

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดกระทิง
A Study on Basic Physical Properties of Calophyllum Inophyllum Seed

ชัยณรงค์ หล่มช่วงคำ¹ จักรมาส เลหาวิช¹ สุพรรณ ยั่งยืน¹ และ อนุสร เวชสิทธิ์²
Chainarong Lomchangkum¹, Juckamas Laohavanich¹, Suphan Yangyuen¹ and Anusorn Vejasit²

Abstract

This research aims to determine the physical properties of Calophyllum inophyllum seed and its oil content. The results from testing showed that size of dried fruit before hulling (width length thickness and geometric dimension) were 31.30 27.97 27.64 and 28.95 mm, respectively. Shell thickness was 3.44 mm. The Calophyllum inophyllum seeds were sun-dried for 3 days. The seeds were subsequently hulled and dried at 70°C for 9 days in order to optimize the conditions for compression using hydraulic cylinder compression machine. It was found that the moisture content of the Calophyllum inophyllum seed decreased and subsequently leveled off after drying time of 7 days, containing the moisture content of 7% wb. The amount of oil obtained from the compression test was 33% (by weight) with the moisture content of 0.14% wb. The dried seed (width, length, thickness and geometric dimension) were 18.50, 21.89, 18.66 and 19.66 mm, respectively, the seed density was 1.04 g/cm³, its angle of static friction was 8.0 degree and the hardness were 411.88 and 190.62 N when measured on width and the length, respectively.

Keywords: calophyllum inophyllumseed oil, physical properties, screw press oil extraction

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกระทิงและหาปริมาณน้ำมัน ผลการทดสอบพบว่า ขนาดรูปร่างของผลแห้งก่อนกะเทาะ มี (ค่าความกว้าง ความยาว ความหนาและเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิต) เฉลี่ยเท่ากับ 31.30 27.97 27.64 และ 28.95 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความหนาของเปลือกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 มิลลิเมตร เมื่อนำผลแห้งไปกะเทาะเปลือกออกแล้วนำเมล็ดกระทิงไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำเมล็ดกระทิงไปอบลดความชื้นต่อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดสำหรับการทดสอบบีบอัดน้ำมัน ด้วยเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก พบว่าความชื้นของเมล็ดกระทิงจะลดลงและเริ่มคงที่เมื่อผ่านการอบไปถึงวันที่ 7 มีค่าความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก โดยสามารถบีบอัดน้ำมันได้สูงสุดประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีค่าความชื้นของน้ำมันเท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกซึ่งคุณสมบัติของเมล็ดหลังลดความชื้นที่นำมาบีบอัดน้ำมัน มี (ค่าความกว้าง ความยาวความหนาและเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิต)เฉลี่ยเท่ากับ 18.50 21.89 18.66 และ 19.66 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นของเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์มุมเสียดทานสถิตย์ของเมล็ดแห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.0 องศา และค่าความแข็งของเมล็ดแห้งด้านกว้างและด้านยาว เฉลี่ยเท่ากับ 411.88 และ 190.62 นิวตันตามลำดับ

คำสำคัญ: น้ำมันเมล็ดกระทิง คุณสมบัติทางกายภาพ บีบอัดน้ำมันแบบใช้เกลียว

¹ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University 44150

² ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร 40000

² KhonKaenAgriculture Engineering Research Center Institute of Agricultural Engineering, Department of Agriculture40000

คำนำ

ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้จากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ ได้รับความนิยมนำมาใช้ในเครื่องยนต์ของพลังงานทางเลือกเพราะไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ไบโอดีเซลส่วนใหญ่ที่ผลิตได้ในประเทศไทยมาจากพืชหลายชนิด เช่น ปาล์มน้ำมัน ถั่วเหลือง ถั่วลิสง งา และเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น จากสถานการณ์น้ำมันขาดแคลนในปี พ.ศ.2554 ประเทศไทยทำให้ไม่มีน้ำมันไบโอดีเซลผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ (ชินชวัญ และสมใจ, 2554) เหตุการณ์ดังกล่าวทำให้ต้องมีการค้นคว้าวิจัยเพื่อหาพืชน้ำมันชนิดใหม่สำหรับเป็นพลังงานทางเลือกมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลโดยเมล็ดกระทิงนั้นถือว่ามีศักยภาพและมีปริมาณการให้น้ำมันสูงสามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลได้ ตัวอย่างเช่นผลการศึกษานักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลในประเทศอินโดนีเซีย ที่ได้ศึกษาน้ำมันจากเมล็ดกระทิงสำหรับใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลกระทิง (*Calophyllum inophyllum* L.) เป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 8-20 เมตรในประเทศไทย มีกระจายอยู่ทุกภูมิภาคโดยมีจำนวนมากตามเขตชายฝั่งทะเลให้ผลผลิตของเป็นผลแห้งรวมเปลือกประมาณ 100-200 ผล/กิโลกรัม/ต้น ผลผลิตของน้ำมัน/หน่วยพื้นที่ประมาณ 748.8 ลิตร/ไร่ (Atabania et al., 2011)

เมล็ดกระทิงนอกจากจะนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลแล้วยังเป็นพืชน้ำมันที่ไม่มีการแข่งขันด้านการตลาดของน้ำมันที่บริโภค เนื่องจากน้ำมันเมล็ดกระทิงไม่สามารถนำมาบริโภคได้ จึงสามารถนำผลผลิตที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตไบโอดีเซลได้โดยไม่แข่งขันกับพืชอาหารชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามการนำเมล็ดกระทิงมาใช้เป็นน้ำมันไบโอดีเซลในประเทศไทย รวมถึงยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดกระทิง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดกระทิงสำหรับออกแบบเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดกระทิงแบบใช้เกลียว เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาประกอบการใช้และออกแบบเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดแบบใช้เกลียว ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องต้นแบบซึ่งคาดว่าจะสามารถพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับพลังงานทดแทนในเกษตรกรรมของไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดกระทิงสำหรับเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดกระทิงแบบใช้เกลียวครั้งนี้ได้ใช้เมล็ดกระทิงที่ปลูกในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มาทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดกระทิง ซึ่งประกอบด้วย 1.) การวัดขนาดรูปร่างของผลแห้งก่อนกะเทาะ และ ความหนาของเปลือก การวัดขนาดรูปร่างของผลแห้งมี 4 ขนาด คือ ความกว้าง (Width) ความยาว (Length) ความหนา (Thickness) และ เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric dimension) โดยสุ่มเมล็ดจำนวนตัวอย่างละ 100 เมล็ด ใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper) โดยความละเอียด ± 0.01 มิลลิเมตรเป็นอุปกรณ์วัดขนาดสำหรับทดสอบ 2.) ความชื้นของเมล็ด เมื่อนำผลแห้งไปกะเทาะเปลือกออกแล้วนำเมล็ดกระทิงไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้ยางของเมล็ดออกก่อนเพราะจะทำให้ยางติดภาชนะที่ตักได้ จากนั้นจึงนำเมล็ดกระทิงไปอบแห้ง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วันโดยใช้ตู้อบด้วยลมร้อน (Oven) และเครื่องชั่งน้ำหนัก Digital เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบ 3.) ปริมาณน้ำมันของเมล็ดกระทิงหลังลดความชื้น ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทุกช่วงระยะเวลาหลังลดความชื้น เป็นเวลา 9 วัน โดยใช้เครื่องบีบอัดน้ำมันแบบไฮดรอลิกบีกเกอร์ วัดปริมาตรของน้ำมัน และเครื่องชั่งน้ำหนัก Digital เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบ (Figure 2 a) 4.) ความชื้นของน้ำมันหลังการสกัด ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทุกช่วงระยะเวลาหลังลดความชื้นเป็นเวลา 9 วัน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมงตามมาตรฐาน ASTM D6751-02 โดยใช้ตู้อบด้วยลมร้อน (Oven) และเครื่องชั่งน้ำหนัก Digital เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบ 5.) การวัดขนาดรูปร่างของเมล็ดหลังลดความชื้นที่นำมาบีบอัดน้ำมัน การวัดมี 4 ขนาดคือ ความกว้าง (Width) ความยาว (Length) ความหนา (Thickness) และเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric dimension)(Figure 1) โดยสุ่มเมล็ดจำนวนตัวอย่างละ 100 เมล็ดใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper) โดยความละเอียด ± 0.01 มิลลิเมตร เป็นอุปกรณ์วัดขนาดสำหรับทดสอบ 6.) ความหนาแน่นของเมล็ดหลังลดความชื้น ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทุกช่วงระยะเวลาหลังลดความชื้นเป็นเวลา 9 วัน โดยใช้กรวยบรรจุเมล็ดขนาด 1,100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม้ฉิวเรียบที่มีความยาวเกินขอบของภาชนะบรรจุสำหรับใช้ปาดเมล็ด และเครื่องชั่งน้ำหนัก Digital เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบ 7.) สัมประสิทธิ์มุมเสียดทานสถิตย์ของเมล็ดแห้ง ตัวอย่างละ 10 ซ้ำ โดยใช้แผ่นไม้ขัดตามเส้น แผ่นเหล็ก แผ่นสแตนเลส และแผ่นยางเป็นอุปกรณ์ทดสอบวัดมุมการไหลของเมล็ดกระทิงแห้ง (Figure 2 b) 8.) ความแข็งของเมล็ดแห้ง โดยสุ่มเมล็ดแห้งจำนวนตัวอย่างละ 50 เมล็ด การทดสอบกระทำ 2 ด้าน คือ ด้านกว้าง (Width) และด้านยาว (Length) โดยใช้เครื่องทดสอบแรงกด UTM (Universal Testing Machine) ยี่ห้อ LRX Plus รุ่น RS232 เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบ (Figure 2 c) (ตามมาตรฐาน ASAE, 2006)

