

คุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของเปลือกหอยนางรม Physical and Mechanical Properties of Oyster Shell

รวีภัทร ลาภเจริญสุข บุญฤทธิ ปินตาสี ภาณุศักดิ์ ดวงลีดา และ ทวีศักดิ์ พิมพะ

Ravipat Lapcharoensuk, Bunyalith Pintasri, Pranusak Doungsrida and Taweesak Pimpa

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: ravipat@live.com โทรศัพท์ 084-433-1156

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของเปลือกหอยนางรม ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบและสร้างเครื่องบดย่อยเปลือกหอยนางรม เปลือกหอยที่ใช้ในการทดลองได้มาจากบริเวณชายทะเลบางพระ ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี คุณสมบัติทางกายภาพที่ศึกษาประกอบด้วย เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต น้ำหนัก สี พื้นผิว และปริมาณความชื้น คุณสมบัติเชิงกลคือ มุมเสียดทาน และแรงกดแตก จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (cm) ของเปลือกหอยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.4 ± 2.7 cm น้ำหนักของเปลือกหอยเท่ากับ 30.46 ± 3.92 g ความชื้นของเปลือกหอยเท่ากับ 21.51 ± 3.94 % wet basic พื้นที่ผิวของเปลือกหอยเท่ากับ 25.57 ± 3.45 cm² ค่ามุมเสียดทานของเปลือกหอยบนพื้นเหล็กมีค่าเท่ากับ 39 ± 1.79 องศา บนพื้นไม้เท่ากับ 31 ± 2.27 องศา และบนพื้นพลาสติกเท่ากับ 15 ± 1.65 องศา สำหรับแรงกดแตกของเปลือกหอยเท่ากับ 1.4 ± 0.67 kN ข้อมูลจากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของเปลือกหอยนางรมถือว่ามีความสำคัญสำหรับวิศวกร ชาวประมงและผู้สนใจเพื่อนำไปออกแบบเครื่องบดย่อยเปลือกหอยนางรมต่อไป

คำสำคัญ: เปลือกหอยนางรม คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล

Abstract

This research aims to study physical and mechanical properties of oyster shell. These information is important that be used for design shelling machine. The oyster shells were picked from Bangpra beach, Chonburi province. The physical and mechanical properties consisted of geometric Mean Diameter (GMD), weight, color, surface area, moisture content, friction angle and rupture force. The results of physical properties showed GMD = 42.4 ± 2.7 cm; weight = 30.46 ± 3.92 g; moisture content = 21.51 ± 3.94 % wet basic; 25.57 ± 3.45 cm²; and surface area = 25.57 ± 3.45 cm². The friction angle results are $39^\circ \pm 1.79$, $31^\circ \pm 2.27$ and $15^\circ \pm 1.65$ on steel, wood and plastic plates respectively. The finding points could be used to design oyster shells shelling machine.

Keywords: Oyster Shell, Physical properties, Mechanical properties

1. บทนำ

หอยนางรมเป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เป็นอาหารที่จัดได้ว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปัจจุบันในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทยนิยมเลี้ยงหอยนางรมกันเป็นอย่างมากตามแนวชายฝั่งทะเลและถูกจำหน่ายให้กับนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเป็นจำนวนมาก ทำให้ปริมาณของเปลือกหอยนางรมมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากด้วย กระบวนการกำจัดเปลือกหอยนางรมถือว่าทำได้ยาก โดยทั่วไปเปลือกหอยนางรมจะถูกนำไปทิ้งตามริมฝั่งทะเลเพื่อให้ย่อยสลายตามธรรมชาติซึ่งเป็นการกำจัดไม่ถูกวิธีทำให้ขยะจากเปลือกหอยนางรมมีจำนวนมากขึ้นทุกปี นอกจากนั้นยังส่งผลทำให้การระบายน้ำจากแหล่งธรรมชาติลงสู่ทะเลเป็นไปด้วยความลำบาก ในเปลือกหอยนางรมมีแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแหล่งแคลเซียมที่สำคัญ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำไปเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์เพราะแคลเซียมมีส่วนในการสร้างผลผลิต เช่น เปลือกไข่ และน้ำนม นอกจากนั้นมีการศึกษาของ รัตนากร ยวงสวัสดิ์และคณะ (2554) ได้ศึกษาการนำเปลือกหอยนางรมมาผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อให้ได้แคลเซียมออกไซด์ (CaO) โดยสามารถนำไปเป็นวัสดุดูดซับเพื่อใช้กำจัดฟอสเฟตในน้ำเสียได้ และจากการศึกษาของนิชิติมารู รุ่งปิ่น (2554) ได้กล่าวว่าการใช้แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) จากเปลือกหอยนางรมเป็นสารเสริมแรงในพอลิไวไวนิลคลอไรด์สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้คอมพอสิตฟิวซีได้

