บทความวิจัย

การพัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม
Development of Oyster Cleaning Machine to Wash Meat and Its Contaminants

เกียรติศักดิ์ เส้งพัฒน์[1] เฉลิมศักดิ์ ตันติเจริญวิวัฒน์[2] ธัญนันท์ พรหมบัลลังก์[3]
ภูดินันท์ รอดเกิด[4] วีระพล บุญจันทร์[5]
Kiattisak Sengphat[1] Chalermsak Tuntijareanwiwat[2] Tunyanun Prombunlung[3]
Pudinun Roadkerd[4] Weeraporn Boonchan[5]

[1-5] แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000
Department of Electronics, Surat Thani Technical College, Surat Thani Province, 84000
[1] Corresponding Author: E-mail: kknet_dove@hotmail.com
Received: 15 Mar. 2021; Revised: 7 August. 2021; Accepted: 29 October. 2021;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม 2) หาสมรรถนะของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม 3) หาประสิทธิภาพของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วย หอยนางรมในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 400 ตัว โดยการการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ และเกษตรกรเพาะเลี้ยงหอยนางรม จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 15 คน โดยการใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ผู้บริโภคหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 15 คน โดยการเลือกแบบสะดวก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลจากการวิจัย พบว่า การพัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมจากเครื่องต้นแบบโดยออกแบบและพัฒนาโครงสร้าง นำไปใช้งานจำหน่ายหอยนางรมสดริมทาง (Street Food) สำหรับล้างหอยนางรมครั้งละ 200 ตัว มีระบบสเปรย์น้ำเพื่อล้างทำความสะอาดขณะหอยนางรมอ้าปาก ส่วนหลังคาออกแบบให้มีโซล่ารูฟท็อปแบบอ่อนตัวขนาด 150 Watt สำหรับเป็นต้นพลังงานและที่สำคัญน้ำที่ผ่านการใช้งานยังสามารถบำบัดน้ำนำกลับมาใช้ใหม่โดยกระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติ เมื่อทดลองหาสมรรถนะของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในหอยนางรมก่อนล้างเท่ากับ 19,000 CFU/g และหลังล้างเท่ากับ 7,600 CFU/g โดยมีปริมาณเชื้อโรคหลังล้างลดลงกว่าก่อนล้างร้อยละ 60 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ประสิทธิภาพของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมสูงกว่าเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบ ทุกรายการ โดยหลังล้างหอยนางรมพบว่ามีเชื้อวิบริโอน้อยกว่า ร้อยละ 87.34 ส่วนเชื้อ Escherichia coli น้อยกว่า 51.14 และมีเชื้อ Fecal coliform น้อยกว่า 70.94 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และผู้ใช้งาน มีความพึงพอใจต่อ เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมรวมในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย

คำสำคัญ : หอยนางรม เครื่องบำบัดและกำจัดสิ่งปนเปื้อน แบคทีเรีย

Abstract

The purposes of this research were to: 1) develop an oyster cleaning machine to wash meat and its contaminants, 2) determine the performance of the oyster cleaning machine to wash meat and its contaminants, 3) find the efficiency of the oyster cleaning machine and 4) study the satisfaction of users on the oyster cleaning machine. The sample groups in this research consisted of 15 oyster farmers derived by purposive sampling technique using the machine to wash 400 oysters from Ban Don Bay area, Surat Thani Province and 15 oyster consumers in Surat Thani Province derived by convenient sampling technique. The research instruments were the experiment record form and the satisfaction questionnaire. The statistics used in this research included mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.).

The results of the research showed that the developed oyster cleaning machine to wash and remove contaminants in oyster meat was used with the street food vendors for washing 200 oysters at a time. The machine consists of a water spray system to wash and clean while the oysters open their shells. The roof is designed to have a 150 Watt flexible solar roof for energy, and more importantly, the used water can be recycled by an automated process. When testing the performance of the oyster cleaning machine on removing contaminants in oyster meat, it was found that the total bacterial content of oysters before rinsing was 19,000 CFU/g and post-wash was 7,600 CFU/g, with 60% lower post-wash pathogens than before rinsing, which was consistent with the research hypothesis. The efficiency of the oyster cleaner and contamination removal machine was higher than the typical cleaners and contamination removal machines. After washing, it was found that Vibrio was less than 87.34%, Escherichia coli was less than 51.14, and Fecal coliform was less than 70.94 which was consistent with the research hypothesis. Moreover, the users reported very high satisfaction with the oyster cleaning machine conforming the research hypothesis.

