

Received: August 3, 2022; Revised: August 20, 2022; Accepted: September 6, 2022

การเพาะเลี้ยงและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของ
สาหร่ายพวงองุ่นในพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี
Cultivation and post-harvest management towards microbial quality
of sea grape (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh)
in Laem Phak Bia Subdistrict, Ban Laem District, Phetchaburi Province

วนารีย์ นิมปี^{1*} ศิริศักดิ์ สุนทรไชย¹ และวศินา จันทรศิริ¹
Wanaree Nimpee^{1*}, Sarisak Soontornchai¹ and Vasina Chandrasiri¹

¹ สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี

*Corresponding Author E-mail Address: wanaree.nim@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น (2) ศึกษากระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น (3) ตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของสาหร่ายพวงองุ่น และ (4) หาความสัมพันธ์ระหว่างการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกับคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่น ในพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือ ฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นในพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 4 แห่ง ประกอบด้วย ฟาร์มมาตรฐานจีเอพี ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียว และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำ เครื่องมือที่ใช้ คือ (1) แบบบันทึกการสำรวจ และ (2) อุปกรณ์และเครื่องมือตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เจ้าของฟาร์มและผู้เกี่ยวข้อง แล้วเก็บตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ พร้อมจำหน่ายจากฟาร์มทั้ง 4 แห่ง แห่งละ 3 ตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและสถิติอนุมาน-พาราเมตริกครุสคัล-วอลลิส ผลการวิจัยพบว่า (1) ระบบการเพาะเลี้ยงของฟาร์มทั้ง 4 แห่งมีวิธีการจัดการไม่แตกต่างกัน (2) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของฟาร์มทั้ง 4 แห่ง มีวิธีการจัดการไม่แตกต่างกัน (3) คุณภาพด้านเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นของฟาร์มทั้ง 4 แห่ง มีการตรวจพบเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* เพียง 1 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มทั้ง 4 แห่ง และ (4) การเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของฟาร์มทั้ง 4 แห่งมีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นโดยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ: สาหร่ายพวงองุ่น การเพาะเลี้ยง การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว คุณภาพด้านจุลินทรีย์

ABSTRACT

This research aimed: (1) to study the cultivation system of sea grapes (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh); (2) to study the post-harvest management system; (3) to examine the microbial quality of harvested sea grapes; and (4) to determine the relationship between cultivation, post-harvest management and microbial quality of sea grapes in Laem Phak Bia subdistrict, Ban Laem district, Phetchaburi province. A survey research was conducted on a sample population of sea grapes farms in Laem Phak Bia subdistrict, Ban Laem district, Phetchaburi province cultivated totaling 4 different farms including GAP-certified farm, organic and GAP-certified farm, general algae farm, and general aquaculture farm (raising aquatic animals and algae). The following tools were used for this study: 1) survey records of cultivation and post-harvest management systems of sea grapes, and 2) tools for microbial quality analysis. Data were obtained by interviewing farm proprietors and staff; sea grapes samples were taken at the end of the production process and ready for sale from 4 farms, 3 samples from each farm. Data analysis was conducted using content analysis and Kruskal-Wallis' non-parametric statistics. Results revealed that: (1) no differences were found in cultivation system across the 4 farms; (2) no differences were found in post-harvest management across the 4 farms; (3) microbial quality of sea grapes from each farm showed no statistical difference, with only 1 sample detected with *Vibrio parahaemolyticus* out of 12 samples collected, lastly; and 4) cultivation and post-harvest management in all farms were shown to be related to microbial quality of sea grapes in compliance with standards.

Keywords: Sea grapes, Cultivation, Post-harvest management, Microbial quality

บทนำ

สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) เป็นสาหร่ายทะเลสีเขียว มีลักษณะเป็นเมล็ดกลมเล็ก รวมกันเป็นช่อคล้ายกับผลพวงองุ่น หรือไขปลาเคียว จึงมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษว่า "Sea grapes" หรือ "Green caviar" (กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2560) จัดเป็นพืชอาหารชนิดหนึ่งที่มีคุณประโยชน์ และคุณค่าทางอาหารมากมาย ประกอบไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ หลายชนิด เช่น กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA) วิตามินบี 2 วิตามินอี และแร่ธาตุที่สำคัญอย่างแมกนีเซียม (Magnesium) แคลเซียม (Calcium) โพแทสเซียม (Potassium) สังกะสี (Zinc) ไอโอดีน (Iodine) เบต้า-แคโรทีน (Beta-carotene) เป็นต้น และเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีระดับโปรตีนที่สูง และมีกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ลิซีน วาลีน ไลซีน เป็นต้น อยู่ประมาณร้อยละ 40 ของกรดอะมิโนทั้งหมด ซึ่งใกล้เคียงกับในไข่และถั่วเหลือง (Ratana-arporn and Chirapart, 2006) และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ชนิดที่หาไม่ได้จากพืชบก เช่น กรดแอสพาร์ติก (Aspartic acid) กรดกลูตามิก (Glutamic acid) เป็นต้น ที่สำคัญสาหร่ายพวงองุ่นยังให้พลังงานต่ำ ไขมันต่ำ มีใยอาหารสูง จึงช่วยกระตุ้นระบบขับถ่ายได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่า สาหร่ายพวงองุ่นมีสารประกอบฟีนอลิกซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds) ที่สำคัญคือ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) โดยมีบทบาทสำคัญในการชะลอ หรือขจัดอนุมูลอิสระ (Free radical) ที่เกิดขึ้นภายในร่างกายมนุษย์ ซึ่งสามารถป้องกันภาวะเครียดที่เกิดจากการออกซิเดชัน (Oxidation stress) อีกทั้งยังมีบทบาทในการชะลอการแก่ก่อนวัยได้ ด้วยประโยชน์และ

คุณค่าทางอาหารที่กล่าวมา สาหร่ายพวงองุ่นจึงถูกจัดให้เป็นหนึ่งในอาหารสุขภาพประจำปี 2017 ที่ผู้รักสุขภาพนิยมบริโภค (สถาบันอาหาร, 2560) การบริโภคสาหร่ายพวงองุ่นนิยมบริโภคแบบสด เช่น นำมารับประทานร่วมกับน้ำจิ้ม น้ำพริก ชูชิ สลัด ยำ ส้มตำ เป็นต้น

