Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 505-508 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 505-508 (2554)

การเปรียบเทียบเครื่องตีเปลือกมะพร้าวแบบก้านตีอิสระและยึดแน่น

Comparison of Free Teeth and Fixed Teeth Types Coconut Husk Impact Crushers

ดิษฐพร ตุงโสธานนท์[1] **และ ชมพูนุช กูลเกตุวงศ์**[1]
Dithaporn Thungsotanon[1] and Chompoonud Kulketwong[1]

Abstract

The objective of this research was to compare the performance of 2 types of coconut husk impact crushers, one with flexible teeth and the other with fixed teeth to extract the coir fiber and coconut husk shredded pieces. The experiment was divided into two steps, firstly to study the impact force and secondly to compare performance of the machines. The test used 5 - 7 kg of dried coconut husk, and the rotor speed of 400 - 700 rpm. After crushing the products, which were coir fibers threaded coconut husk and inseparable husk were collected and weighed. The result showed that the fixed teeth type was not suitable for crushing the coconut husk. The flexible teeth type crusher operated at the speed of 400 rpm, to shred 7 kg of dried coconut husk, could produce the maximum coir fiber of 4.1 kg. When 6 kg of dried coconut husk was tested the crusher, obtained 2 kg of shredded product.

Keywords: Coconut husk impact crusher, Flexible teeth, Fixed teeth

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องตีเปลือกมะพร้าวแบบก้านตีอิสระและยึดแน่น ต่อการแยกเส้นใยมะพร้าวและขุยมะพร้าว การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การทดลองหาแรงในการตีเปลือกมะพร้าว และการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องตีทั้งสองแบบ โดยใช้เปลือกมะพร้าวแห้งในการทดลองตั้งแต่ 5 – 7 กก. และความเร็วรอบตั้งแต่ 400 -700 รอบต่อนาที จากนั้นนำผลผลิตที่ได้ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยมะพร้าว ขุยมะพร้าวและเส้นใยที่ไม่สามารถแยกได้มาทำการวิเคราะห์ พบว่า ก้านตีแบบยึดแน่นไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ส่วนแบบก้านตีอิสระที่ความเร็วรอบ 400 rpm สามารถตีได้เส้นใยสูงสุด 4.1 กก. เมื่อใช้เปลือกมะพร้าวแห้ง 7 กก. และจะได้ขุยมะพร้าวสูงสุด 2 กก. เมื่อใช้เปลือกมะพร้าวแห้ง 6 กก.

คำสำคัญ: เครื่องตีเปลือกมะพร้าว ก้านตีอิสระ ก้านตียึดแน่น

คำนำ

มะพร้าวเป็นพืชในวงศ์ปาล์มหรือวงศ์หมาก (ปราโมทย์, 2524; มนูญ, 2532) มะพร้าวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera Linn* และถูกจัดให้อยู่ในสกุล *Arecastrum, Butia* และ *Syagrus* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ณรงค์, 2530) มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากคนไทยรู้จักใช้เนื้อมะพร้าว ในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาว และหวานในชีวิตประจำวัน ผลมะพร้าวประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้แก่เปลือกชั้นนอก (Exocarp หรือ Epicarp) คือ เปลือกนอกสุดของผลเมื่อยังอ่อนจะมีสีต่างกันตามพันธุ์ เช่น สีเขียว เหลือง ส้ม น้ำตาล น้ ำตาลแดงและสีงาช้าง เปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) คือ เนื้อเยื่อทั้งหมดใต้เปลือกชั้นนอกถึงกะลาเมื่อผลแก่มีลักษณะเป็นเส้นใย และเปลือกชั้นใน (Endocarp) คือกะลาเป็นเนื้อเยื่อที่แข็งที่สุดในผลมีรูปร่างกลม (จวงจันทร์, 2525; ณรงค์, 2530; มนูญ, 2532) มะพร้าวเป็นผลผลิตทางเกษตรชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งในด้านการบริโภคและเป็นวัตถุดิบ เช่น ด้านการเกษตร