Keywords : Oyster, Cleaners and contaminant machine, Bacteria

1. บทนำ

หอยนางรม หรือ หอยอีรม มีชื่อสามัญ คือ Oyster เป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เป็นอาหารที่จัดได้ว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยสถาบันหัวใจและปอดแห่งชาติของแคนาดา ระบุว่า หอยนางรมอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร คือเป็นแหล่งของวิตามินเอ บีหนึ่ง (ไทอามิน) บีสอง (ไรโบฟลาวิน) บีสาม (ไนอาซิน) ซี (กรดแอสคอร์บิค) และดี (แคลซิฟีรอล) การบริโภคหอยนางรมตัวที่มีขนาดกลาง 4 - 5 ตัว ช่วยให้ร่างกายได้รับแร่ธาตุประเภท แร่เหล็ก ทองแดง ไอโอดีน แมกนีเซียม แคลเซียม สังกะสี แมงกานีส และฟอสฟอรัส ทำให้หอยนางรมได้รับความนิยมในการรับประทานโดยเฉพาะอย่างยิ่งหอยนางรมที่อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นหอยนางรมที่มีขนาดใหญ่ มีรสชาติอร่อย เป็นที่นิยมในการบริโภคทั้งนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไป ทั้งนี้ หอยนางรมอำเภอกาญจนดิษฐ์ ยังเป็นของดีที่เป็นคำขวัญประจำจังหวัดสุราษฎร์ธานีอีกด้วย [1]

แต่จากการศึกษาพบว่าเกิดการตื่นตระหนกในการบริโภคหอยจากนักวิชาการรวมถึงนักโภชนาการ และที่สำคัญ คือ การโพสต์ข้อความของนายภาคภูมิ เดชหัสดิน นักเทคนิคการแพทย์และเจ้าของเพจดังหมอแล็บแพนด้า ระบุว่า “กินหอยนางรมสด ระวังมีสิทธิถึงขั้นเสียชีวิต” โดยตัวการสำคัญที่ทำให้คนกินอาหารทะเลเสียชีวิตได้ คือ เชื้อแบคทีเรียที่ชื่อว่า “วิบริโอ” (Vibrio) โดยเชื้อวิบริโอเป็นแบคทีเรียแกรมลบ [2] ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ หรือทางเดินอาหารอักเสบเฉียบพลัน ที่เคยแพร่ระบาดครั้งใหญ่ในหลายประเทศครั้งอดีต ซึ่งเชื้อนี้พบระบาดครั้งแรกในดินแดนปลาดิบอย่างประเทศญี่ปุ่น และยังพบได้ทั่วโลกในน้ำทะเลและน้ำกร่อย อยู่ในสัตว์น้ำจำพวก กุ้ง หอย ปู และปลาหลายชนิด ทั้งนี้ รายชื่อของประเทศที่เคยมีบันทึกจำนวนผู้รับเชื้อหรือเสียชีวิตจากแบคทีเรียวิบริโอ รวมถึงเชื้อโรคในกลุ่มอหิวาห์ในช่วงระยะเวลา 5 ปีให้หลังนี้ โดยพบว่าเป็นประเทศทั้งในแถบเอเชียและอเมริกา เช่น ประเทศเยเมนที่พบผู้ติดเชื้อ และเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ขณะที่อเมริกาก็พบผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตเช่นกัน สำหรับแอฟริกาพบการระบาดเป็นครั้งคราว ส่วนประเทศไทยในปี 2558 ที่ผ่านมาก็มีคนรับเชื้อแล้วเสียชีวิตอีกด้วย [3]