แต่ในกระบวนการที่จะนำเปลือกหอยนางรมมาใช้ประโยชน์นั้นจำเป็นต้องบดย่อยเปลือกหอยนางรมเสียก่อน การบดย่อยหอยนางรมจำนวนมากในเวลาเดียวถือเป็นเรื่องยากเพราะเปลือกหอยนางรมมีความแข็ง ดังนั้นจำเป็นต้องมีเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการบดย่อยเปลือกหอยนางรม

การออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลในการบดย่อยวัสดุ ข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นต่อการออกแบบคือคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของวัสดุชนิดนั้นๆเช่นเดียวกับการออกแบบและสร้างเครื่องบดย่อยเปลือกหอยนางรมข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลเป็นสิ่งที่จำเป็นในการออกแบบเช่นเดียวกัน คุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของวัสดุเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการออกแบบขนาดมิติ กำลังงานที่ใช้ รวมไปถึงการกำหนดขนาดต้นกำลังของเครื่องจักรกล คุณสมบัติเหล่านี้ เช่น ความชื้น เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต พื้นที่ผิว น้ำหนัก ปริมาตร ความหนาแน่น มุมเสียดทาน และความแข็ง เป็นต้น การได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านี้อาจได้มาจากการทดลองหรือการสืบค้นข้อมูล ดังนั้นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของเปลือกหอยถือว่ามีความสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องบดย่อยเปลือกหอยต่อไป

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญประโยชน์ของเปลือกหอยและกระบวนการต่างๆ ซึ่งจะนำมาสู่การนำเปลือกหอยนางรมไปใช้ประโยชน์โดยผ่านการบดย่อย ซึ่งจำเป็นต้องมีเครื่องบดย่อยเปลือกหอยนางรม โดยการออกแบบและสร้างเครื่องบดย่อยนั้นจำเป็นต้องทราบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของเปลือกหอย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของเปลือกหอยนางรม เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบและสร้างเครื่องบดย่อยเปลือกหอย และยังเป็นข้อมูลสำหรับผู้สนใจศึกษาการนำเปลือกหอยนางรมมาใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้อีกด้วย

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ตัวอย่างเปลือกหอย

เปลือกหอยนางรมที่ใช้ในการทดลองถูกนำมาจากบริเวณชายทะเลบางพระ ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี โดยเปลือกหอยจะถูกเก็บหลังจากที่นำเนื้อออกเพื่อส่งขายและถูกนำมาส่งมายังห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกเพื่อทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกล

2.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric mean diameter)

ขนาดของผลสัมโมันั้นจะวัดตามวิธีการหาเส้นผ่าศูนย์กลางสมมูลเชิงเรขาคณิต (Geometric Mean Diameter) โดยใช้ Vernier caliper (Mitsutoyo, Japan ความละเอียด 0.02 มิลลิเมตร) เส้นผ่าศูนย์กลางสมมูลเชิงเรขาคณิตหาได้ดังนี้

$$\text{เส้นผ่าศูนย์กลางสมมูลเชิงเรขาคณิต} = (a \times b \times c)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

เมื่อ a คือด้านที่ยาวที่สุดของเปลือกหอย b คือด้านยาวรองลงมาจากด้าน a ผากกับ a และ cคือด้านยาวรองลงมาจากด้าน a และ b ผากกับ a และ b การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางสมมูลเชิงเรขาคณิตของเปลือกหอยนางรมใช้ตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่างและนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.3 น้ำหนัก