การนำเอามะพร้าวมาปลูกเป็นพืชสวน ผลผลิตที่ได้ คือ ผลมะพร้าวแก่นำมาแปรรูปเป็นน้ำกะทิ ซึ่งส่วนที่เหลือ คือ เปลือกอ่อนของมะพร้าวที่เหลือจากการปอกเปลือก เปลือกอ่อนของมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น เพื่อนำเอาขุยไปใช้ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ และเส้นใยยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทำเป็นเครื่องเรือน เช่น ไม้อัด(ประวิทย์, 2549) เตียงนอน เบาะต่างๆ อุตสาหกรรมมะพร้าว แบ่งกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อการบริโภค เช่น อุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว อุตสาหกรรมกะทิเข้มข้น อุตสาหกรรมมะพร้าวขูดแห้ง อุตสาหกรรมน้ำตาลมะพร้าว เป็นต้น และ ผลิตภัณฑ์

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ชุมพร 86160
[1]Department of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Chumphon 86160

เพื่ออุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเส้นใยมะพร้าว อุตสาหกรรมแท่งเพาะชำ อุตสาหกรรมเผาถ่านจากกะลามะพร้าว อุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว จากความสำคัญดังกล่าวทำให้ต้องมีการสร้างและพัฒนากระบวนการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะพร้าวและใน งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาไปที่กระบวนการแปรรูปเปลือกมะพร้าวให้เป็น เส้นใยและขุยมะพร้าว จากการศึกษาที่ผ่านมา ได้มีผู้พัฒนาเครื่องลอกเส้นใยจากเปลือกมะพร้าว(สุรพลและมณฑป, 2544) ที่ต้องนำส่วนเปลือกเข้าสู่เครื่องนวดแล้วนำไปแช่น้ำก่อนที่จะนำไปลอกเส้นใยที่ความเร็วรอบ 1200 rpm วีระพงษ์และวีระพันธ์ (2552) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณน้ำคงอยู่และความเร็วรอบใช้งานเพื่อลอกเส้นใยสำหรับเครื่องตีเปลือกมะพร้าว พบว่าตีแบบเพิ่มน้ำได้เส้นใยที่ดีกว่าการตีแห้งที่เงื่อนไขการทำงาน 1000 rpm และชนะรัตน์และสุชาติ (2543) ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องตีขุยมะพร้าวชนิดที่ถังตีและแยกเส้นใยและขุยอยู่ในชุดเดียวกันพบว่าสามารถทำงานได้ครั้งละ 10 kg/hr จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ายังไม่มีการศึกษาถึงการออกแบบก้านตีเปลือกมะพร้าวชนิดยึดแน่นและอิสระเลย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งที่จะทำการศึกษาถึงก้านตีเปลือกมะพร้าว 2 ชนิดดังกล่าว

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีของวิธีพลังงาน

โดยทั่วไปการทำงานของใบมีดตัดวัสดุเกษตรจะเคลื่อนไปมาบนจุดคงที่หรือจุดหมุนของเพลา การวิเคราะห์มุมใบมีดที่ใช้กระแทกวัสดุการเกษตรจึงพิจารณาผลจากเกณฑ์การแกว่งของใบมีด

การวิเคราะห์เริ่มต้น เมื่อเคลื่อนใบมีดขึ้นจากแนวดิ่งของจุดหมุน ตามFigure 1 พลังงานศักย์, E ดังสมการ

$$E = mg(h - h') \qquad (1)$$

โดย E คือพลังงานที่ได้จากการปล่อยตุ้มน้ำหนัก (J), m คือมวลของตุ้มน้ำหนัก (kg), h และ h' คือ ความสูงของลูกตุ้มก่อนและหลังกระแทกตามลำดับ (m) และ g คืออัตราเร่งจากแรงดึงดูดของโลก (9.81 m/s^2)

2. การวัดกำลังไฟฟ้า การวัดกำลังไฟฟ้าทำโดยวัดค่ากระแสด้วยเครื่องมือวัด แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณเพื่อประเมินค่าภาระตามส่วนของมอเตอร์ได้ กำลังไฟฟ้า 3 เฟสที่ป้อนให้กับมอเตอร์ที่กำลังขับโหลดอยู่ได้ (ไทยแลนด์อินดัสตรี้ดอทคอม, 2552)

$$P_i = \frac{V \times I \times PF \times \sqrt{3}}{1000} \qquad (2)$$

โดย P_i คือ กำลังไฟฟ้า 3 เฟส (kW), V คือ แรงดัน RMS, (mean line-to-line ของ 3 เฟส), I คือ กระแส RMS, (ค่าเฉลี่ยของ 3 เฟส) และ PF คือ Power factor