จากการประกาศเตือนดังกล่าวส่งผลกระทบในวงกว้างในการบริโภคหอยนางรม ให้ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่น ส่งผลให้ผู้ประกอบการเลี้ยงหอยนางรมและผู้จำหน่ายรายย่อยไม่สามารถจำหน่ายหอยนางรมได้ตามเป้า เกิดภาวะขาดทุน เนื่องผู้บริโภคลดน้อยลง ทำให้หน่วยงานในจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการเลี้ยงหอยนางรม เช่น สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้เร่งจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความมั่นใจอย่างเร่งด่วน แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก เนื่องจากผู้บริโภคส่วนหนึ่งไม่กล้าเสี่ยง เนื่องจากไม่มั่นใจในกระบวนการเลี้ยงรวมถึงของเสียในแปลงเลี้ยง รวมถึงการทำความสะอาดตัวหอยนางรมเฉพาะภายนอกเท่านั้น โดยไม่ทำความสะอาดภายในที่มีเชื้อโรคเกาะอยู่แต่อย่างใด ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม โดยการสร้างเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม ต้นแบบตามลำดับจำนวน 2 รุ่น โดยต้นแบบทั้ง 2 รุ่น แม้สามารถล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมได้ แต่เมื่อมีการตรวจวัดโดยพบว่ายังไม่ผ่านมาตรฐานการส่งออกอาหารทะเล

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาวิกฤตความเชื่อมั่นของผู้บริโภคต่อการรับประทานหอยนางรม โดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม โดยออกแบบโครงสร้างภายนอกเป็นรถเข็นสแตนเลส ให้สามารถนำไปใช้งานจำหน่ายหอยนางรมสด ริมทาง (Street Food) มีระบบบำบัดและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมโดยการนำหอยนางรมมาล้างภายในด้วยน้ำทะเลสะอาด โดยไม่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม มีการดึงเมือกของเสียด้วยเครื่องโปรตีนสกิมเมอร์ และที่สำคัญน้ำที่ผ่านการใช้งานยังสามารถบำบัดและนำไปใช้อีกด้วย ทั้งนี้ หอยนางรมที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม ยังเพิ่มความมั่นใจโดยการนำไปตรวจสอบด้วยสถาบันที่น่าเชื่อถือ ทั้งนี้ นวัตกรรมดังกล่าวจะช่วยสร้างความมั่นคงให้ผู้ผลิตและ สร้างคุณภาพชีวิตให้ผู้บริโภค ส่งผลดีต่อเศรษฐกิจของจังหวัดและประเทศในภาพรวม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

2.2 เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมมีสมรรถนะในระดับสูง โดยมีปริมาณเชื้อโรคในหอยนางรมหลังล้าง ไม่ต่ำกว่าก่อนล้างร้อยละ 50

3.2 เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมมีประสิทธิภาพในระดับสูง โดยมีปริมาณเชื้อโรคในหอยนางรมหลังล้าง ไม่ต่ำกว่าการล้างด้วยเครื่องต้นแบบร้อยละ 30

3.3 ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมไม่ต่ำกว่าระดับมาก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม มีรายละเอียด ดังนี้

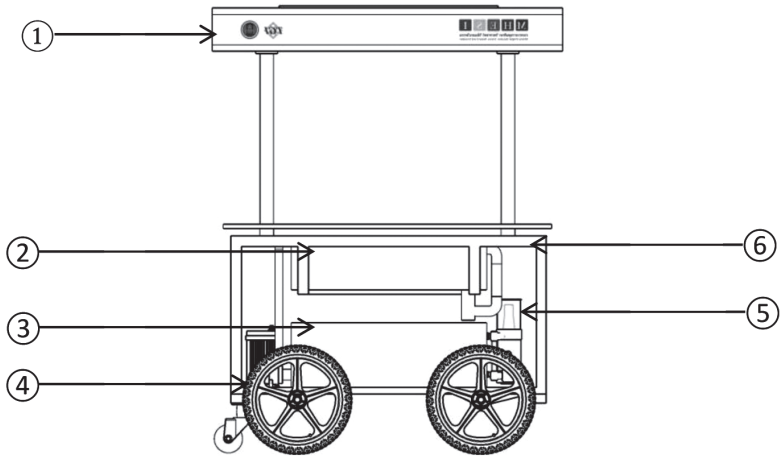
4.1 ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งานคือ สมาชิกสหกรณ์ผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสุราษฎร์ธานี บ้านเลขที่ 85 หมู่ 2 ตำบลตะเคียนทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84160 โดยการพิจารณาจุดอ่อนของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมต้นแบบและแนวทางการพัฒนานวัตกรรมดังภาพต้นแบบ ดังภาพที่ 1

