

เครื่องแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก

A shell separation machine

วชร กาลาสี^{1*} และ ปัญญา แดงวิไลลักษณ์¹¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160 โทรศัพท์ 0-7750-6434 โทรสาร 0-7750-6434

*อีเมลล์ kkwachar@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา ออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาที่สำคัญ 2 ขั้นตอนคือ การศึกษาหาปริมาณอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะทำให้หอยแอ้ออกจากเปลือกโดยใช้สายพานลำเลียงผ่านน้ำร้อน และการศึกษาเพื่อหาปริมาณของเวลาที่เหมาะสมของการเขย่าเปลือกหอยให้เนื้อหอยหลุดออก จากผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการต้มให้หอยแอ้ออก คือ 98.4 องศาเซลเซียส และค่าความถี่ที่เหมาะสมในการเขย่าให้เนื้อหอยแยกออกจากเปลือก คือ 5.6 Hz ส่วนประสิทธิภาพของเครื่องแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกที่ออกแบบไว้นั้นมีค่า 72%

Abstract

This paper has objective to design the shell separation machine. It has two process is 1) boiling process in order to cause shell to open up and 2) shaking process in order to cause shell to be separated from meat. The result shows that the working temperature from the test of machine is 98.4°C and the shaking frequency is 5.6 Hz. Efficiency of the machine is at 72%.

1. บทนำ

ในปัจจุบันได้มีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับหอยมากมาย ทั้งที่เป็นอาหารสดและเป็นอาหารที่ผ่านการแปรรูปแล้ว ซึ่งการที่จะสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพนั้น จำเป็นต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การเพาะเลี้ยงหอย การคัดแยกหอย การนำเนื้อหอยแยกออกจากเปลือก และการนำเนื้อหอยไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งกระบวนการแต่ละขั้นตอนก็ล้วนแต่มีความสำคัญ โดยเฉพาะขั้นตอนการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก จัดได้ว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก และเป็นขั้นตอนที่มีความยุ่งยากมากขึ้นตอนหนึ่ง และก่อให้เกิดการเสียเวลาเป็นอย่างมากสำหรับผู้ผลิต

ปัจจุบันได้มีการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกโดยใช้วิธีการแกะด้วยมือ ซึ่งจำเป็นต้องใช้จำนวนผู้แกะค่อนข้างมาก เพื่อให้ได้เนื้อหอยตามปริมาณที่ต้องการในแต่ละวัน จึงเห็นว่าหากได้มีการพัฒนาการ

แยกเนื้อหอยออกจากเปลือกโดยใช้เครื่องจักรแทนคน ก็จะสามารถช่วยแก้ปัญหาความล่าช้าในกระบวนการผลิตได้ เนื่องจากในปัจจุบันระยะเวลาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นมีความสำคัญต่อการอยู่รอดของอุตสาหกรรมทุกระดับ

จากการเข้าไปศึกษา สอบถามกรรมวิธี และปัญหาของการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกของกลุ่มเกษตรกรที่ อำเภอ กันตัง จังหวัด ตรัง พบว่า วิธีการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกนั้นจะใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนเท่านั้นที่ใช้วิธีการต้มน้ำให้เดือดในกระทะ ก่อนที่จะใส่หอยในปริมาณครั้งละ 3 ถึง 10 กิโลกรัม ลงไปในน้ำเดือด โดยเมื่อต้มหอยในน้ำเดือดเป็นเวลามากพอก็จะทำให้เปลือกหอยแอ้ออกจากกัน จากนั้นผู้คัดแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกก็จะใช้ไม้ที่มีลักษณะเหมือนไม้พายคนหอยที่แอ้ออกไปเรื่อยๆในทิศทางหมุนวน จนกระทั่งเนื้อหอยแยกออกจากเปลือกจนหมด เนื้อหอยที่มีน้ำหนักเบาว่าเปลือกก็จะลอยขึ้นมาด้านบนของกระทะต้ม ทำให้สามารถใช้ช้อนที่ทำจากอลูมิเนียมช้อนเนื้อหอยขึ้นมาใส่ในน้ำสะอาด เพื่อที่จะนำเนื้อหอยไปแปรรูปในกระบวนการต่อไปได้ หลังจากนั้นจึงทำการช้อนเปลือกหอยที่อยู่ก้นกระทะทิ้งไป โดยวิธีการนี้อาจจะมีเนื้อหอยบางส่วนที่ไม่สามารถแยกได้ เนื่องจากมีการยึดติดกันแน่นระหว่างเนื้อหอยกับเปลือกหอย ผู้แยกจึงจำเป็นต้องใช้มือแยกอีกครั้งหนึ่ง จากการสำรวจพบว่าการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกจะใช้ระยะเวลาประมาณ 10 ถึง 15 นาที เนื่องจากปริมาณหอยที่มากและที่สำคัญคือผู้แยกเนื้อหอยออกจากเปลือก อาจจะไม่สามารถคนหอยได้ทั่วถึงและใช้แรงในการคนไม่สม่ำเสมอ จนส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการคนที่ค่อนข้างนานกว่าปกติ