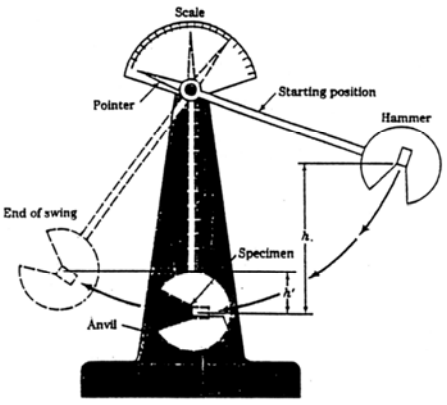

Figure 1 Impact test (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2551)

Figure 2 Coconut husk impact crushers

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้ก้านตีแบบอิสระและแบบยึดแน่นที่เกิดขึ้นต่อการตีเปลือกมะพร้าว โดยการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองวัดค่าของพลังงานที่ใช้ในการตีเปลือกมะพร้าวแห้งกับก้านทั้งสองแบบ การทดลองทำโดยการสร้างชุดก้านตีทั้งแบบอิสระและแบบยึดแน่นที่มีขนาดและรูปแบบเดียวกันกับเครื่องจริง คือ

ก้านทำจากเหล็กหัวฟ้า AISI 4140 (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2544) มีความหนา 10 mm ความกว้าง 40 mm และ ความยาว 340 mm มาทำการทดสอบโดยตั้งเงื่อนไขไว้ว่าจะทำการทดลองแรงกระแทกเปลือกมะพร้าวแบบแห้งจนกว่าเปลือกมะพร้าวแบบแห้งจะแตกที่ความลึกเข้าไปในเปลือกมะพร้าวที่ระยะไม่น้อยกว่า 10 mm หรือเปลือกมะพร้าวแยกออกจากกันและการทดลองแยกใยและขุยมะพร้าวจากการทดสอบจริง โดยทำการทดลองกับเครื่องตีเปลือกมะพร้าวดังFigure 2 อุปกรณ์การทำงานของเครื่องประกอบด้วย ชุดลำเลียงเปลือกมะพร้าวที่ควบคุมความเร็วในการป้อนโดยมอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้ ห้องตีเปลือกมะพร้าวภายในประกอบด้วยเพลาที่ถูกขับโดยมอเตอร์(Figure 2) เพลาภายในห้องตีเปลือกมะพร้าวได้ทำการติดตั้งชุดก้านตีแบบอิสระดังFigure 3 หรือก้านตีแบบยึดแน่นดังFigure 4 จำนวน 33 ก้าน วางห่างกันเป็นมุม 120 ° รวมเป็นระยะความยาวทั้งสิ้น 2500 mm เส้นใยและเศษดังFigure 5 (b)และFigure 5 (c) ตามลำดับ ที่ได้จะถูกนำออกมาจากเครื่องที่ทางออกดังใน Figure 2 โดยการไหลออกของผลผลิตเส้นใยและเศษให้พิจารณาจากFigure 5 (d) ส่วนขุยมะพร้าวจะถูกนำออกไปจากเครื่อง ณ ตำแหน่งดังFigure 2

ในการทดสอบการทดลองตีเปลือกมะพร้าวแบบแห้ง ครั้งละ 5 - 7 kg โดยปรับเพิ่มครั้งละ 1 kg และความเร็วรอบเพลาตีตั้งแต่ 400 – 700 rpm โดยปรับเพิ่มครั้งละ 50 rpm กับก้านตีอิสระและแบบยึดแน่น นำผลผลิตที่ได้และปริมาณของพลังงานที่ใช้จากวิธีการวัดกำลังไฟฟ้าอินพุต (ไทยแลนด์อินดัสตรี้ดอทคอม, 2552) มาทำการวิเคราะห์ผล

