดังกราฟรูปที่ 6.1



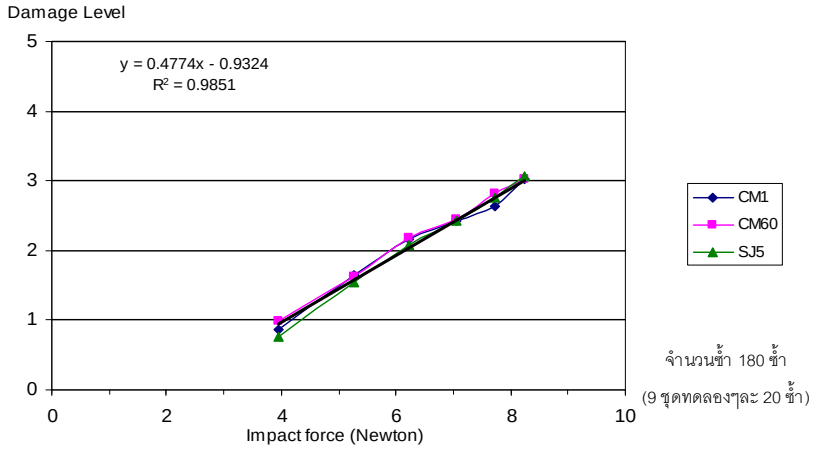
รูปที่ 6.1 กราฟแรงกระแทกกับระดับความเสียหายเมื่อวางเมล็ดถั่วเหลืองต่างกัน

3.2) กรณีความชื้นต่างกัน ที่ระดับความชื้น 10%wb เกิดความเสียหายมากที่สุดเพราะมีน้ำซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการยืดหยุ่นและการยึดเกาะของเมล็ดไว้น้อยที่สุดรองมาคือ ที่ระดับความชื้น 14%wb และที่ระดับความชื้น 18%wb เกิดความเสียหายน้อยที่สุด ที่ระดับความชื้นประมาณ 10%wb มีการแตกมากที่สุด รองมาคือระดับความชื้นประมาณ 14%wb และ 18%wb ตามลำดับ โดยที่ระดับความชื้นประมาณ 18%wb เกิดการยุบตัวเสียรูปทรงมากที่สุด รองลงมาคือระดับความชื้นประมาณ 14%wb และ 10%wb ตามลำดับ ดังกราฟรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 กราฟแรงกระแทกกับระดับความเสียหายเมื่อความชื้นเมล็ดถั่วเหลืองต่างกัน

3.3) กรณีเมล็ดพันธุ์ต่างชนิดกัน เกิดความเสียหายใกล้เคียงกัน แม้ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 1 จะมีขนาดและน้ำหนักมากกว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และ เชียงใหม่ 60 ก็ตาม น่าจะเป็นเพราะความแน่นเนื้อของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และ เชียงใหม่ 60 มีมากกว่าพันธุ์ เชียงใหม่ 1 โดยได้ค่าระดับความเสียหายดังกราฟรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 กราฟแรงกระแทกกับระดับความเสียหายเมื่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างกัน