จากเหตุผลเหล่านี้จึงเกิดแนวความคิดที่จะมีการออกแบบ และพัฒนาวิธีการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกโดยใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคน ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนในการผลิต มีกำไรเพิ่มขึ้น และสามารถแข่งขันในตลาดได้

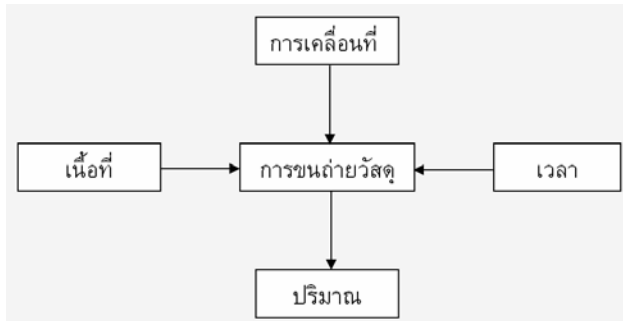
2. ทฤษฎี

กระบวนการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกนี้ได้ใช้ระบบสายพานลำเลียงเข้ามาลำเลียงหอยผ่านน้ำร้อนที่ผ่านการต้มและควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาที่หอยสัมผัสกับน้ำร้อนให้เหมาะสมที่จะทำให้

เปลือกหอยอัดออก ก่อนที่จะส่งต่อไปยังเครื่องเขย่าเพื่อแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกต่อไป ซึ่งในงานวิจัยนี้มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คือ

2.1 การขนถ่ายวัสดุ

การที่จะให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่อยู่ในรูปของสินค้าและบริการนั้น จะเห็นว่า ในระบบการผลิตจะต้องมีการเคลื่อนที่ทุกขั้นตอน ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องมีระบบการขนถ่ายวัสดุเกิดขึ้น ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการขนถ่ายวัสดุ (Materials handling) หมายถึงการจัดเตรียมสถานที่ และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ก็จำเป็นต้องอาศัยศิลปะในการสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน รวมไปถึงการออกแบบสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสมและเป็นไปอย่างมีระบบ ซึ่งการขนถ่ายวัสดุมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การเคลื่อนที่ (Motion) เวลา (Time) ปริมาณ (Quantity) และเนื้อที่ (Space) ดังรูปที่ 1

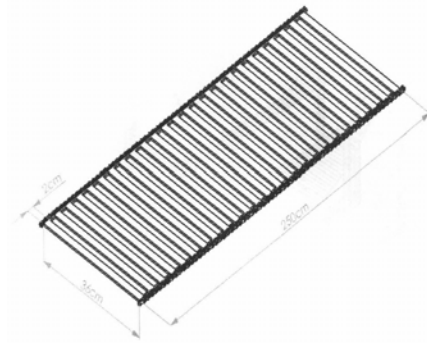


รูปที่ 1 การขนถ่ายวัสดุกับองค์ประกอบที่สำคัญ

2.2 เครื่องลำเลียงแบบลูกกระพรวน

งานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องลำเลียงลูกกระพรวนดังรูปที่ 2 เป็นเครื่องมือในการทดลอง โดยส่วนใหญ่เครื่องลำเลียงลูกกระพรวนนี้จะถูกใช้เป็นเครื่องมือลำเลียงสำหรับงานขนถ่ายวัสดุเป็นช่วงๆ หรือบางครั้งอาจใช้กับงานขนถ่ายอย่างต่อเนื่องได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการป้อนวัสดุเข้า เครื่องลำเลียงประเภทนี้จะใช้โซ่เป็นเครื่องส่งกำลังและพาให้เคลื่อนที่ โดยการนำวัสดุแผ่นบางรูปแท่ง หรือขึ้นรูปให้เหมาะสมกับการรองรับวัสดุที่ขนถ่ายที่ทำด้วยโลหะ พลาสติก หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงไปติดบนข้อโซ่ในแนวขวางของทิศทางการเคลื่อนที่ของโซ่ โดยติดทุกข้อโซ่หรืออาจเว้นระยะการติดเป็นช่วงๆก็ได้