ก) ต้นแบบที่ 1 ข) ต้นแบบที่ 2

ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมต้นแบบ

4.2 พัฒนานวัตกรรมเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม มีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ออกแบบ เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

จากภาพที่ 2 โครงสร้างของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมประกอบด้วย 6 ส่วน คือ

1) ส่วนหลังคาโซล่าเซลล์ ใช้พลังงานสะอาดในการเป็นแหล่งพลังงาน

2) ส่วนถังล้างและกำจัดสิ่งปลอมปนหอยนางรม ออกแบบเป็นถังไมโครไฟเบอร์สำหรับใส่น้ำทะเลแช่หอยนางรมให้อ้าปากเพื่อทำการล้างเชื้อโรคภายในเนื้อหอยนางรมโดยใช้ระบบน้ำไหลวน

3) ส่วนถังบำบัดน้ำและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม ระบบกรองตะกอนและของเสีย ชุดฉายรังสี Ultraviolet (UV) และชุดกรองละเอียดระดับไมครอน เพื่อการบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

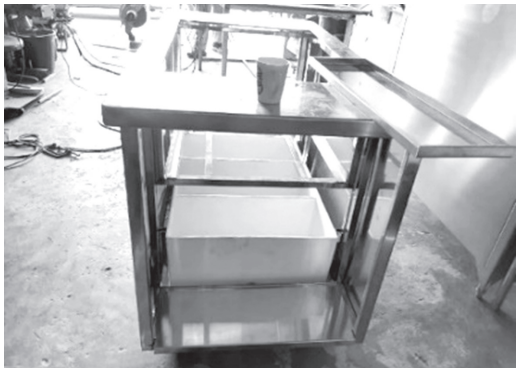
4) ส่วนโครงสร้างตัวถังและล้อ สามารถเข็นไปใช้งานจำหน่ายหอยนางรมสดริมทาง (Street Food)

5) อุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ มอเตอร์ปั๊มน้ำ โปรตีนสกิมเมอร์ และ ชุดฉายรังสี Ultraviolet

6) โครงสร้างหลักโดยใช้วัสดุสแตนเลส

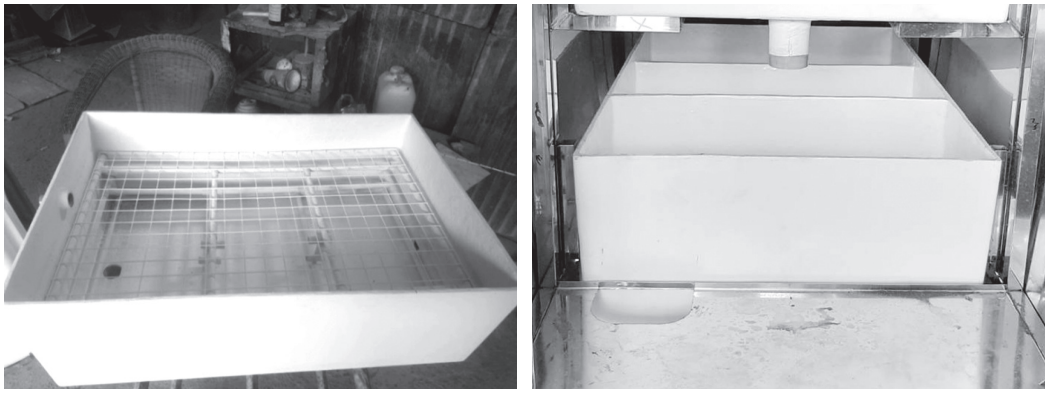
4.2.2 พัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) สร้างชุดโครงสร้างหลักโดยใช้วัสดุสแตนเลส ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างหลักของ เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

