

การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งโรงงานผลิต เส้นขนมจีนของชุมชนโพรงมะเต๊อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ในการเพาะเลี้ยง สาหร่าย *Spirulina* sp.



จารุชา ยี่แสง¹ สุกัญญา แยมสรวล² และ วันเพ็ญ แก้วพุก³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยทดลองแบบมีส่วนร่วมกับชุมชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ไปใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. และถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากงานวิจัยให้กับศูนย์เรียนรู้ภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่เพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเส้นขนมจีน วิธีดำเนินการวิจัย ได้แก่ 1) ศึกษาบริบทกลุ่มภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ ชุมชนโพรงมะเต๊อ 2) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งและศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ 3) การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาพกลางแจ้งด้วยน้ำทิ้งจากบ่อกักน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ และ 4) ถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากงานวิจัยผ่านโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเยาวชนและศูนย์การเรียนรู้การทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ ระยะเวลาทำการวิจัยในช่วงเดือนตุลาคม 2556 - สิงหาคม 2557 ผลการวิจัยพบว่า 1) โรงงานผลิตเส้นขนมจีนของคุณบุญเรือนที่ศึกษามีขนาดใหญ่ที่สุดในชุมชนโพรงมะเต๊อ และใหญ่ที่สุดในกลุ่มภูมิปัญญาการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ มีคนงานประมาณ 20 คน โดยการจ้างงานคนในชุมชน ผลิตขนมจีนทั้งแบบแห้งและแบบสดส่งตลาดคลองเตย มีอัตราการผลิตประมาณ 3-4 ตันต่อวัน มีน้ำทิ้งโดยเฉลี่ยวันละ 80-100 ลิตร 2) ผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทิ้งในบ่อกัก พบว่าน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าซีโอดี อยู่ในช่วง 17,000-17,600 มิลลิกรัมต่อลิตร การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งโรงงานผลิตเส้นขนมจีนมาเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. โดยใช้อัตราการเจือจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:20 (ปริมาตรต่อปริมาตร) จะให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายดีที่สุดเท่ากับ 1.8×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 3) การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาพกลางแจ้งด้วยน้ำทิ้งจากบ่อกักน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ สามารถลดค่าซีโอดีในน้ำทิ้งจากเริ่มต้น ลดลงเหลือ 81.33 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 87.60 และจากบทสรุปของการทดลอง สามารถนำน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. ในสภาวะจริงของบ่อกักน้ำทิ้งได้ อันจะเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากของเสียในชุมชนเพื่อพัฒนาศักยภาพและเศรษฐกิจให้กับชุมชนต่อไป

คำสำคัญ : โรงงานผลิตเส้นขนมจีน คุณภาพน้ำทิ้ง สาหร่ายสไปรูลินา ชุมชนโพรงมะเต๊อ

สาขาวิชา ชีววิทยา



จารุชา ยี่แสง

ผู้เขียนหลัก

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

อีเมล : pond_rno@hotmail.com



The utilization of wastewater from fermented rice noodle factories in Prong Madua Community, Amphoe Mueang, Nakhon Pathom for *Spirulina* sp.

Jarucha Yeesang¹ Sukanya Yamsuan² and Wanphen Kaewpuk³

Field : Biology

Abstract

This experimental research aimed to investigate an appropriate utilization of rice noodle processing wastewater for *Spirulina* sp. cultivation and encourage the utilization of wastewater from rice noodle factories in Prong Madua Community. The research methods were 1) study the contexts of community and in the wisdom group of rice noodle innovative production in Prong Madua Community, Amphoe Mueang, Nakhon Pathom; 2) analyze wastewater quality and study wastewater quality suitable for *Spirulina* sp. cultivation in a laboratory; and 3) cultivate *Spirulina* sp. outdoor in wastewater from rice noodle factories in Prong Madua Community. The research period was from October 2013 to August 2014. According to the research result, it was found that 1) Khun Boonruen's rice noodle factory was the biggest factory in Prong Madua Community and in the wisdom group of rice noodle innovative production. In this factory, there were about 20 employees in the factory; they were labors from the community. This factory produced fermented and non-fermented rice noodle for wholesaling at Klong Toei market. The production rate was approximately 3-4 tons per day with 800-1,000 liters of wastewater in average. 2) As for the analysis of wastewater quality, processing wastewater quality was at the standard level with COD between 17,000 - 17,600 mg/L. When cultivating *Spirulina* sp. in wastewater medium diluted with distilled water at the dilution rate of 1:20 (volume by volume), *Spirulina* sp. could grow best at 1.8×10^7 cell/ml. 3) Regarding the outdoor cultivation of *Spirulina* sp., the level of COD was decreased at 87% from 638 to 81.33 mg/L. The results can be concluded that rice noodle processing wastewater has potential for cultivating *Spirulina* sp. and it would be the guideline for utilizing community waste for developing the potentiality and economy of the community.