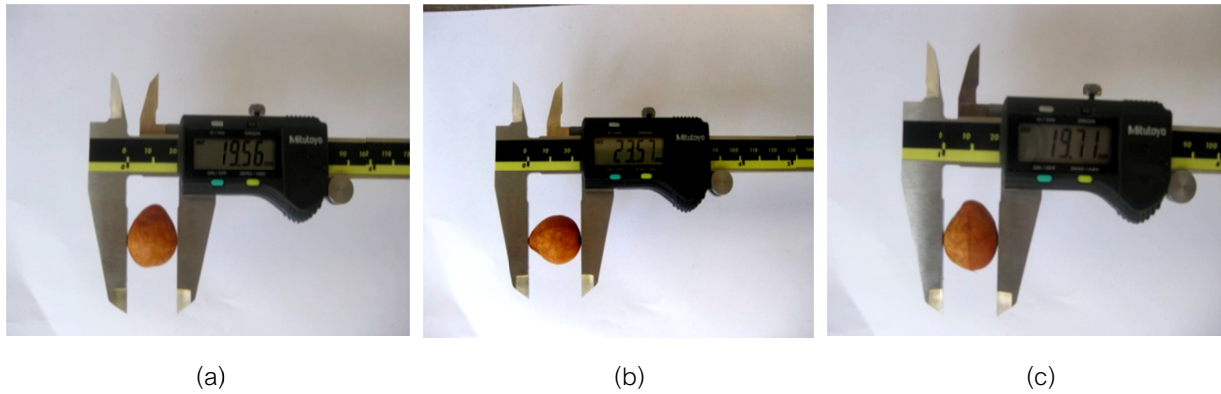


Figure 1 Measuring the size of the calophyllum inophyllum seed after drying Width(a), Length (b), and Thickness (c) (Geometric dimension หาได้จากสมการ $D=(L \times W \times T)^{1/3}$)

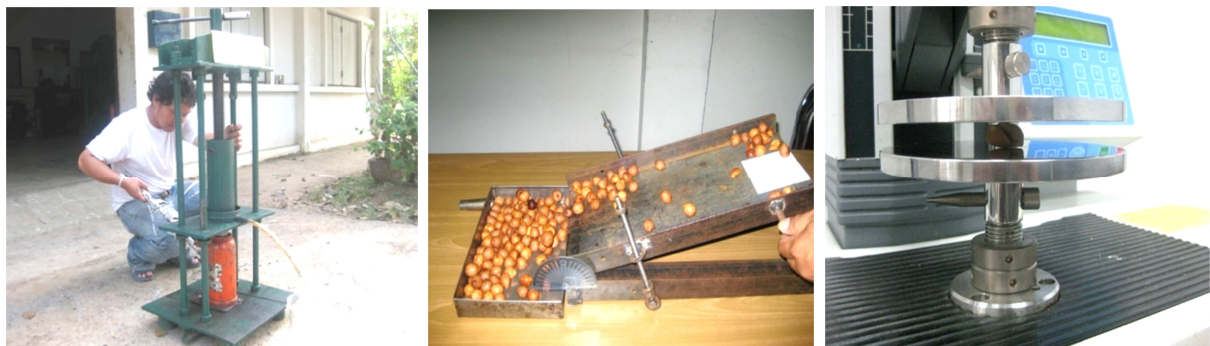


Figure 2 Measuring of calophyllum inophyllum seed oil after drying (a), the Coefficient of static friction of the seed (b), and the seed hardness (c)