การติดของวัสดุแผ่นบางกับโซ่จะมีลักษณะคล้ายกับลูกกระพรวน ซึ่งมีข้อสำคัญคือ แผ่นวัสดุที่นำไปติดกับข้อโซ่จะต้องมีความกว้างไม่เกินระยะพิชของโซ่นั้นๆ โซ่ที่รองรับติดแผ่นวัสดุจะใช้ตั้งแต่ 2 เส้นหรือมากกว่าก็ได้ เพื่อให้เหมาะสมกับแรงดึงหรือแรงลากจูงที่เกิดขึ้น เมื่อติดแผ่นวัสดุบนโซ่เรียบร้อยแล้ว จะเห็นคล้ายกับสายพานลำเลียงแบบแบนราบ แต่วิธีการนี้จะมีข้อดีกว่าสายพานคือ สามารถที่จะรับน้ำหนักได้มากกว่า การขนวัสดุขึ้นในที่เอียงลาดชันได้มากกว่า ที่สำคัญวัสดุที่ขนถ่ายและโซ่จะไม่ตกออกนอกทางวิ่ง แต่จะมีข้อเสียคือ มีเสียงดัง การบำรุงรักษาเสียค่าใช้จ่ายสูง มีน้ำหนักมาก วัสดุที่เป็นชิ้นเล็กๆ หรือมีฝุ่นผงไม่ได้เพราะอาจจะเกิดการรั่วทะลุขึ้นได้ [1]



รูปที่ 2 เครื่องลำเลียงลูกกระพรวน

2.3 อุปกรณ์เคลื่อน

การยืดชิ้นงานให้ติดกันด้วยเกลียวโดยทั่วไปนั้น จะต้องคิดถึงแรงสองชนิด [2] คือ

1. แรงที่ทำให้รอยต่อหลวม ซึ่งเกิดจากแรงในแนวแกนพยายามทำให้เกลียวคลายตัว หรือเกิดจากการสั่นสะเทือน
2. แรงที่เกิดจากความเสียดทาน ซึ่งต้านทานการคลายตัวของเกลียว

ถ้าให้ k_b และ k_c เป็นค่าความแข็งตึงของสลักเกลียวและชิ้นงานตามลำดับ จะได้ว่า

$$\text{สำหรับสลักเกลียว} \quad \tan \theta = k_b = \frac{F_i}{\delta_b}$$

$$\text{สำหรับชิ้นงาน} \quad \tan \alpha = k_c = \frac{F_i}{\delta_c}$$

เมื่อ F_i คือ แรงดึงชิ้นต้น

δ_b คือ ระยะยืดของสลักเกลียว

δ_c คือ ระยะหดของชิ้นงาน

θ คือ มุมความสัมพันธ์ระหว่างระยะยืดของสลักเกลียวกับแรงดึงชิ้นต้น

α คือ มุมความสัมพันธ์ระหว่างระยะหดของชิ้นงานกับแรงดึงชิ้นต้น

ดังนั้น แรงดึงชิ้นต้น สามารถหาได้จาก

$$F_i = \left(\frac{EA}{l} \right) \delta_b = k_b \delta_b \quad (1)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดของสลักเกลียว

l คือ ความยาวของสลักเกลียว

ซึ่งเป็นสมการเดียวกันกับความยืดหยุ่นของสปริง ดังนั้นความแข็งตึง คือ

$$k_b = \frac{EA}{l} \quad (2)$$

ในชั้นงานที่มีปะเก็นรองรับ (ซึ่งมีความแข็งตึงไม่เท่ากับสลักเกลียว) หรือกรณีที่สลักเกลียวมีหน้าตัดไม่เท่ากันโดยตลอดแล้วจะสามารถคำนวณเพื่อหาค่าความแข็งตึงรวมได้จาก

$$\begin{aligned} \frac{1}{k} &= \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots \quad (3) \\ &= \frac{l_1}{E_1 A_1} + \frac{l_2}{E_2 A_2} + \frac{l_3}{E_3 A_3} + \dots \end{aligned}$$