น้ำหนักวัดโดยเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (PL3002, METTLER TOLEDO, Switzerland พิกัด 3100 กรัม ความละเอียด 0.01 กรัม) การวัดน้ำหนักของเปลือกหอยนางรมใช้ตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่างและนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.4 พื้นที่ผิว

เปลือกหอยจะถูกวางคว่ำบนกระดาษและวาดรูปตามขอบของเปลือกหอย พื้นที่ผิวของเปลือกหอยนางรมวัดโดยเครื่อง Digital planimeter (Planix 7, TAMAYA, Japan) เปลือกหอยนางรมใช้ตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่างและนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.5 สี

การวัดสีใช้เครื่องวัดสี (Color Reader CR-10, KONICA MINOTA, Japan) โดยวัดในมาตรฐานระบบ Hunter Lab (Lab) ตำแหน่งในการวัดคือบริเวณด้านหน้าของเปลือกหอย ในแต่ละครั้งของการวัดสแกน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยการวัดสีของเปลือกหอยนางรมใช้ตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่างและนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.6 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของเปลือกหอยนางรมถูกหาโดยใช้วิธีมาตรฐาน AOAC 1990 และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของปริมาณความชื้นฐานเปียก (Wet basic) จำนวนเปลือกหอยใช้เปลือกหอยทั้งสิ้นจำนวน 60 ตัวอย่างและนำมาหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของปริมาณความชื้นฐานเปียก (Wet basic) สามารถคำนวณหาได้ดังนี้

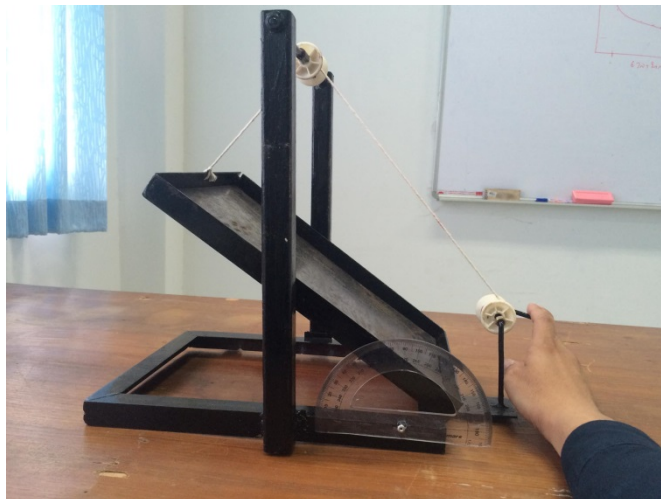
$$\text{เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความชื้นฐานเปียก (Wet basic)} = \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักเปลือกหอยก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักเปลือกหอยก่อนอบ}} \times 100 \quad (2)$$

2.7 มุมเสียดทาน

การศึกษามุมเสียดทานของเปลือกหอยนางรมทำการทดลองกับพื้นผิววัสดุคือ ไม้ พลาสติก และเหล็ก โดยตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่างและนำมาหาค่าเฉลี่ยการวัดโดยวางเปลือกหอยบนเครื่องมือวัดสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน เครื่องมุมเสียดทานมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1) จากนั้นเอียงแผ่นทดสอบจนผลผลิตไหลลงอย่างอิสระ แล้วอ่านค่ามุมที่ผลผลิตไหลจากนั้นนำค่ามุมที่อ่านได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิติได้ดังนี้

$$\mu = \tan \theta \quad (3)$$

โดยที่ μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
 θ คือ มุมที่ผลผลิตเกิดเริ่มเคลื่อนที่ (องศา)



รูปที่ 1 เครื่องมือวัดสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

2.8 แรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกของเปลือกหอยนางรมใช้เครื่อง Compression machine (ADR 3000, ELE, UK) ทำการทดสอบที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา การทดสอบแรงกดแตกของเปลือกหอยนางรมใช้ตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่างและนำมาหาค่าเฉลี่ย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกหอยนางรม

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกหอยนางรม จากตารางแสดงให้เห็นว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (cm) ของเปลือกหอยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.4 ± 2.7 cm น้ำหนักของเปลือกหอยเท่ากับ 30.46 ± 3.92 g ความชื้นของเปลือกหอยเท่ากับ 21.51 ± 3.94 % wet basic พื้นที่ผิวของเปลือกหอยเท่ากับ 25.57 ± 3.45 cm² คุณสมบัติทางกายภาพเหล่านี้มีประโยชน์ในการนำไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องบดย่อยเปลือกหอย อาทิเช่น ขนาดของต้นกำลัง มิติของเครื่อง การกำหนดวัสดุที่ใช้ในการสร้าง เป็นต้น

จากการวัดค่าสีของเปลือกหอยแสดงว่า L เท่ากับ 44.7 ± 7.7 a เท่ากับ -4.3 ± 1.1 และ b เท่ากับ 16.9 ± 2.9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสีของเปลือกหอยมีความเป็นสีเดียวกับเหลือง (a มีค่าเป็นบวกหมายถึงสีแดง a มีค่าเป็นลบหมายถึงสีเขียว และ b มีค่าเป็นบวกหมายถึงสีเหลือง b มีค่าเป็นลบหมายถึงสีน้ำเงิน)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกหอยนางรม

คุณสมบัติทางกายภาพ	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (cm)	60	42.4	± 2.7
น้ำหนัก (g)	60	30.46	± 3.92
ความชื้น (% wet basic)	60	21.51	± 3.94
พื้นที่ผิว (cm ²)	60	25.57	± 3.45
สี	L	44.7	± 7.7
	a	-4.3	± 1.1
	b	16.9	± 2.9

3.2 คุณสมบัติเชิงกลของเปลือกหอยนางรม

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณสมบัติเชิงกลของเปลือกหอยนางรม ซึ่งในตารางแสดงให้เห็นว่าค่ามุมเสียดทานของเปลือกหอยบนพื้นเหล็กมีค่าสูงสุดเท่ากับ 39 ± 1.79 องศา ลำดับถัดมาคือค่ามุมเสียดทานของเปลือกหอยบนพื้นไม้เท่ากับ 31 ± 2.27 องศา และค่ามุมเสียดทานของเปลือกหอยบนพื้นพลาสติกเท่ากับ 15 ± 1.65 องศา ค่ามุมเสียดทานของเปลือกหอยมีประโยชน์ในการออกแบบชุดลำเลียงเปลือกหอยเข้าสู่เครื่องบดย่อย สำหรับแรงกดแตกของเปลือกหอยเท่ากับ 1.4 ± 0.67 kN ดังนั้นการออกแบบเครื่องบดย่อยเปลือกหอยนางรมจำเป็นต้องใช้แรงในการกดมากกว่า 1.4 kN

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณสมบัติเชิงกลของเปลือกหอยนางรม

คุณสมบัติเชิงกล	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
มุมเสียดทาน (องศา)	ไม้	31	± 2.27
	พลาสติก	15	± 1.65
	เหล็ก	39	± 1.79
แรงกดแตก (kN)	60	1.4	± 0.67

4. สรุปผล

ข้อมูลจากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของเปลือกหอยนางรมถือว่ามีความเหมาะสมสำหรับ วิศวกร ชาวประมง และผู้ที่สนใจเพื่อให้นำไปออกแบบเครื่องบดย่อยเปลือกหอยนางรมต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้การอนุเคราะห์เครื่อง Compression machine (ADR 3000, ELE, UK) สำหรับการทดสอบแรงกดแตกของเปลือกหอยนางรม

6. เอกสารอ้างอิง

รัตนกร ยวงสวัสดิ์ วลัยรัตน์ จันทอัมพร และดวงกมล ณ ระนอง. 2554. การเตรียมวัสดุคูดซับจากเปลือกหอยนางรมเหลืองเพื่อใช้กำจัดฟอสเฟตในน้ำเสีย. วิศวกรรมสาร 28(4): 31-37.

นิชธิมา รุ่งปิ่น. 2554. นาโนเคลือบคาร์บอนจากเปลือกหอยเชอรี่และหอยนางรมเป็นสารเสริมแรงสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.