สรุปผลและเสนอแนะ

เมื่อทดสอบที่แรงกระแทกเท่ากัน การวางตั้งให้รับแรงกระแทกเกิดความเสียหายของเมล็ดถั่วเหลืองมากที่สุดเพราะพื้นที่หน้าตัดรับแรงกระแทกน้อยที่สุดและมีเฉพาะเปลือกเมล็ดที่ทำหน้าที่ยึดรูปทรงเมล็ดไว้ รองลงมาคือเมื่อวางขั้วเมล็ดขึ้นซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดรับแรงกระแทกรองลงมา และเมื่อวางนอนตามธรรมชาติเสียหายน้อยที่สุดเพราะพื้นที่หน้าตัดรับแรงกระแทกมากที่สุด สำหรับกรณีความชื้นต่างๆกันนั้น ที่ระดับความชื้น 10%wb เกิดความเสียหายมากที่สุดเพราะมีน้ำซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการยืดหยุ่นและการยึดเกาะของเมล็ดไว้น้อยที่สุดรองมาคือ ที่ระดับความชื้น 14%wb และที่ระดับความชื้น 18%wb เกิดความเสียหายน้อยที่สุด ด้านความต่างของพันธุ์ถั่วเหลืองนั้นระดับความเสียหายไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแม้เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 1 จะมีเมล็ดใหญ่กว่า พันธุ์ สจ.5 และ เชียงใหม่ 60 ก็ตาม แนวโน้วการเสียหาย จนแตกประลัยหรือเสียรูปทรงโดยสิ้นเชิงอยู่ที่ช่วงแรงกระแทก 12 – 14 นิวตัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และได้รับการสนับสนุนให้ใช้เครื่องมือทดลองและงบสนับสนุน จากภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รวมถึงได้รับการสนันสนุนให้มีการเผยแพร่ผลงานวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

สัมพันธ์ ไชยเทพ และ คติวัฒน์ กันธา, *เครื่องทดสอบแรงกระแทกเมล็ดข้าวเปลือก*, โครงการหลักสูตรปริญญาตรี, สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2547

อนุวัตร ศรีนวล, *ผลของแรงกระแทกที่มีผลต่อความเสียหายของเมล็ดข้าวเปลือก*, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551

อภิพรรณ พุกภักดี, *ถั่วเหลือง : พืชทองของไทย*, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 1, มิถุนายน 2546

อัจฉรา อุทโยภาศ, ศรีสมร พิทักษ์, ดร. ศรีสุข พูนผลกุล, *ถั่วเหลือง หนึ่งในพืชเทพเจ้า*, เพิ่มทรัพย์การพิมพ์ กรุงเทพฯ 2547

กรมวิชาการเกษตร, *สรุปรายงานผลงานวิจัยถั่วเหลืองปี 2531-2541*

ณรงค์เดช สุคนธมาน และ ทวีลาภ เมฆาสุวรรณดำรง, *การศึกษาผลจากแรงกระแทกที่มีต่อเมล็ดถั่วเหลืองด้วยเครื่องแบบจานหมุน*,โครงการหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2538

จักร จักกะพาก และ ยาซุมะสะ โคบะ, *เครื่องจักรกลเกษตร,* กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว กรุงเทพฯ, 2528

กรมวิชาการเกษตร, *เกษตรดีที่เหมาะสม ลำดับที่ 15 สำหรับถั่วเหลืองฝักสด*, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 2545

กรมวิชาการเกษตร, *เกษตรดีที่เหมาะสม ลำดับที่ 16 สำหรับถั่วเหลือง*, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 2545

รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 7, 25-27 สิงหาคม 2541

สมนึก บุญพาไสว, *การวัดและเครื่องมือวัด*, สำนักพิมพ์ท็อป กรุงเทพฯ 2545

สุรเวทย์ กฤษณะเศรณี, *เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับถั่วเหลือง*, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ 2540

ศุภชัย แก้วมีชัย, *การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย,* ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2537

Baize John, 2009, *"Overview of the Global Oilseed Markets"* [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.cottonseed.com (Sep 3, 2009)

Doebelin E.O., *Measurement systems application and design*, 4th ed. McGraw Hill, New York USA 1990

Mohsenin Nuri N., *Physical Properties of Plant and Animal Materials,* Gordon and Berach Science Publishers, New York, United States of America 1981

Hall Carl W., P.E., *Drying and Storage of Agricultural Crops*, Eastern Graphics, Inc. Old Saybrook, Connecticut, USA 1980

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552 *"พยากรณ์การผลิตถั่วเหลือง ปี 2552"* [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา www2.oae.go.th/mis/forecast (31 สิงหาคม 2552)

สมาคมส่งเสริมผู้ใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์, 2552 "*สถานการณ์เมล็ดถั่วเหลืองโลก"* [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.feedusers.com (31 สิงหาคม 2552)