โดยที่ $E_1, E_2, E_3, \dots$ เป็นค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น

2.4 ลักษณะจำเพาะของหอยที่ใช้ทดลอง

หอยที่ใช้ในการทดลองเป็นหอยสองฝา ซึ่งเป็นหอยกลุ่มใหญ่ที่พบมากเป็นอันดับสองของชนิดหอยทั้งหมด โดยหอยสองฝามีจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 10,000 ชนิด [3] ลักษณะที่สังเกตง่ายคือมีสองฝา และมักฝังตัวในทรายหรือปะการัง ซึ่งหอยประเภทนี้มีทั้งขนาดเล็กจนถึงมีขนาดใหญ่มาก เช่น หอยมือเสือ ซึ่งเป็นหอยที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก โดยมีขนาดความยาวเต็มที่อาจจะเกิน 1.30 เมตร และอาจจะมีน้ำหนักมากถึงหลายร้อยกิโลกรัม [4, 5]

เปลือกหอยเป็นฝาสองฝายขนาดเท่ากันมีบานพับอ้าและสามารถเปิดปิดได้ หอยหลายชนิดได้ฝังตัวอยู่ตามพื้นทรายและโคลน แต่ยังมีหอยอีกหลายชนิดที่เกาะติดกับโขดหิน หรือวัสดุแข็ง

จากรูปที่ 3 แสดงหอยลาย ซึ่งเป็นหอยที่ถูกนำมาใช้ในการทดลอง โดยหอยลายมีลักษณะทั่วไป คือเป็นหอยสองฝาที่มีเปลือกหนา มีรูปร่างแบนรี เปลือกมีลวดลายสีน้ำตาลเข้ม ตัดกันเป็นแนวเฉียง พื้นสีเหลืองอมน้ำตาลหรือบางตัวอาจจะเห็นเป็นสีน้ำตาลทอมน้ำตาล โดยจะขึ้นอยู่กับแหล่งอาศัยด้วย หอยลายจะพบมากบริเวณจังหวัดชลบุรี บางปะกง สมุทรปราการ ตราด สุราษฎร์ธานี เป็นต้น



รูปที่ 3 รูปทางกายภาพของหอยลาย

3. การทดลองเบื้องต้น

ในการศึกษาวิจัยนี้จะต้องทำการออกแบบสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก แต่เนื่องจากยังไม่มี

ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและระยะเวลาในการที่จะทำให้เปลือกหอยอ้าออกจากเปลือก และกระบวนการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกโดยการเขย่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการทดสอบเบื้องต้นโดย ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การทดลองเพื่อหาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้หอยอ้าออก ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี คือ

1.1 การลวกหอยด้วยน้ำเดือด

1.2 การนึ่งหอย

2. การทดลองการเขย่าหอยเพื่อทำให้เนื้อหอยหลุดออกจากเปลือก ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี คือ

2.1 การเขย่าในแนวตั้ง

2.2 การเขย่าในแนวนอน

จากการทดลองเบื้องต้น ดังรูปที่ 4 พบว่าในกรณีการลวกหอยด้วยน้ำเดือดนั้น อุณหภูมิน้ำเดือดที่สามารถทำให้เปลือกหอยอ้า คือ 98.4 องศาเซลเซียส โดยให้หอยสัมผัสกับน้ำเดือดเป็นเวลาประมาณ 3 นาที ส่วนในกรณีการทดลองด้วยการนึ่ง หากให้อุณหภูมิน้ำที่ได้คือ 98.4 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการลวก จะพบว่าเวลาที่สามารทำให้เปลือกหอยอ้านั้นจะใช้เวลามากกว่าการลวก คือประมาณ 5 นาที และปริมาณของเปลือกหอยที่อ้านั้นจะน้อยกว่ากรณีการลวกอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งระยะเวลาของการลวกหอยที่มีค่าน้อยกว่านั้นก็จะเพราะตัวหอยได้สัมผัสกับน้ำร้อน ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าการนึ่ง และเมื่อมาพิจารณาในกรณีของระยะเวลาและปริมาณการอ้าของหอยที่ทั้ง 2 กรณี พบว่าในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบควรใช้วิธีการลวก ส่วนในกรณีของการเขย่าพบว่า ถ้าเขย่าหอยในลักษณะแนวตั้งจะสามารถแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกได้ดีกว่าการเขย่าลักษณะแนวนอน แต่ความสูงของอุปกรณ์การเขย่าควรมีระยะน้อยกว่าระยะความกว้าง ซึ่งจะทำให้การเขย่าของหอยในลักษณะแนวตั้งเป็นไปอย่างทั่วถึงกว่าแนวนอน