กรมประมงได้เล็งเห็นถึงศักยภาพและประโยชน์ของสาหร่ายพวงองุ่น และต้องการให้คนไทยได้บริโภคอาหารที่มีคุณค่า จึงได้มีการผลักดันให้สาหร่ายพวงองุ่นขึ้นเป็น “สาหร่ายเศรษฐกิจ” และส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ เพื่อสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรนอกเหนือจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยจังหวัดเพชรบุรีเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ติดทะเล ไม่มีอุตสาหกรรมหนัก น้ำทะเลซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายมีคุณภาพดี การเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นในปัจจุบันมี 2 รูปแบบ คือ การเพาะเลี้ยงในบ่อดิน และการเพาะเลี้ยงในบ่อคอนกรีต (กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2560) ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบ่อดิน เนื่องจากมีบ่อเดิมที่เป็นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือนาเกลืออยู่แล้ว ในปี 2562 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรเรื่องการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงที่ดีสำหรับฟาร์มสาหร่ายทะเล มกษ. 7434-2562 เพื่อให้สาหร่ายทะเลจากการเพาะเลี้ยงมีคุณภาพและความปลอดภัยเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคและนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นมาตรฐานโดยสมัครใจ และได้มีการกำหนดคุณภาพของสาหร่ายทะเลในด้านการตกค้างจากสารโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่วปรอท สารหนู และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Salmonella* spp. *E.coli* เป็นต้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2562) จากมาตรฐานดังกล่าวการกำหนดคุณภาพด้านจุลินทรีย์ยังไม่มี ความชัดเจนโดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่อาจมีการปนเปื้อนมาจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่การเพาะเลี้ยง เช่น ดิน น้ำ อากาศ เป็นต้น รวมถึงปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ระหว่างการเพาะเลี้ยง สิ่งที่เข้ามาสัมผัสกับผลผลิตในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต การขนส่ง เช่น เกษตรกร ผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการอาหาร เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต เป็นต้น ซึ่งนำมาสู่การเกิดโรค และการเจ็บป่วยต่าง ๆ ได้ เช่น *Vibrio parahaemolyticus* ทำให้เกิดโรคอหิวาต์เทียม และ *Vibrio cholerae* ทำให้เกิดโรคอหิวาตกโรค โดยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองประเภทสามารถพบได้ในสัตว์ทะเล สาหร่ายทะเล และแพลงก์ตอน *Listeria monocytogenes* สามารถพบได้ในทั่วไปในธรรมชาติ ทำให้เกิดโรค Listeriosis ในผู้สูงอายุมีครรภ์อาจทำให้เกิดการแท้งได้ *Staphylococcus aureus* สามารถสร้างสารพิษ และทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ โดยมนุษย์และสัตว์เป็นแหล่งอาศัยของเชื้อชนิดนี้มักพบในจมูก คอ ผิวหนัง เส้นผม เป็นต้น ถึงแม้ปัจจุบันจะยังไม่พบการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ หรือการเจ็บป่วยจากการบริโภคสาหร่ายพวงองุ่น แต่จากการศึกษาของ Kudaka et al. (2008) และ Mahmud et al. (2007) พบว่า มีการพบเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในสาหร่ายทะเล ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรสดังที่กล่าวมา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบนำร่องมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่นจากตัวแทนของฟาร์มในพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศ โดยฟาร์มเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ปัจจุบันมี 4 แบบ คือ ฟาร์มมาตรฐานจีเอพี ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียว และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำ และศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่น เพื่อหาความสัมพันธ์ของระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกับคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นของฟาร์มทั้ง 4 แบบ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ ฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นในพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นที่ต้องการศึกษาแบบเจาะจง เพื่อให้เป็นตัวแทนของรูปแบบฟาร์มที่

หลากหลายและตามความสนใจของผู้ร่วมวิจัย จำนวน 4 แห่ง ดังนี้ 1) ฟาร์มมาตรฐานจีเอพี จำนวน 1 ฟาร์ม 2) ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ จำนวน 1 ฟาร์ม 3) ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นเพียงอย่างเดียว จำนวน 1 ฟาร์ม และ 4) ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นและสัตว์น้ำ จำนวน 1 ฟาร์ม และตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นที่ทำการศึกษ จำนวน 4 แห่ง แห่งละ 3 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ พร้อมจำหน่ายออกจากแหล่งเพาะเลี้ยง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกการสำรวจระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลทั่วไปของฟาร์ม 2) สภาพแวดล้อมทั่วไป และสุขอนามัยภายในฟาร์ม 3) การเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น 4) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ, คัด, บรรจุ, เก็บรักษา) และทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือให้ครอบคลุมเนื้อหา การใช้ภาษา และสอดคล้องกับกระบวนการวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และนำมาหาค่า IOC โดยใช้เกณฑ์คะแนน 0.67 ขึ้นไป

การศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่น

สาหร่ายพวงองุ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในน้ำทะเลและผู้ป่วยโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง การศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์จึงอ้างอิงรายการตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (อาหารพร้อมบริโภค ประเภทอาหารทะเลที่บริโภคดิบ) (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร, 2560) ซึ่งกำหนดเกณฑ์เชื้อจุลินทรีย์ 7 รายการ ได้แก่ 1) เชื้อจุลินทรีย์รวม (Total plate count) 2) *Escherichia coli* 3) *Staphylococcus aureus* 4) *Salmonella* spp. 5) *Vibrio cholerae* 6) *Vibrio parahaemolyticus* และ 7) *Listeria monocytogenes* โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ อุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการทางห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาของบริษัท ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น

ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และสัมภาษณ์ผู้ประกอบการฟาร์มตัวอย่างที่เข้าทำการสำรวจ โดยมีหัวข้อการสำรวจตามแบบบันทึกการสำรวจระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น

การศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่น

ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ พร้อมจำหน่ายออกจากฟาร์ม จำนวน 4 แห่ง แห่งละ 3 ตัวอย่าง โดยผู้เตรียมตัวอย่าง คือ เจ้าของฟาร์มหรือผู้ปฏิบัติงานทำการสุ่มตัวอย่างสาหร่ายจากถังเลี้ยงสาหร่ายพร้อมจำหน่ายจำนวน 1 ถัง จากนั้นตักสาหร่ายพวงองุ่นขึ้นมาบรรจุใส่ตะกร้าโปร่ง และทำการเสิร์ฟด้วยเครื่องปั่นแห้งหรือการอบแห้ง ตักกร้า ผู้วิจัยทำการสวมถุงมือปลอดเชื้อ และฆ่าเชื้อถุงมือด้วยแอลกอฮอล์ 70% ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 3-5 นาที และหยิบตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นจากตะกร้ามาบรรจุในถุงซิปลาสติกปลอดเชื้อ ซึ่งน้ำหนัก 500 กรัม ปิดผนึกถุงเก็บตัวอย่างให้เรียบร้อย เก็บตัวอย่างสาหร่ายจำนวน 3 ตัวอย่างต่อฟาร์ม นำถุงตัวอย่างบรรจุลงในกล่องโฟม ปิดฝากล่องโฟมให้เรียบร้อย และนำตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการ บริษัท ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด ภายในวันเดียวกับวันที่เก็บตัวอย่าง และทำการรวบรวมผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 7 รายการที่ได้จากใบรายงานผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น

วิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลระบบการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น

การศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่น

ทำการทดสอบความแตกต่างของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจากแหล่งเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นทั้ง 4 แห่ง โดยใช้สถิติอน-พารามตริกครุสคัล-วอลลิส (Kruskal Wallis) เนื่องจากการเปรียบเทียบของข้อมูลที่มีจำนวนน้อย

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

1. การศึกษาระบบการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น

จากการศึกษาระบบการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นของฟาร์มทั้ง 4 แห่ง ด้านสภาพแวดล้อมของฟาร์ม และสุขอนามัยภายในฟาร์ม และด้านการเพาะเลี้ยง ให้ผลดังนี้

ด้านสภาพแวดล้อมของฟาร์ม และสุขอนามัยภายในฟาร์ม

สภาพแวดล้อมของฟาร์ม พบว่า ทุกฟาร์มมีสถานที่ตั้งอยู่ใกล้ทะเลซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย การคมนาคมสะดวกมีถนนเข้าถึงในพื้นที่ฟาร์ม มีระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานที่จำเป็น เช่น ไฟฟ้า น้ำประปา เป็นต้น อาคารหรือบริเวณการผลิตและสิ่งอำนวยความสะดวก (พื้นที่ล้าง, คัด, บรรจุ และจัดเก็บผลผลิต) มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เป็นอาคารแบบเปิด ซึ่งไม่สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมถึงสัตว์พาหะนำเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ แตกต่างกันที่ขนาดพื้นที่ วัสดุของโครงสร้างอาคาร ฟาร์มมาตรฐานจีเอพี และฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ มีสภาพอาคารผลิตและพื้นที่โดยรอบอาคารผลิตที่เป็นสัดส่วนและมีความสะอาดมากกว่าฟาร์มทั่วไปทั้งสองแห่ง (รูปที่ 1)



(ก) ฟาร์มที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจีเอพี



(ข) ฟาร์มทั่วไป

รูปที่ 1 รูปแบบอาคารผลิต (คัด ล้าง บรรจุ และจัดเก็บผลผลิต)

สุขอนามัยภายในฟาร์ม พบว่า การบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต ของฟาร์มมาตรฐานจีเอพี และฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ มีการจัดการที่ดีกว่าฟาร์มทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงสำหรับฟาร์มสาหร่ายทะเล รายการที่ 5 สุขอนามัยภายในฟาร์ม ข้อกำหนด 5.5 ควบคุมดูแลรักษาอุปกรณ์ เครื่องมือ ให้สะอาดทุกครั้งหลังการใช้งาน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2562) การควบคุมไม่ให้สัตว์เลี้ยงเข้าไปในบริเวณพื้นที่ที่มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทุกฟาร์มยังจัดการไม่ได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของฟาร์มที่มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิด ทั้งนี้ หากสัตว์เลี้ยงเข้าไปในพื้นที่ของฟาร์มอาจมีการขับถ่ายมูลลงในพื้นที่บริเวณบ่อเลี้ยง และอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากมูลสัตว์ได้ จากการศึกษาของ Rodrigues et al. (2014) พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างมูลสัตว์ที่ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์จากการเพาะปลูกผักกาดหอม ดังนั้นผู้ประกอบการจึงควรมีการติดตั้งอุปกรณ์หรือปรับปรุงโครงสร้างอาคารให้สามารถป้องกันสัตว์เลี้ยง เช่น จัดทำรั้ว หรือประตูกันพื้นที่อาคารผลิตให้เป็น

สัดส่วน แยกจากพื้นที่ภายนอก เป็นต้น การจัดการของเสียภายในฟาร์ม พบว่า ของเสียที่เกิดจากการผลิตส่วนใหญ่ คือ สาหร่ายที่ไม่ได้คุณภาพ เช่น มีสีแดง ความยาวของซอสสาหร่ายสั้น เป็นต้น ซึ่งของเสียดังกล่าวสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ย หรือนำไปเป็นต้นพันธุ์ใช้เพาะเลี้ยงต่อได้

บุคลากรและสุขลักษณะส่วนบุคคล พบว่า ผู้ประกอบการทุกแห่งได้รับการอบรมและคำแนะนำการเพาะเลี้ยงและการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่นจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี กรมประมง จึงทำให้ผู้ประกอบการมีความรู้ที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนการจัดการด้านสุขลักษณะบุคคลสำหรับผู้คัดและบรรจุผลผลิต เช่น การแต่งกาย (การสวมหมวก และเน็ตคลุมผม การสวมถุงมือ) การปฏิบัติตนด้านสุขอนามัยที่ดีในการผลิต สุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น พบว่า ทุกฟาร์มยังไม่มีมีการปฏิบัติในหัวข้อนี้ เนื่องจากยังไม่มีกำหนดในการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงที่ดีสำหรับฟาร์มสาหร่ายทะเล

ด้านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น

ฟาร์มที่ทำการศึกษาทั้ง 4 แห่งมีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในบ่อดิน เนื่องจากพื้นที่เดิมเป็นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและนาเกลืออยู่แล้ว จึงสามารถนำมาปรับใช้เป็นบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายได้ โดยการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ

ขั้นตอนการเตรียมบ่อ โดยการขุดบ่อให้มีความลึกประมาณ 1.2–2.5 เมตร และมีการตากบ่อและโรยปูนขาวทิ้งไว้ประมาณ 1–2 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของบ่อ