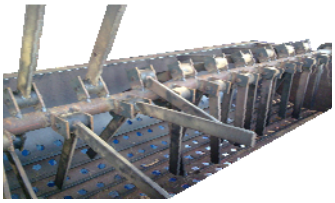

Figure 3 Free Teeth Type

Figure 4 Fixed Teeth Type

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. วิธีพลังงาน

จากการทดลองหาแรงในการกระแทกเปลือกมะพร้าวเพื่อทำให้เปลือกมะพร้าวแตกหรือเกิดรอยลึกเข้าไปในเปลือกมะพร้าวตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จากการทดลอง พบว่า ก้านตีแบบยึดแน่นใช้แรงในการกระแทก 267.7 J ส่วนก้านตีแบบอิสระไม่สามารถวัดแรงที่ใช้ในการกระแทกเปลือกมะพร้าวได้เนื่องจากเกินขอบเขตความสามารถของเครื่องทดสอบแรงกระแทก ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่ก้านตีแบบยึดแน่นมีความสามารถในการตีเปลือกมะพร้าวเพื่อแยกเส้นใยและขุยได้ดีกว่าก้านแบบอิสระเนื่องจากการใช้พลังงานในการตีที่น้อยส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้น้อยตามไปด้วย

(a) Shredded Pieces

(b) Coir Fiber

(c) Inseparable Husk

(d) Total Product

Figure 5 Products obtained from free teeth types coconut husk impact crushers

2. การตีเปลือกมะพร้าว

การทดลองแยกใยและขุยมะพร้าวกับเครื่องตีเปลือกมะพร้าวครั้งนี้มุ่งเน้นประเด็นที่ผลของการใช้ก้านตีแบบอิสระและแบบยึดแน่นซึ่งจากการทดลอง พบว่า ในการตีเปลือกมะพร้าวโดยใช้ชุดก้านตีแบบอิสระ สามารถทำงานได้ดีกว่าชุดก้านแบบยึดแน่น ที่การตีเปลือกมะร้าวครั้งละ 5 kg ความเร็วรอบเพลา 400 rpm ก้านตีแบบอิสระสามารถแยกเส้นใยได้ 2.62 kg ขุยมะพร้าวได้ 1.83 kg เส้นใยที่ไม่สามารถแยกได้ 0.53 kg และสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าประมาณ 0.2 kW ส่วนการใช้ก้านตีแบบยึดแน่น พบว่า ไม่สามารถทำการตีเปลือกมะพร้าว เพื่อแยกเส้นใยและขุยมะพร้าวได้และจาการทดลองที่ 400 rpm ปริมาณเปลือกมะพร้าว 5 kg จะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าอยู่ประมาณ 0.35 kW ซึ่งมากกว่าการทดลองของการตีเปลือกมะพร้าวโดยใช้ก้านแบบอิสระ การทำงานของเครื่องเกิดการติดขัด ควบคุมเครื่องลำบากเนื่องจากปัญหาเรื่องของการอัดตัวแน่นของเปลือก

มะพร้าวที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในบริเวณปลายก้านตียึดแน่นกับขอบถังด้านในและไม่สามารถทำการทดลองการตีเปลือกมะพร้าวที่เงื่อนไขการทดลองอื่นๆได้

ส่วนการทดลองตีเปลือกมะพร้าวโดยใช้ก้านแบบอิสระที่เงื่อนไขการทดลองอื่น พบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการตีเปลือกมะพร้าวจะทำให้ปริมาณของเส้นใยมะพร้าวมีปริมาณที่ลดลงทุกๆเงื่อนไขของปริมาณการป้อนเปลือกมะพร้าว ดัง Figure 6 ส่วนปริมาณของขุยมะพร้าวพิจารณาจากFigure 6 พบว่าจะมีปริมาณที่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มความเร็วรอบทุกๆค่าของปริมาณการป้อน ส่วนปริมาณเศษใยมะพร้าวดังFigure 7 จะมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก็เพิ่มขึ้นเมื่อมีการปรับเปลี่ยนปริมาณกาบมะพร้าวและความเร็วรอบดังแสดงในFigure 7 แต่ถึงแม้ว่าการทดลองที่ผ่านมาเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะมีปริมาณที่ลดลงแต่สิ่งที่ตามมา คือ ความรวดเร็วในการทำงานที่เพิ่มขึ้น