รูปที่ 4 การทดลองเบื้องต้น

4. อุปกรณ์และผลการทดลอง

หลังจากได้ผลการทดลองเบื้องต้นแล้ว จึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก ซึ่งได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของการลวกหอยด้วยความร้อน
2. ส่วนของการเขย่าเนื้อหอยออกจากเปลือก



รูปที่ 5 ส่วนของการต้มหอยด้วยความร้อน

ส่วนของการลวกหอยด้วยความร้อนมีหลักการทำงาน โดยชุดลำเลียงของเครื่องลวกหอยจะถูกควบคุมด้วยชุดขับเคลื่อนด้วยอินเวอร์เตอร์ ซึ่งได้ทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้นจนพบว่าในการทดลองนั้นควรที่จะตั้งความเร็วรอบของอินเวอร์เตอร์ไว้ที่ความถี่ประมาณ 1.5 ถึง 2.5 Hz เพราะน่าจะเป็นความถี่ที่ทำให้เกิดความเร็วยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการลำเลียงหอยลงสู่ถังลวกพอดีกับระยะเวลาที่ทำให้หอยเกิดการอ้าของเปลือก เนื่องจากถ้าความเร็วรอบที่ต่ำหรือสูงกว่านี้มากจนเกินไปก็จะทำให้ระยะเวลาที่หอยสัมผัสกับน้ำร้อนไม่เป็นไปตามการทดลองเบื้องต้น และอาจจะทำให้การอ้าของเปลือกหอยหรือคุณภาพของเนื้อหอยไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ส่วนน้ำในถังลวกจะถูกทำให้เดือดโดยการใช้ความร้อนจากชุดอุปกรณ์ให้ความร้อน ก่อนที่จะได้ทำการบรรจุหอยเข้าที่ทางเข้าของเครื่อง หลังจากนั้นหอยจะถูกลำเลียงไปยังถังลวก และถูกส่งออกมาทางออกของเครื่อง ก่อนที่จะถูกลำเลียงเข้าไปที่เครื่องเขย่าเป็นขั้นตอนต่อไป

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องลวกหอยด้วยความร้อน ดังรูปที่ 5 ซึ่งได้ลำเลียงหอยที่เตรียมการทดลองไว้ผ่านถังลวกที่ได้กำหนดอุณหภูมิไว้ที่ 98.4 องศาเซลเซียส ตามการทดลองเบื้องต้นจากการทดลองการปรับค่าความถี่ของอินเวอร์เตอร์ให้มีความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อระยะเวลาการลำเลียงหอยลงสู่ถังลวกกับอุณหภูมิที่กำหนดไว้พบว่า ค่าความถี่ที่เหมาะสมสำหรับการลวกหอย คือ 1.9 Hz เพราะเป็นค่าความถี่ที่ทำให้หอยอ้าออกจากเปลือกได้มากที่สุดและไม่มีการเปื้อนอยู่สำหรับการลวกที่น้ำร้อนอุณหภูมิ 98.4 องศาเซลเซียส ส่วนในกรณีที่อินเวอร์เตอร์มีค่าความถี่น้อยกว่า 1.9 Hz นั้น แม้จะทำให้เปลือกหอยอ้าได้มากกว่าที่ค่าความถี่ 1.9 Hz แต่หากได้เปรียบเทียบปริมาณกันแล้ว จะพบว่ายังมีปริมาณการอ้าของเปลือกที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังรูปที่ 7 แต่ลักษณะของเนื้อหอยที่ได้จะเกิดการเปื้อนอยู่ จนอาจจะทำให้คุณภาพลดลงได้

หลังจากที่หอยได้ถูกลำเลียงผ่านจากเครื่องลวกหอยแล้ว จะถูกลำเลียงส่งต่อมายังเครื่องเขย่า โดยเครื่องเขย่าจะถูกควบคุมด้วยมอเตอร์ และมอเตอร์จะถูกควบคุมด้วยอินเวอร์เตอร์เช่นเดียวกัน