ขั้นตอนการเตรียมน้ำ น้ำทะเลเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น แหล่งน้ำทะเลที่นำมาใช้ในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย และน้ำทะเลที่ใช้ในกระบวนการล้างสาหร่ายหลังการเก็บเกี่ยวของฟาร์มทั้ง 4 แห่ง มาจากน้ำทะเลชายฝั่งตำบลแหลมผักเบี้ย โดยฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียวสามารถใช้น้ำทะเลจากชายฝั่งได้เลย เนื่องจากพื้นที่ตั้งฟาร์มอยู่ริมชายฝั่งทะเล ส่วนฟาร์มมาตรฐานจีเอพี และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำ จะใช้น้ำทะเลที่ถูกส่งมาตามคลองส่งน้ำทะเล และสูบน้ำเข้าบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย การเติมน้ำทะเลลงในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายจะมีระดับความสูงที่ประมาณ 1–1.5 เมตร

ขั้นตอนการเพาะเลี้ยง พบว่า ฟาร์มที่ศึกษาทั้ง 4 แห่งใช้การปลูกสาหร่ายแบบปักชำลงในดิน เนื่องจากมีการลงทุนน้อย และสาหร่ายเจริญเติบโตได้เร็ว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของชยุตม์ และคณะ (2021) เรื่อง ผลของวิธีการเพาะเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่นในพื้นที่ทุ่งไผ่ จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่มีการเพาะเลี้ยงแบบหว่านลงดินให้ผลผลิตที่มากกว่าการเพาะเลี้ยงแบบแขวนเชือก การเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นเป็นการเลี้ยงแบบธรรมชาติไม่มีการใช้ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยจากมูลสัตว์ วัตถุดิบทรายทางการเกษตร สารเคมีต่าง ๆ เป็นต้น ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารเคมี และเชื้อจุลินทรีย์ในผลผลิตระหว่างการเพาะเลี้ยงสาหร่าย ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงที่ดีสำหรับฟาร์มสาหร่ายทะเล และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ โดยในส่วนของฟาร์มทั่วไปมีการปฏิบัติเช่นเดียวกัน ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายร่วมกับสัตว์น้ำ สัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยง คือ ปลากระพง ซึ่งมีการให้อาหารปลาแบบสำเร็จรูปขณะที่ทำการเพาะเลี้ยง แต่ไม่มีการใช้ปัจจัยการผลิตอื่น ๆ เช่นเดียวกัน การควบคุมคุณภาพของน้ำโดยเฉพาะค่าความเค็มของน้ำทะเลในบ่อเพาะเลี้ยงต้องมีการวัดค่าความเค็มของน้ำทะเลอยู่เป็นระยะ จากการศึกษพบว่าทางผู้ประกอบการจะมีการวัดค่าความเค็มของน้ำทะเลในบ่อเพาะเลี้ยงทุก 1–3 วัน โดยให้มีค่าอยู่ระหว่าง 28–35 ส่วนในพันส่วน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสันติ (2546) เรื่อง การใช้สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentilifera* J. Argardh) ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) แบบพัฒนา ที่พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่เลี้ยงในน้ำทะเลความเค็ม 25–35 ส่วนในพันส่วน สามารถเจริญเติบโตได้ดี ส่วนระดับความเค็มที่ต่ำกว่า 20 ส่วนในพันส่วน และสูงกว่า 40 ส่วนในพันส่วน ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย การเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในบ่อเพาะเลี้ยงจะเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เพื่อให้ให้น้ำในบ่อสาหร่ายได้มีการหมุนเวียน และให้สาหร่ายได้รับธาตุอาหารจากน้ำทะเลอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของชยุตม์ และคณะ (2021) ที่พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นมีความสามารถในการสะสมสารอาหารต่าง ๆ จากแหล่งน้ำเข้ามาไว้ในเนื้อเยื่อของลำต้นโดยเฉพาะสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งสารที่สำคัญ ได้แก่ ไนไตรท์ ไนเตรท แอมโมเนีย และฟอสเฟต ซึ่งคุณภาพของน้ำจากคลองพุมเรียงซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ

ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายมีแนวโน้มของปริมาณไนโตรเจน แอมโมเนีย และฟอสเฟต สูงกว่าน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์

ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่นจากบ่อเพาะเลี้ยงจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่อสาหร่ายมีอายุตั้งแต่ 2-4 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเจริญ และทวิช (ม.ป.ป.) ที่พบว่า เมื่อทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นในตู้ปลา การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยของสาหร่ายพวงองุ่นในระยะเวลา 2 เดือน มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เนื่องจากได้รับสารอาหารพอเพียงต่อการเจริญเติบโต และสาหร่ายจะมีน้ำหนักเฉลี่ยลดลงตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้น

2. การศึกษาระบบการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น

จากการศึกษาระบบการจัดการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่นใน 4 หัวข้อ ได้แก่ การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อผลผลิต การคัดผลผลิต การบรรจุ และการเก็บรักษา ของฟาร์มทั้ง 4 แห่ง ให้ผลดังนี้

การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อผลผลิต พบว่า ทุกฟาร์มมีขั้นตอนการล้างสาหร่าย โดยจะแบ่งเป็นการล้างออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งแรกจะเป็นการล้างสาหร่ายเบื้องต้นเพื่อกำจัดดินโคลนและสิ่งสกปรกที่ติดมากับสาหร่าย โดยหลังการเก็บสาหร่ายขึ้นจากบ่อเพาะเลี้ยงจะนำสาหร่ายใส่ลงในบ่อคอนกรีตหรือถังพลาสติก และแช่ทิ้งไว้ในน้ำทะเล 1 คืน โดยในระหว่างการแช่จะมีการเติมอากาศในน้ำและมีหัวทรายหรือสายยางเติมอากาศทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กในน้ำที่แช่สาหร่าย ซึ่งฟองอากาศขนาดเล็กจะช่วยดันสิ่งสกปรกและคราบเมือกต่าง ๆ ออกจากสาหร่าย ส่วนครั้งที่ 2 จะล้างสาหร่ายหลังขั้นตอนการคัด น้ำที่นำมาใช้ตั้งแต่กระบวนการล้างเป็นน้ำทะเลจากบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายหรือบ่อพักน้ำทะเลภายในฟาร์ม โดยฟาร์มมาตรฐานจีเอพี และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียวมักมีการสูบน้ำจากบ่อมาใช้โดยไม่มีระบบการกรองน้ำ ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำมีการใช้ตาข่ายพลาสติกหุ้มที่ปลายท่อสูบน้ำทั้ง 2 ด้าน เพื่อทำการกรองเศษหรือสิ่งสกปรกที่ติดมากับน้ำทะเล ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรกรอินทรีย์มีการทำความสะอาดน้ำทะเลโดยใช้ระบบโปรตีน สกิมเมอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อขบอนุภาคขนาดเล็กของสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำโดยใช้ฟองอากาศในการดักจับ (อนุสรฯ, 2015) ทำให้น้ำทะเลมีความสะอาดมากขึ้น และทุกฟาร์มไม่มีระบบการฆ่าเชื้อในน้ำทะเลที่นำมาใช้ในกระบวนการล้าง