2) หล่อถังล้างหอยนางรมและบำบัดน้ำและกำจัดสิ่งปนเปื้อนโดยใช้วัสดุไฟเบอร์ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การสร้างถังไฟเบอร์ล้างหอยนางรมและถังไฟเบอร์บำบัดน้ำและกำจัดสิ่งปนเปื้อน

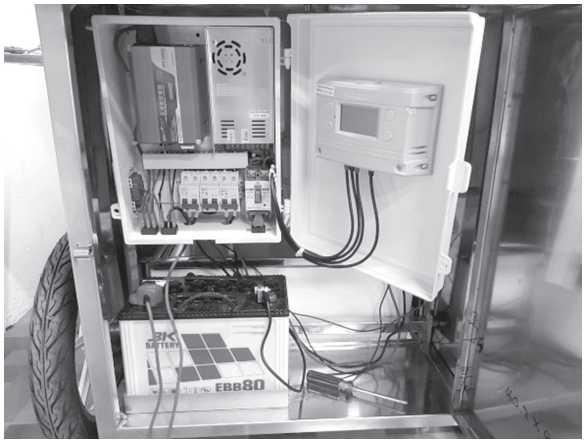
3) สร้างล้อและช่วงล่างฐานล้อโดยวัสดุล้อเป็นแมกนีเซียมและยาง ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 การสร้างล้อและช่วงล่างฐานล้อ

4) สร้างหลังคาตู้ไฟโซลาเซลล์ โดยใช้ โซลาเซลล์ชนิด Mono crystalline ส่วนตู้ไฟโครงสร้างเป็นวัสดุเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304L ส่วนหลอดไฟใช้ LED ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 สร้างหลังคาตู้ไฟโซลาเซลล์

5) สร้างและติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบน้ำ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบควบคุม

4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1) หอยนางรมในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2) เกษตรกรเพาะเลี้ยงหอยนางรมและผู้บริโภคหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

4.3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ

1) หอยนางรมในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 400 ตัว โดยการการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ

2) เกษตรกรเพาะเลี้ยงหอยนางรม จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 15 คน โดยการใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง และผู้บริโภคหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 15 คน โดยการใช้วิธีการเลือกแบบสะดวก

4.4 เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย แบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามความความพึงพอใจ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ดังนี้

4.4.1 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบบันทึกผลการทดลอง

1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบบันทึกผลการทดลอง

2) พิจารณาคุณลักษณะที่ต้องการบันทึกผลการทดลอง

3) จัดพิมพ์แบบบันทึกผลการทดลองฉบับร่าง

4) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8 - 1

5) ปรับปรุงเครื่องมือการวิจัย

6) ทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่า โดยมีค่าสัมประสิทธ์แอลฟ่า = 0.98

7) ปรับปรุงเครื่องมือวิจัยและจัดพิมพ์ฉบับจริง

4.4.2 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยมีวิธีการ ดังนี้

1) ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจตามวิธีของลิเคอร์ท

2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ 5 ระดับ

3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8 - 1

4) ทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าโดยมีค่า สัมประสิทธ์แอลฟ่า = 0.99

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากได้เครื่องมือในการวิจัยที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยทางคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้และเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

4.5.1 ทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อโรคก่อนและหลังใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขอบเขตที่วางไว้โดยใช้แบบบันทึกผลการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

4.5.2 ทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อโรคหลังการล้างด้วยเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมกับเครื่องต้นแบบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขอบเขตที่วางไว้โดยใช้แบบบันทึกผลการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

4.5.3 การประเมินความพึงพอใจและการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดรหัสข้อมูลแล้วบันทึกข้อมูลและประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองจากแบบบันทึกผลการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย เพศ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

4.6.2 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย เพศ อายุข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

4.6.3 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลจากการสร้างเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมมีผลงานดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมที่สมบูรณ์