ในการทำงานอินเวอร์เตอร์จะถูกตั้งความถี่ไว้ที่ 5 Hz โดยจะมีเพลลาเยื้องศูนย์ที่ติดไว้กับแกนมอเตอร์ เพลลาอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับเครื่องเขย่า การหมุนของเครื่องเขย่าจะหมุนเป็นแบบกระแทกในแนวราบ โดยรัศมีจะเป็นวงกลม เปลือกหอยที่ได้จะถูกเขย่าจนเนื้อหอยหลุดออกจากเปลือกลงสู่ด้านล่างของถัง ส่วนเปลือกหอยจะไหลออกจากตัวเครื่อง ซึ่งมีภาชนะรองรับไว้ทางด้านล่าง

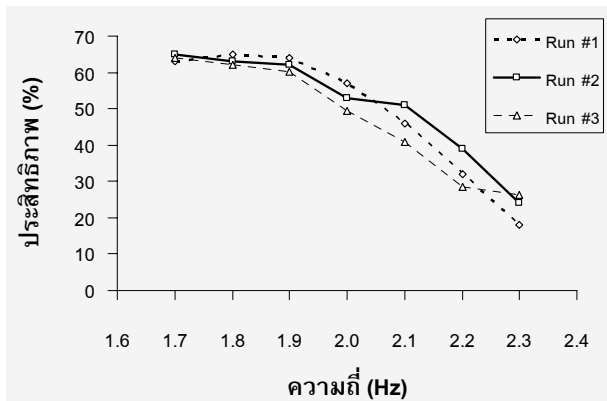


รูปที่ 6 ส่วนของการเขย่าเนื้อหอยออกจากเปลือก

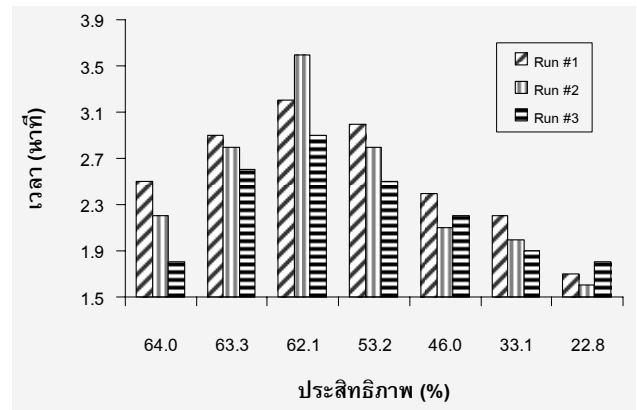
จากการทดสอบเครื่องเขย่าเนื้อหอยออกจากเปลือก ดังรูปที่ 6 หอยที่ผ่านเครื่องลวกมาแล้วจะถูกลำเลียงผ่านมายังเครื่องเขย่า สำหรับการเขย่านั้นจะใช้การเขย่าแบบกระแทกในแนวนอนแทนการเขย่าในแนวตั้ง เนื่องจากในการทดลองสำหรับการกระแทกในแนวตั้งนั้น มีความยุ่งยากในการออกแบบหาระดับความสูงที่เหมาะสมในการปล่อยให้หอยตกกระแทกกับพื้นรองรับโดยที่เปลือกหอยไม่แตก (เปลือกหอยมีความแข็งแรงแตกต่างกัน) ซึ่งในการเขย่าในแนวนอนนี้ก็สามารถทำให้เนื้อหอยถูกกระแทกหลุดออกมาจากเปลือกได้เช่นกัน โดยจากการทดลองพบว่าเครื่องเขย่าจะมีประสิทธิภาพการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกอยู่ในช่วง 65-75 %

5. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

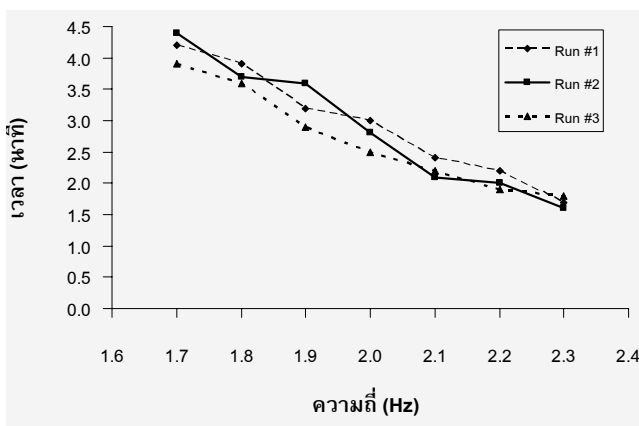
จากการทดลองโดยการลวกหอยก่อนทำการเขย่าเนื้อหอยออกจากเปลือก เพื่อหาประสิทธิภาพและความถี่ที่เหมาะสมนั้นพบว่า ในแต่ละช่วงของความถี่ หรือ รอบต่อวินาที จะให้ประสิทธิภาพในการทำให้หอยอ้าออกจากเปลือกที่แตกต่างกัน โดยเมื่อค่าความถี่มีค่ามากขึ้นก็จะมีแนวโน้มทำให้ความเร็วรอบของการเคลื่อนที่มากขึ้น และส่งผลให้ระบบมีความเร็วมากยิ่งขึ้น ทำให้ระยะเวลาที่หอยสัมผัสกับความร้อนจากน้ำเดือดได้น้อยลง การอ้าออกจากเปลือกหอยจึงไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากในการทดลองเบื้องต้นพบว่า ระยะเวลาที่พอเหมาะในการทำให้หอยอ้าออกได้ดีในการลวกน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 98.4 องศาเซลเซียส นั้น จะต้องให้เวลาหอยสัมผัสกับน้ำเดือดมากกว่า 3 นาทีขึ้นไป นั่นคือจำเป็นต้องตั้งค่าความถี่ของอินเวอร์เตอร์ให้น้อยกว่า 2 Hz และเมื่อหากพิจารณาช่วงที่ความถี่ที่มีค่ามากกว่า 2 Hz ขึ้นไปแล้ว ดังรูปที่ 8 จะพบว่าระยะเวลาที่หอยสัมผัสกับน้ำเดือดจะมีค่าน้อยลงเรื่อยๆ จนกระทั่งน้อยกว่า 3 นาที ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำให้เปลือกหอยอ้าได้นั้นลดน้อยลงนั่นเอง



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ (Hz) กับ ประสิทธิภาพ (%)



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพ (%) กับเวลา (นาที่)

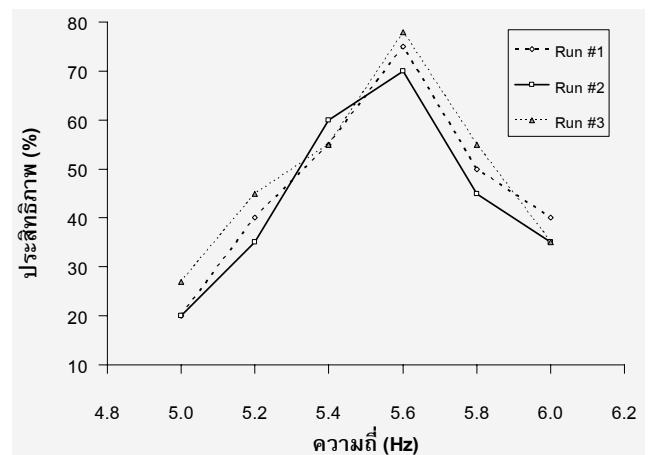


รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ (Hz) กับเวลา (นาที่)

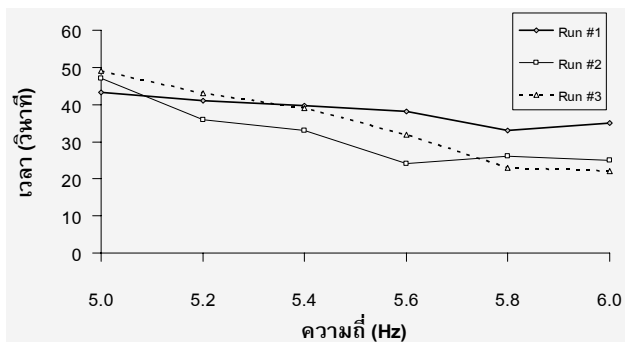
จากรูปที่ 9 พบว่า เครื่องลวกหอยจะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย (สำหรับการทดลอง 3 ครั้งที่ได้แสดงตามกราฟ) คือ 62.06% เมื่อหอยได้สัมผัสกับน้ำเดือดเป็นเวลาประมาณ 3.23 นาที ซึ่งเป็นไปตามที่ได้ทดลองไว้ในตอนต้น และถ้ายังทำให้เวลามากขึ้นได้เท่าไรก็จะส่งผลดีต่อประสิทธิภาพในการทำให้หอยออกจากเปลือกได้มากขึ้น แต่จากการทดลองหลายครั้งจึงพบว่า แม้การต้มหอยเป็นเวลานานจะทำให้เปลือกหอยออกมาได้มากขึ้น แต่ถ้าใช้ระยะเวลาในการต้มมากเกินไปก็จะทำให้เนื้อหอยเกิดการเปื่อยยุ่ยขึ้นได้ ดังนั้นจึงเห็นว่าสำหรับความถี่ที่เหมาะสมในการลวกหอยเพื่อแยกเนื้อออกจากเปลือกควรมีค่า 1.9 Hz เพราะเนื่องจากจะทำให้หอยออกจากเปลือกได้ประสิทธิภาพสูงแล้ว เนื้อหอยที่ได้ก็ไม่มีการเปื่อยยุ่ยด้วยเช่นกัน