การคัดผลผลิต พบว่า ทุกฟาร์มจะมีการคัดสาหร่ายที่มีสีเขียว ลักษณะสมบูรณ์ ซ่อสาหร่ายสวย ไม่มีสิ่งแปลกปลอมเกาะที่สาหร่าย ส่วนขนาดหรือความยาวไม่ได้กำหนด แต่โดยส่วนใหญ่จะมีความยาว 1-2 นิ้ว หากสาหร่ายมีลักษณะช่อยาวจะมีราคาสูง สาหร่ายที่ได้จากการคัดจะนำไปล้างอีกครั้ง โดยการแช่สาหร่ายในถังสกิมเมอร์ที่มีน้ำทะเล มีการเติมอากาศด้วยหัวทรายหรือสายยางเติมอากาศ ทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กซึ่งจะช่วยจับตะกอนและสิ่งปนเปื้อนที่ติดมากับสาหร่ายหลุดออกมา โดยการล้างสาหร่ายจะใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน ซึ่งจะต้องมีการใช้สวิงข้อนสิ่งสกปรกที่ลอยบนผิวน้ำออก หากใช้เวลาในการล้างเกิน 1 วันจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน แต่ไม่พบว่ามีขั้นตอนการฆ่าเชื้อในผลผลิตหรือน้ำที่ใช้ล้าง

การบรรจุ นำสาหร่ายขึ้นจากถังล้างสาหร่าย โดยใช้สวิงตาข่ายหรือกระชอนช้อนสาหร่ายขึ้นมา และบรรจุลงในตะกร้า และทำการสะเด็ดน้ำออกให้ได้มากที่สุด ฟาร์มมาตรฐานจีเอพี ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรกรอินทรีย์ และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำมีการใช้เครื่องปั่นแห้งในการสะเด็ดน้ำ ส่วนฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียวไม่มีเครื่องปั่นแห้งจึงใช้การสะบัดตะกร้าจนกว่าสาหร่ายจะแห้งเพียงพอ จากนั้นจะทำการบรรจุสาหร่ายลงในถุงพลาสติกตามปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า ชั่งน้ำหนัก และบรรจุกล่องโฟม เพื่อรักษาสภาพของสาหร่าย

การเก็บรักษา สาหร่ายพวงองุ่นเป็นพืชที่มีความชื้นสูง ฉ่ำน้ำ เนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม ไม่แน่น เน่าเสียง่ายจากปัจจัยสภาพแวดล้อม (Le et al., 2016) มีความไวต่ออุณหภูมิต่ำและแรงดันออสโมติก จึงเสื่อมเสียได้ง่ายเมื่อจัดเก็บในตู้เย็นและล้างด้วยน้ำประปา (Kudaka et al., 2008) ดังนั้น สาหร่ายพวงองุ่นที่อยู่ระหว่างรอการขายจึงต้องแช่อยู่ในถังสกิมเมอร์ตลอดเวลา เพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย และมีความสดอยู่เสมอ

ผลการศึกษาระบบการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวทั้ง 4 ขั้นตอน ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในด้านความปลอดภัยในการบริโภคคือ การล้างสาหร่าย ซึ่งเป็นการกำจัดสิ่งสกปรก และลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีในสาหร่ายพวงองุ่นที่อาจปนเปื้อนมาจากสิ่งแวดล้อมจากการเพาะเลี้ยง เช่น ดิน น้ำ เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของปิยะวรรณ และคณะ (2558) ที่สรุปว่านอกจาก

กระบวนการเพาะปลูกที่มีความสำคัญแล้ว กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การล้าง เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สามารถลดการปนเปื้อนตลอดห่วงโซ่การผลิต และยังเป็น การลดการปนเปื้อนหรือลดระดับให้อยู่ในปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากกระบวนการล้างแล้ว ความสะอาดของน้ำทะเลที่นำมาใช้ในการล้างเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้การล้างสาหร่ายมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จากการศึกษาของนพรัตน์ และคณะ (2561) พบว่า เมื่อทำการล้างสาหร่ายพวงองุ่นด้วยน้ำทะเลกรองเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดหลงเหลืออยู่สูงกว่าการล้างด้วยน้ำทะเลกรองที่มีการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน กรดแลกติก หรือน้ำไอโซน แต่หากใช้น้ำทะเลกรองเพียงอย่างเดียวต้องทำการล้างหลายครั้งจึงสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของฐิตารีย์ และกนกวรรณ (2559) ที่พบว่า การล้างต้นอ่อนทานตะวันด้วยน้ำประปาเพียงอย่างเดียวมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การล้างด้วยน้ำไอโซน

3. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของสาหร่ายพวงองุ่น

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC), *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus* ในสาหร่ายพวงองุ่นหลังผ่านกระบวนการล้างเตรียมจำหน่ายจากฟาร์มที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์รวมของตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียว มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุด รองลงมา คือ ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำ และฟาร์มมาตรฐานจีเอพี ตามลำดับ โดยจากการศึกษาข้อมูลด้านสุขอนามัยภายในฟาร์ม พบว่า การบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์การผลิตของฟาร์มมาตรฐานจีเอพีมีการจัดการที่ดีกว่าฟาร์มทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมโดยเฉลี่ยสูงกว่าฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์รวมเป็นการบ่งบอกถึงคุณภาพของอาหารและสุขลักษณะของผู้ผลิตโดยอาจมีการปนเปื้อนจากวัตถุดิบเริ่มต้น การปนเปื้อนในกระบวนการผลิต เช่น อุปกรณ์การผลิต ผู้ปฏิบัติงาน สิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ อากาศ เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของวันเพ็ญ และคณะ (2012) ที่มีการสรุปว่า โดยทั่วไปผักผลไม้และวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตมักจะตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์รวมเนื่องจากเป็นเชื้อทั่วไปในดิน แต่อย่างไรก็ตามเชื้อจุลินทรีย์รวมสามารถลดปริมาณลงได้โดยการทำทำความสะอาดปัจจัยการผลิต และให้ความรู้ด้านสุขลักษณะของสถานที่ผลิตและสุขลักษณะส่วนบุคคล การปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* มีค่า < 3.0 MPN/g, *Staphylococcus aureus* มีค่า < 10 CFU/g , ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* และ *Vibrio cholerae* ในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มทั้ง 4 แห่งทุกตัวอย่าง ส่วนเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ไม่พบการปนเปื้อนในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ และฟาร์มทั่วไปทั้ง 2 แห่ง แต่พบในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มมาตรฐานจีเอพี จำนวน 1 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 1 ซึ่งเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* เป็นแบคทีเรียที่พบได้ตามธรรมชาติ โดยจะอาศัยในน้ำทะเล จากการศึกษาของทีสุวรรณ และคณะ (2550) พบว่า ในน้ำทะเลและดินตะกอนจากแหล่งเพาะเลี้ยงหอยนางรมในพื้นที่ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ และการศึกษาของ Kudaka et al. (2008) พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในน้ำทะเล ต้นพันธุ์สาหร่าย และผลผลิตสาหร่าย *Caulerpa lentillifera* และ ถึงแม้ว่าสาหร่ายพวงองุ่นผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำทะเลอย่างน้อย 2-3 ครั้งแล้ว แต่ยังคงพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* จึงมีความเป็นไปได้ว่าเชือดังกล่าวอาจมีการปนเปื้อนมากับน้ำทะเลที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงและการล้างสาหร่ายโดยน้ำที่นำมาใช้ไม่ได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ จึงยังคงทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อนี้อยู่ในน้ำ ในการบริโภคสาหร่ายพวงองุ่นมีการแนะนำให้ล้างน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง เพื่อลดความเค็มของสาหร่าย แต่การล้างน้ำสะอาดไม่สามารถทำลายเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ได้ จากการศึกษาของชัยวัฒน์ และคณะ (2552) พบว่า การทำลายเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในหอยแครงโดยการใช้วิธีด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง และการล้างน้ำประปา 3 ครั้ง และแช่ในน้ำเกลือ โดยไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน ไม่สามารถทำลายเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ได้ ดังนั้น ผู้ประกอบการฟาร์มสาหร่ายควรพิจารณาถึงขั้นตอนการฆ่าเชื้อน้ำทะเลที่นำมาใช้ในขั้นตอนการล้างและแช่สาหร่ายซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการลดการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกและเชื้อจุลินทรีย์ลงได้

ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Kudaka et al. (2008) ที่เสนอว่าควรมีขั้นตอนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกระบวนการเพื่อการป้องกันโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อดังกล่าว นอกจากนี้ควรมีการเฝ้าระวังเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* เพิ่มเติมจากเชื้อ *Salmonella spp.* และ *E.coli* ที่กำหนดไว้ในการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงที่ดีสำหรับฟาร์มสาหร่ายทะเลด้วย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 อาหารประเภทอาหารทะเลที่บริโภคพบ ในภาพรวมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นทุกตัวอย่างยังอยู่ในเกณฑ์ จึงมีความปลอดภัยในการบริโภค

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 7 รายการ ในสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มตัวอย่าง 4 แห่ง

ฟาร์ม	ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (cfu/g, MPN/g, per 25 g)						
		TPC ^{ns}	<i>E.coli</i> ^{ns}	<i>L.monocytogenes</i> ^{ns}	<i>S.aureus</i> ^{ns}	<i>Salmonella</i> spp. ^{ns}	<i>V.cholerae</i> ^{ns}	<i>V.parahaemolyticus</i> ^{ns}
จีเอพี	1	90	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ
	2	20	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	3	65	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
จีเอพี	1	7.3 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
และ	2	70	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
เกษตรอินทรีย์	3	1.4 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ทั่วไปเลี้ยง	1	3.6 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สาหร่ายอย่างเดียว	2	4.4 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	3	2.9 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ทั่วไปเลี้ยง	1	1.4 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สาหร่ายและ	2	1.3 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สัตว์น้ำ	3	3.1 × 10 ²	<3.0	ไม่พบ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิตินอน-พาราเมตริกครุสคัล-วอลลิส (Kruskal Wallis) ($p>0.05$)

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 อาหารประเภทอาหารทะเลที่บริโภคดิบ กำหนดให้

จำนวนจุลินทรีย์ น้อยกว่า 1×10^5 CFU/g

Escherichia coli น้อยกว่า 3 MPN/g

Staphylococcus aureus น้อยกว่า 100 CFU/g

Salmonella spp. /25 กรัม ต้องไม่พบ

Vibrio cholerae /25 กรัม ต้องไม่พบ

Vibrio parahaemolyticus /25 กรัม ต้องไม่พบ

Listeria monocytogenes /25 กรัม ต้องไม่พบ

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างระบบการเพาะเลี้ยง และรูปแบบการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกับคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่น