จากภาพที่ 8 แสดงเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมที่สมบูรณ์ โครงสร้างประกอบด้วย 1) หลังคาออกแบบให้มีโซล่ารูฟท็อปแบบอ่อนตัวขนาด 150 Watt และป้ายไฟ LED 2) ถังล้างหอยนางรม ครั้งละ 200 ตัว มีระบบสเปรย์น้ำ ทำให้หอยนางรมอ้าปากสำหรับ 3) ระบบบำบัดน้ำและสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม 4) ส่วนล้อและช่วงล่างสามารถเข็นไปใช้งานจำหน่ายหอยนางรมสดริมทาง (Street Food) 5) โครงสร้างตัวถังซึ่งทำจากวัสดุสแตนเลส และส่วนภายในประกอบด้วยระบบไฟฟ้าและระบบน้ำ

5.2 ผลการหาสมรรถนะของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม โดยการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อโรคก่อนและหลังใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การตรวจวัดและเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในหอยนางรมก่อนล้างกับหลังล้าง

ชนิดข้อมูล	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/g)
ก่อนใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม	19,000
หลังใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม	7,600

จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในหอยนางรมก่อนล้างเท่ากับ 19,000 CFU/g และหลังล้างเท่ากับ 7,600 CFU/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและ ภาชนะสัมผัสอาหาร ปี พ.ศ. 2553 ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งระบุถึงเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลดิบที่เตรียม ในสภาพบริโภคได้ทันทีต้องมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 1.0 x 105 CFU/g [4]

5.3 ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม โดยการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อโรคหลังใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมที่พัฒนากับเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบ ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณเชื้อโรคหลังใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมที่พัฒนากับเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบ

ชนิดข้อมูล	**ปริมาณเชื้อโรค** (CFU/g)		
	เชื้อวิบริโอ	*Escherichia coli*	Fecal coliform
เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมที่พัฒนา	7.64	21.22	13.17
เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบ	60.34	43.43	45.32

จากตารางที่ 2 พบว่าปริมาณเชื้อโรคหลังใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมที่พัฒนามีเชื้อวิบริโอเท่ากับ 7.64 , *Escherichia coli* เท่ากับ 21.22 และ Fecal coliform เท่ากับ 13.17 ส่วนเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบมีเชื้อวิบริโอเท่ากับ 60.34, *Escherichia coli* เท่ากับ 43.43 และ Fecal coliform เท่ากับ 45.32

5.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

จากแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 30 คน ดังมีผลการประเมิน ดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 70 มีอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 31 - 40 คิดเป็นร้อยละ 40 โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม

รายการ	**ผลการประเมิน**		
	$\bar{X}$	**S.D.**	**ความหมาย**
1. ด้านโครงสร้างและการออกแบบ	4.58	0.65	มากที่สุด
2. ด้านประสิทธิภาพในการใช้งาน	4.62	0.76	มากที่สุด
3. การบำรุงรักษาและความปลอดภัย	4.71	0.74	มากที่สุด
สรุปผลภาพรวม	**4.64**	**0.41**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 ผู้ตอบแบบมีความพึงพอใจต่อ เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม ด้านโครงสร้างและการออกแบบ ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.58, S.D.=0.65) ด้านประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.62, S.D.=0.76) และด้านการบำรุงรักษาและความปลอดภัยในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.71, S.D.= 0.74) และเมื่อประเมินความพอใจ ในภาพรวมมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.64, S.D.= 0.41)

6. อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

6.1 สมรรถนะของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในหอยนางรมก่อนล้างเท่ากับ 19,000 CFU/g และหลังล้างเท่ากับ 7,600 CFU/g โดยมีปริมาณเชื้อโรคหลังล้างลดลงกว่าก่อนล้างร้อยละ 60 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากระบบล้างและกรองสามารถลดและกำจัดเชื้อโรคภายในเนื้อหอยนางรมได้

6.2 ประสิทธิภาพของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม โดยการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อโรคหลังใช้งานเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมที่พัฒนากับเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบ พบว่าหอยนางรมที่ล้างด้วยเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมมีเชื้อโรคในเนื้อหอยนางรมน้อยกว่าเครื่องต้นแบบทุกรายการ โดยมีเชื้อวิบริโอน้อยกว่า ร้อยละ 87.34 ส่วนเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่า 51.14 และมีเชื้อ Fecal coliform น้อยกว่า 70.94 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องเพิ่มเติมโดยเพิ่มระบบการกรองละเอียดและการกักเก็บเชื้อโรค ซึ่งได้วิจัยการออกแบบเครื่องมือกลเพื่อบำบัดน้ำและเลน ลดการใช้พลังงานและ สารเคมี ในฟาร์มหมุนเวียนน้ำระบบปิด [2] ซึ่งได้ผลการวิจัยในการบำบัดและกรองสิ่งปนเปื้อนในฟาร์มหมุนเวียนน้ำระบบปิด ทำให้ปริมาณเชื้อในหอยสองฝาและสัตว์น้ำลดลงมากกว่าร้อยละ 30