ส่วนการทดลองการเขย่าเนื้อหอยออกจากเปลือกของเครื่องต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้พบว่า ในแต่ละช่วงของความถี่ของอินเวอร์เตอร์จะมีผลต่อประสิทธิภาพของการแยกหอยออกจากเปลือก เพราะหากสามารถทำให้เครื่องต้นแบบเกิดการเขย่าแรงขึ้น หอยก็จะมีโอกาสแยกออกจากเปลือกได้มากขึ้น แต่ความถี่ที่ใช้ก็จะต้องมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่า ระยะเยื้องศูนย์และระยะเวลาการเขย่านี้มีความสำคัญมากในการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก เพราะหากระยะเวลาในการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกมีค่าน้อยลงก็จะส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพในการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก แต่ในทางตรงกันข้ามกันถ้าระยะเยื้องศูนย์ไม่เหมาะสมแล้ว แม้จะใช้เวลาในการเขย่าเพิ่มขึ้นก็ไม่สามารถทำให้ประสิทธิภาพในการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน เพราะการเขย่าเป็นไปอย่างไม่ทั่วถึง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้คือหากมีการปรับระยะเยื้องศูนย์และความถี่ที่เหมาะสม ก็ทำให้หอยเกิดการเขย่าได้อย่างทั่วถึง และจะทำให้ประสิทธิภาพของการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งจากการทดลองพบว่าสำหรับเครื่องแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกที่ได้ออกแบบและสร้างนั้น เมื่อใช้ค่าความถี่ที่ 5.6 Hz และใช้เวลาในการเขย่าเฉลี่ย 38.12 วินาทีนั้น จะทำให้ได้ประสิทธิภาพในการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกสูงสุดถึง 72% ดังรูปที่ 10 และ 11



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ (Hz) กับ ประสิทธิภาพ (%)



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ (Hz) กับเวลา (วินาที)

6. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษา ออกแบบ และสร้างเครื่องแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก พร้อมทั้งทำการทดลองโดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการ ลวกหอยด้วยความร้อนกับส่วนของการเขย่าเนื้อหอยออกจากเปลือก นั้น จากการศึกษาพบว่า ในส่วนของเครื่องลวกหอยนั้น หอยสามารถอัด ได้มากที่สุดที่ระยะเวลา 3.23 นาที ที่ความถี่ของอินเวอร์เตอร์ 1.9 Hz และมีประสิทธิภาพ 62.06% ส่วนความถี่ของอินเวอร์เตอร์ที่เหมาะสม ในการทำงานของเครื่องเขย่าเนื้อหอยออกจากเปลือกนั้นมีค่า 5.6 Hz โดยใช้เวลาในการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือก 38.12 วินาที และมี ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสำหรับการแยกเนื้อหอยออกจากเปลือกสำหรับ หอยที่ผ่านส่วนของเครื่องลวกหอยมาแล้ว คือ 72%

เอกสารอ้างอิง

1. วรวิทย์ อังภากรณ์, "การออกแบบเครื่องจักรกล", ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2549
2. มานพ ตันตระกูล, "การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล I", ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2540
3. วันทนา อยู่สุข, "อนุกรมวิธานสัตว์", จดหมายข่าว ราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ 6 ฉบับที่ 56, มกราคม 2539
4. Braley, R.D. ed., "The giant clam: hatchery and nursery culture manual", ACIAR Monograph No. 15, 1992.
5. Kittiwattanawong, K., "Records of extinct Tridacna gigas in Thailand", Phuket Marine Biological Center Special Publication 25(2): 461-463, 2001.