เมื่อนำปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus* ในสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง มาหาความสัมพันธ์ (ความแตกต่าง) ทางสถิติโดยใช้วิธีการทดสอบ Kruskal-Wallis ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทุกประเภทของสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มทั้ง 4 แห่ง ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าระบบการเพาะเลี้ยง และรูปแบบการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของฟาร์มมาตรฐานจีเอพี ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียว และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำ ในพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีมีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของปราณี และคณะ (2556) ที่พบว่า การประเมินความปลอดภัยทางด้านเชื้อจุลินทรีย์จากตัวอย่างผักจากแปลงจีเอพี ผ่านการประเมินมากกว่าตัวอย่างจากแปลงทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการจัดการตามระบบการจัดการคุณภาพจีเอพีพีจะมีการประเมินและการจัดการปัจจัยการผลิตเพื่อลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น การใช้ปุ๋ยคอก หรือน้ำที่นำมาใช้ต้องไม่มีการปนเปื้อน เป็นต้น ซึ่งการศึกษาดังกล่าวเป็นการเก็บตัวอย่างผักจากแปลงปลูกที่ยังไม่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดหรือการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ จึงทำให้พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในผลผลิต และพบความแตกต่างของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากแปลงจีเอพี และแปลงทั่วไป ในขณะที่งานวิจัยนี้เป็นการเก็บตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดผลผลิตเบื้องต้นแล้ว และพร้อมจำหน่าย แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของปราณี และคณะ (2556) ดังกล่าว ได้เสนอแนะว่า ถึงแม้ว่าการผลิตพืชตามระบบจีเอพีจะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค แต่ยังคงมีความเสี่ยง จึงควรพิจารณาถึงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวด้วย ทั้งนี้ การที่คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของสาหร่ายพวงองุ่นที่มาจากฟาร์มทั้ง 4 แห่ง ไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากผู้ประกอบการทุกคนได้รับองค์ความรู้และคำแนะนำในการเพาะเลี้ยง และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่นจากหน่วยงานเดียวกันคือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี กรมประมง จึงมีแนวทางการเพาะเลี้ยงและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ฟาร์มที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐานที่ขอรับรองโดยมีหน่วยงานจากกรมประมงมาตรวจติดตามเป็นระยะ ส่วนฟาร์มทั่วไปแม้ไม่ได้ขอการรับรองมาตรฐานแต่การปฏิบัติตามมาตรฐานจีเอพีหรือเกษตรอินทรีย์ รวมถึงการนำมาตรฐานด้านสุขลักษณะที่ดีในการผลิตมาประยุกต์ใช้ของเกษตรกรและผู้ประกอบการย่อมส่งผลในหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านตัวของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการเอง ในการลดต้นทุนการผลิตในระยะยาว เนื่องจากไม่มีการใช้สารเคมีหรือมีการจำกัดการใช้ที่เหมาะสม การลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าได้ เนื่องจากผลผลิตได้มาตรฐาน และมีความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ ทั้งด้านของผู้บริโภคที่มีความเชื่อมั่นว่าจะได้บริโภคสาหร่ายพวงองุ่นที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยทั้งจากสารเคมี จุลินทรีย์ และสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เนื่องจากเป็นผลผลิตที่มาจากกระบวนการเพาะเลี้ยงที่มีมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนงนภัส และคณะ (2556) ที่พบว่าเกษตรกรเห็นด้วยกับโครงการส่งเสริมสินค้าเกษตรปลอดภัยและได้มาตรฐานปี 2555 ในด้านการตลาดและผลตอบแทน ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในสินค้าเนื่องจากได้รับใบรับรองมาตรฐาน สามารถส่งผลผลิตไปจำหน่ายยังตลาดแห่งอื่นได้ มีอำนาจในการต่อรองราคาในการซื้อปัจจัยการผลิต สามารถลดต้นทุนในการผลิตได้สูง ผลผลิตมีคุณภาพ สามารถจำหน่ายได้ราคาสูงกว่าผลผลิตทั่วไป