ผลและวิจารณ์ผลการทดสอบ

ผลจากการศึกษาคณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดกระทิง พบว่าขนาดรูปร่างของผลแห้งก่อนกะเทาะ ความหนาของเปลือก มีค่าความกว้าง ความยาว ความหนา และเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิต เฉลี่ยเท่ากับ 31.30, 27.97, 27.64 และ 28.95 มิลลิเมตร ตามลำดับ และความหนาของเปลือก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 มิลลิเมตร (Kilickan, 2008) เมื่อนำผลแห้งไปกะเทาะเปลือกออกแล้วนำเมล็ดกระทิงไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำเมล็ดกระทิงไปอบลดความชื้นต่อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดสำหรับการทดสอบบีบอัดน้ำมัน ด้วยเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก พบว่าความชื้นของเมล็ดกระทิงจะลดลงและเริ่มคงที่เมื่อผ่านการอบไปถึงวันที่ 7 และ วันที่ 9 มีค่าความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (Miller et al., 1997) โดยสามารถบีบอัดน้ำมันได้สูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ในทางด้านของสถิติมีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นช่วงระยะเวลาในการลดความชื้นที่ 7 วันจึงเหมาะที่นำมาเป็นข้อมูลในการบีบอัดน้ำมันและมีค่าความชื้นของน้ำมันเท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (Table 1) ซึ่งคุณสมบัติของเมล็ดหลังลดความชื้นที่นำมาบีบอัดน้ำมัน มีค่าความกว้าง ความยาวความหนา และเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิต เฉลี่ยเท่ากับ 18.50 21.89 18.66 และ 19.66 มิลลิเมตร (Kilickan, 2008) ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นของเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (Mohsenin, 1980) (Table 1) ค่าสัมประสิทธิ์มุมเสียดทานสถิตย์ของเมล็ดแห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.0 องศา และค่าความแข็งของเมล็ดแห้งด้านกว้างและด้านยาว เฉลี่ยเท่ากับ 411.88 และ 190.62 นิวตันตามลำดับ (บัณฑิต, 2549)

Table 1. Physical properties of calophyllum inophyllum seeds after drying.

Duration of drying (days)	Percentage of oil in calophyllum inophyllum Seed after drying	Moisture of the calophyllum inophyllum seed oil extraction (%Wb)	Density of calophyllum inophyllum Seed after drying (g/cm ³)
0	25.72 ^a	1.88 ^a	1.63 ^a
3	29.12 ^b	0.48 ^b	1.28 ^b
5	31.30 ^c	0.17 ^c	1.17 ^c
7	33.06 ^d	0.14 ^d	1.04 ^d
9	33.13 ^d	0.14 ^d	1.04 ^d

*Means in the same column followed by the same superscript are not statistically different at P 0.05

สรุป

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายเบื่องต้นของเมล็ดกระทิงสำหรับเป็นข้อมูลออกแบบเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบใช้เกลียวพบว่าขนาดรูปร่างของผลแห้งก่อนกะเทาะ มีค่าความกว้าง ความยาว ความหนา และเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิตเฉลี่ยเท่ากับ 31.30 27.97 27.64 และ 28.95 มิลลิเมตรตามลำดับ ความหนาของเปลือกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 มิลลิเมตร เมื่อนำเมล็ดกระทิงไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน และไปอบลดความชื้น เป็นเวลา 9 วัน พบว่าความชื้นของเมล็ดกระทิงเริ่มคงที่เมื่อผ่านไป 7 วัน มีค่าความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก สามารถบีบอัดน้ำมันได้สูงสุดประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีค่าความชื้นของน้ำมันเท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก คุณสมบัติของเมล็ดหลังลดความชื้นที่นำมาบีบอัดน้ำมัน มีค่าความกว้าง ความยาวความหนา และเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิตเฉลี่ยเท่ากับ 18.50 21.89 18.66 และ 19.66 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นของเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์มุมเสียดทานสถิตย์ของเมล็ดแห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.0 องศา และเมล็ดแห้งด้านกว้างมีค่าความแข็งมากกว่าด้านยาว เฉลี่ยเท่ากับ 411.88 นิวตัน

เอกสารอ้างอิง

- ชินขวัญ ทิพย์จันทร์ และสมใจ ขจรชีพันธุ์งาม. 2554. การผลิตไบโอดีเซลและสภาวะที่เหมาะสมจากน้ำมันเมล็ดกระทิงโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบสองขั้นตอน. รายงานการประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, บัณฑิต จริโมภาส. 2549. สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกษตร. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 160 น.
- Atabania, A.E., A.S. Silitongaa, T.M.I. Mahliaa and H.H. Masjukia. 2011. Calophyllum inophyllum L. AS A Futuer Feedstock for Bio-Diesel Production, IGEC : 6-084. (online). Available online : <http://agroforestry.net/scps>. (December 12, 2011)
- Miller B. M, O. Lawrence and Copeland. 1997. Seed Production. International Tomson Publishing. USA., 288 pp.
- Mohsenin NN.1980. Physical Properties of plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Pulpishers, New York.347-352 pp.
- Killickan, A. and M. Guner. 2008. Physical properties and mechanical behavior of olive fruits under compression loading. Journal of Food Engineering 87 : 222-228.