6.3 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้ เนื่องจากนวัตกรรมสามารถเพิ่มรายได้ให้ผลิตและเสริมสร้างคุณภาพชีวิตให้ผู้บริโภค

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1) การพัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมจากเครื่องต้นแบบโดยออกแบบและพัฒนาโครงสร้าง นำไปใช้งานจำหน่ายหอยนางรมสดริมทาง (Street Food) สำหรับล้างหอยนางรมครั้งละ 200 ตัว มีระบบสเปรย์น้ำเพื่อล้างทำความสะอาดขณะหอยนางรมอ้าปาก ส่วนหลังคาออกแบบให้มีโซล่ารูฟท็อปแบบอ่อนตัวขนาด 150 Watt สำหรับเป็นต้นพลังงาน และที่สำคัญน้ำที่ผ่านการใช้งานยังสามารถบำบัดน้ำนำกลับมาใช้ใหม่โดยกระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติ

2) สมรรถนะของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมก่อนล้างเท่ากับ 19,000 CFU/g และหลังล้างเท่ากับ 7,600 CFU/g โดยมีปริมาณเชื้อโรคหลังล้างลดลงกว่าก่อนล้างร้อยละ 60

3) ประสิทธิภาพของเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม สูงกว่าเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบ ทุกรายการ โดยหลังล้างหอยนางรมพบว่ามีเชื้อวิบริโอน้อยกว่าร้อยละ 87.34 ส่วนเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่า 51.14 และมีเชื้อ Fecal coliform น้อยกว่า 70.94

4) ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1) ประสิทธิภาพในการบำบัดและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมครั้งนี้วัดจากการการล้างครั้งละไม่เกิน 200 ตัว โดยเวลาที่เหมาะสมคือ 3 - 4 ชม.

2) ควรนำเครื่อง เครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมไปศึกษาและทดลองการบำบัดและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในสัตว์น้ำทะเลชนิดอื่นเช่น หอยแครง หอยแมลงภู่ และปูม้า เป็นต้น

3) ควรวิจัยเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารเพิ่มเติมหลังล้างด้วยเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อ หอยนางรม

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สุรชาติ วิชัยดิษฐ. (2559). *การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี* (วิทยานิพนธ์ วท.ม. การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

[2] อนันต์ ตันสุตะพานิช. (2551). *การออกแบบเครื่องมือกลเพื่อบำบัดน้ำและเลน ลดการใช้พลังงานและสารเคมีในฟาร์มหมุนเวียนน้ำระบบปิด.* กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง: กรมประมง.

[3] พงษ์เทพ วิไลพันธ์, อรษา สุตเธียรกุล, มณีย์ กรรณรงค์, ธีรยา สรรพวรพงษ์, ประทุมวัลย์ เจริญพร,... ดาวริน สุขเกษม. (2556). *หอยนางรมปลอดภัย สถานการณ์และแนวทางบริหารจัดการตลอดห่วงโซ่การผลิต กรณีศึกษาจังหวัดสุราษฎร์ธานี* (รายงานผลการวิจัย). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีโน พับลิชชิ่ง แอนด์ แพคเกจจิ้ง จำกัด.

[4] ลดาพรรณ แสงคล้าย, ดวงดาว วงศ์สมมาตร์, อารุณี ศรพรหม, สมภพ วัฒนมณ, มัณฑนา พันธ์บัวหลวง,... รัชฎาพร สุวรรณรัตน. (2560). *เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560).* กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี: โรงพิมพ์บริษัทพีทู ดีไซน์ แอนด์ พริ้นท์ จำกัด.