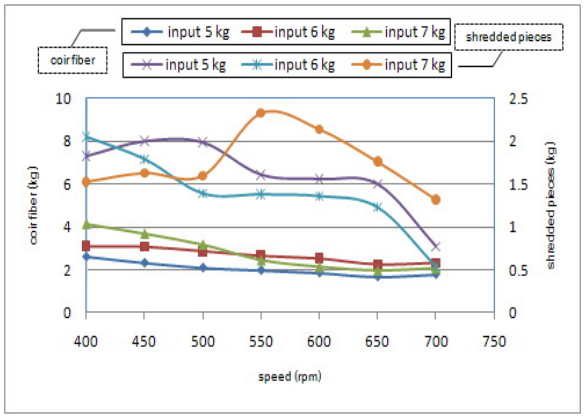

Figure 6 Coir fiber and shredded pieces obtained from free teeth type crusher

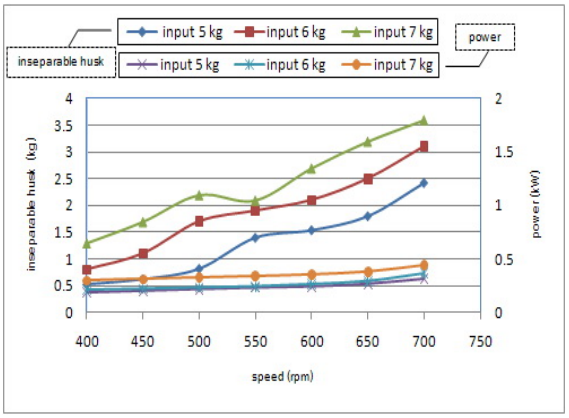

Figure 7 inseparable husk obtained and power used from free teeth type crusher

สรุป

การเปรียบเทียบเครื่องตีเปลือกมะพร้าวแบบก้านตีอิสระและยึดแน่นในครั้งนี้ได้ข้อสรุปว่าก้านตีแบบยึดแน่นไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานเนื่องจากเกิดการอัดตัวของเปลือกมะพร้าวทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานได้ การใช้ก้านตีแบบอิสระควรเลือกใช้งานที่ความเร็วรอบการใช้งานสูงเพื่อความรวดเร็วในการทำงานแต่ควรมีการนำเปลือกมะพร้าวมาทำการตีซ้ำ

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2525. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจเล่ม 1. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 155 หน้า

ชนะรัตน์ ชนภักดีและสุชาติ กลิ่นรอด. 2543. การออกแบบและสร้างเครื่องตีขุยมะพร้าว. ปริญญานิพนธ์(อส.บ) ออกแบบเครื่องกล. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2530. เชื้อพันธุ์มะพร้าว. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 106 หน้า

ไทยแลนด์อินดัสตรี้ดอทคอม. ประสิทธิภาพที่ได้จากการคำนวณภาระมอเตอร์ไฟฟ้า. [online]. 2552. แหล่งที่เข้าถึง: http://www.thailandindustry.com/home/FeatureStory_preview.php?id=10024&section=9&rcount=Y [14 มกราคม 2553]

ประวิทย์ อรุณวัฒนโชค. 2459. การศึกษาการกั้นเสียงและการต้านการลามไฟของแผ่นชิ้นไม้ที่ทำจากชานอ้อย เส้นใยมะพร้าวและพอลิสไตรีนโฟม. วิทยานิพนธ์(วท.ม) เทคโนโลยีพอลิเมอร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ปราโมทย์ ศรีภิรมย์. 2524. ชุมนุมสมุนไพรไทย.สำนักพิมพ์หอสมุดกลาง, กรุงเทพฯ. 253 หน้า

มนูญ เจียมจรัสรังษี. 2532. การศึกษาอนุกรมวิธานของพันธุ์มะพร้าว. วิทยานิพนธ์ (วท.ม) เกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระพงษ์ กาญจนวงศ์กุลและวีระพันธ์ ด้วงทองสุข. 2552. การศึกษาและเปรียบเทียบผลของปริมาณน้ำคงอยู่และความเร็วรอบใช้งานเพื่อลอกเส้นใยสำหรับเครื่องตีเปลือกมะพร้าว. การประชุมวิชาการวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10. 123-128

สุรพล ภูมิพระบุ และมณฑป ปลั่งสูงเนิน. 2544. เครื่องลอกเส้นใยมะพร้ าว. มข.วิจัย, Vol.3, pp.17-20

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ตารางเทียบเกรดเหล็กไทยกับมาตรฐานสากล. [online]. 2544. แหล่งที่เข้าถึง : http://www2.mtec.or.th/th/research/metals/thaigrade.html [14 มกราคม 2553]

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. การวัดคุณสมบัติความเหนียวของวัสดุด้วยการทดสอบแรงกระแทก. [online]. 2551. แหล่งที่เข้าถึง: http://www.mtec.or.th/laboratory/mech/index.php/knowlegde/45--toughness-impact-test [14 มกราคม 2553]