บทสรุป

ฟาร์มตัวอย่างทั้ง 4 แห่งในพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ประกอบด้วยฟาร์มมาตรฐานจีเอพี ฟาร์มมาตรฐานจีเอพีและเกษตรอินทรีย์ ฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างเดียว และฟาร์มทั่วไปที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายและสัตว์น้ำ มีระบบการเพาะเลี้ยงและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่นที่ไม่แตกต่างกันและมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดตามมาตรฐานสินค้าเกษตรเรื่อง การปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงที่ดีสำหรับฟาร์มสาหร่ายทะเล มกษ. 7434-2562 ซึ่งเป็นมาตรฐานทั่วไป และเป็นไปตามความสมัครใจของผู้ประกอบการในการขอการรับรอง เนื่องจากผู้ประกอบการฟาร์มสาหร่ายพวงองุ่นทั้ง 4 แห่งได้รับองค์ความรู้และคำแนะนำในการเพาะเลี้ยงและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่นจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี กรมประมง จึงทำให้มีการปฏิบัติเป็นไปในแนวทางเดียวกัน การศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มทั้ง 4 แห่งโดยใช้เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 อาหารประเภทอาหารทะเลที่บริโภคได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์รวม, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus* พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แต่ละรายการไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มทั้ง 4 แห่ง เนื่องจากแต่ละฟาร์มมีระบบการเพาะเลี้ยงและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่แตกต่างกันดังที่กล่าวมา แต่อย่างไรก็ตามมีการพบเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มมาตรฐานจีเอพีจำนวน 1 ตัวอย่าง ดังนั้นผู้ประกอบการจึงควรมีการเฝ้าระวังเชือดังกล่าวเพิ่มเติม และพิจารณาขั้นตอนการฆ่าเชื้อในน้ำทะเลที่นำมาใช้ในกระบวนการล้างสาหร่ายซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการผลิตสาหร่ายพวงองุ่น เพื่อให้ผลผลิตมีความสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค และถึงแม้ว่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มมาตรฐานและฟาร์มทั่วไปจะไม่แตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยยังเล็งเห็นถึงความสำคัญของการขอรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรทั้งมาตรฐานจีเอพีหรือเกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นการยกระดับมาตรฐานในการผลิตสาหร่ายพวงองุ่นให้มีคุณภาพและความปลอดภัยต่อการบริโภค สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตและโอกาสในการส่งออกต่างประเทศในอนาคตซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ประกอบการ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นเพียงงานวิจัยนำร่องเพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของการเพาะเลี้ยง การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวจากการปฏิบัติจริงของผู้ประกอบการ และข้อมูลคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่น เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิจัยในเชิงลึกเพิ่มเติมได้ในอนาคต เช่น ศึกษาวิธีการฆ่าเชื้อผลผลิตสาหร่ายพวงองุ่นที่เหมาะสม เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรค *Vibrio parahaemolyticus* ศึกษาคุณภาพด้านอื่น ๆ ของสาหร่ายพวงองุ่น เช่น คุณภาพทางด้านเคมีระหว่างฟาร์มมาตรฐานจีเอพี มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ และฟาร์มทั่วไป ทางด้านประสาทสัมผัส โดยเฉพาะเรื่องกลิ่นระหว่างฟาร์มที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายเพียงอย่างเดียวและฟาร์มที่มีเพาะเลี้ยงสาหร่ายควบคู่กับสัตว์น้ำ เป็นต้น และควรเพิ่มจำนวนฟาร์มในการสำรวจเพื่อให้เป็นตัวแทนที่ดีของแต่ละพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงหรือพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวให้เป็นไปตามมาตรฐานในทิศทางเดียวกันในทุกพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ประกอบการฟาร์มสาหร่ายพวงองุ่นทั้ง 4 แห่ง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่าง รวมทั้งเสียสละเวลาในการให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. (2560). การจัดการความรู้ การเพาะเลี้ยงและการจัดการสาหร่ายพวงองุ่นหลังการเก็บเกี่ยว. ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2561. https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20170808161509_file.pdf
- จรัญ บุญรงค์ และทวิช สนธิวรรณ. (ม.ป.ป.). ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*) ที่เลี้ยงในตู้ปลา. สถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง. ค้นเมื่อ 6 กันยายน 2564. <http://nrei.rmutsv.ac.th/sites/default/files/data/AQ/%E0%B9%80%E0%B8%9C%E0%B8%A2%E0%B9%81%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B9%88%20%20%E0%B8%9E%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%88%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%8D.pdf>
- ชยุตม์ กระสินธุ์, ชีร ศรีสวัสดิ์ และนิตยา อัมรัตน์. (2021). ผลของวิธีการเพาะเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผมนางในพื้นที่ทุ่งไผ่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารแก่นเกษตร. 49(ฉบับพิเศษ 1): 134-139.
- ชัยวัฒน์ พูลศรีกาญจน์, อรุณ บำงตระกูลนนท์, ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์, กรวรรณ นพพรพร และสืบเนื่อง ชัยชนะ. (2552). การศึกษาวิธีทำลายเชื้อโรคอาหารเป็นพิษในหอยแครง. วารสารอาหาร. 39(3): 250-257.
- จิตมารีย์ ชุตินพงษ์วิเวท และกนกวรรณ รูปพนม. (2562). ผลของการล้างด้วยน้ำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และน้ำเย็นต่อการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ และคุณภาพการเก็บรักษาต้นอ่อนทานตะวัน. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (เทคโนโลยีการผลิตพืช) คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ทศวรรณ ขาวสีจาน, สุวรรณภา ภาณุตระกูล และศิริโฉม พุ่งแก้ว. (2550). การประเมินความเสี่ยงในการได้รับเชื้อกลุ่มไวรัสจาก การบริโภคหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงหอยนางรม ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาวิทยาศาสตร์ 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2550. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 263-270.
- นงนภัส โคกรังพิมาย, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และสินินุช ครุฑเมือง แสนเสริม. (2556). ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อโครงการ ส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและได้มาตรฐาน ปี 2555 จังหวัดบุรีรัมย์. ใน เรื่องเติมการประชุมวิชาการ แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10 6-7 ธันวาคม 2556. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 2932-2938
- นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และอุไรวรรณ วัฒนกุล. (2561). การวิจัยการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายพวงองุ่น. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ปราณี วรเนตรสุตาพิทย์, ประยุทธ์ สีสวยหุด, ชุลีกร ลิ้นอนลาน และสนธิพิมพ์ สิมมาทัน. (2556). สถานการณ์เชื้อจุลินทรีย์ อีโคไลและซัลโมเนลลาในผักจากแปลง เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. วารสารแก่นเกษตร. 41(ฉบับพิเศษ 1): 532-537.
- ปิยะวรรณ กาสลัก, ชีรยุทธ เกิดไทย, สุเวทย์ นิงสานนท์ และรุจ มรกต. (2558). คุณภาพและความปลอดภัยตลอดห่วงโซ่การผลิต พริกด้วยการจัดการระบบน้ำและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนัก วิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ ,อัจฉรา ภู่แดง, และเบญจวรรณ โมราสี. (2012). การตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ของมะเขือเทศราชินีของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบล ดอนตูม อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม. ใน The 4th NPRU National Conference 2012 12 – 13 July 2012. Nakhon Pathom Rajabhat University. Nakhon Pathom. 1-10.
- สถาบันอาหาร. (2560). อาหารสุขภาพประจำปี 2017. จัดหมายข่าวสถาบันอาหาร. 20(2): 4. ค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2561. www.nfi.or.th.
- สันติ ปริยะวาทิ. (2546). การใช้สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) แบบพัฒนา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร (สาขาวิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2560). เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560). พิทู ดีไซน์ แอนด์ พรินท์: กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2562). มาตรฐานสินค้าเกษตร : การปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงที่ดีสำหรับฟาร์มสาหร่ายทะเล มกษ.7434-2562.
- อนุสรณ์ แก่นทอง. (2015). เรื่องนำร่องของโปรตีนสกินเมอร์. ค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2563. http://www.nicaonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1582:2015-04-01-09-43-20&catid=42:2012-02-20-03-00-29&Itemid=124
- Kudaka J., Itokazu K., Taira K., Nidaira M., Okano S., Nakamura M., Iwanaga S., Tominaga M. and Ohno A. (2008). Investigation and culture of microbial contaminants of *Caulerpa lentillifera* (Sea Grape). *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*. 49(1): 11-15.
- Le T.T., Nguyen T.M.T., Vu N.B. and Nguyen H.D. (2016). Effect of packaging to quality and shelf-life of fresh sea grapes (*Caulerpa lentillifera* J.Agardh, 1837). *Journal of Fisheries science and Technology* No.3-2016. Accessed 13 Oct. 2021. <https://tailieumienphi.vn/doc/effect-of-packaging-to-quality-and-shelf-life-of-fresh-sea-grapes-caulerpa-lenti-lfycuq.html>
- Mahmud Z.H., Neogi S.B., Kassu A., Wada T., Islam M.S., Nair G.B., Ota F. and others. (2007). Seaweeds as a reservoir for diverse *Vibrio parahaemolyticus* populations in Japan. *International Journal of Food Microbiology*. 118(1): 92-96.
- Ratana-arporn P. and Chirapart A. (2006). Nutritional Evaluation of Tropical Green Seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal Natural Science*. 40(Suppl.): 75-83.
- Rodrigues R.Q., Loiko M.R., Daniel de Paula C.M., Hessel C.T., Jacxsens L., Uyttendaele M., Bender R.J. and Tondo E.C. (2014). Microbiological contamination linked to implementation of good agricultural practices in the production of organic lettuce in Southern Brazil. *Food Control*. 42(2014): 152-164.