Keywords : Fermented rice noodle factory, Wastewater quality, *Spirulina* platenis, Prong Madua Community



Jarucha Yeesang

Corresponding Author

Faculty of Science and Technology
Nakhon Pathom Rajabhat University

Email: pond_rno@hotmail.com

บทนำ

จากการลงพื้นที่ศึกษาเรียนรู้ร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมและเทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ โดยใช้เครื่องมือประเมินชุมชนชาติพันธุ์วรรณาแบบเร่งด่วน (Rapid Ethnographic Community Assessment Process: RECAP) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาทักษะการวิจัยชุมชนที่อาศัยทุนทางสังคมของชุมชนเป็นที่ตั้ง ผลการลงพื้นที่พบว่า ชุมชนโพรงมะเดื่อมีแหล่งเรียนรู้ซึ่งเป็นวิถีชีวิตแบบดั้งเดิมอยู่อย่างหลากหลาย ซึ่งเทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อมีระบบการจัดการตนเองของตำบลประกอบด้วย 6 ระบบ 38 แหล่งเรียนรู้ (เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ, 2556) หนึ่งในนั้นคือระบบองค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น และโดยเฉพาะภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ โดยพื้นที่ของเทศบาลโพรงมะเดื่อดั้งเดิมนั้นเป็นพื้นที่ที่เป็นแหล่งการทำขนมจีนทั้งบริโภคและส่งออกนอกพื้นที่บริเวณข้างเคียง จึงมีการประยุกต์การทำขนมจีนแบบโบราณโดยมีการซื้อเครื่องมือเครื่องจักรเข้ามาาร่วมด้วย ทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้า ภายหลังเริ่มมีการทำขนมจีนแบ่งหมักมาจำหน่ายเพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้สามารถขยายตลาดและกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากอัตราการผลิตเส้นขนมจีนที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีน้ำทิ้งที่เหลือจากกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนเป็นปริมาณมากในแต่ละวัน ซึ่งหากปล่อยสู่คลองโพรงมะเดื่อโดยตรงจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ จึงเกิดโจทย์ปัญหาว่า ทำอย่างไรจึงจะสามารถนำน้ำทิ้งที่เหลือจากการผลิตเส้นขนมจีนในชุมชนโพรงมะเดื่อมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าวและมลพิษทางกลิ่นที่เกิดจากการเน่าเหม็นของน้ำทิ้งโรงงานขนมจีนซึ่งเป็นโรงงานที่ก่อให้เกิดกลิ่นรบกวน ปัญหายยะและการสุขาภิบาล และคุณภาพน้ำทิ้งมีค่าความสกปรกสูง ผลกระทบจากการผลิตขนมจีนในปริมาณมาก ทำให้น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตขนมจีนมีกลิ่นรุนแรง มีความเน่าเสีย เพื่อให้โรงงานอยู่ร่วมกับชุมชนได้ จึงจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ด้วยเหตุนี้จึงเห็นว่าปัญหามลพิษทางน้ำเป็นปัญหาที่ควรป้องกันและแก้ไข แนวทางหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ และผู้ประกอบการสามารถดูแลเองได้ คือวิธีการแก้ปัญหาทางชีวภาพ โดยการนำน้ำเสียจากโรงงานที่มีสารอินทรีย์ไปเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียสาหร่ายขนาดเล็กหรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่ย่อยสลายสารต่างๆ ในน้ำทิ้งได้ เป็นการบำบัดโดยอาศัยหลักการความสัมพันธ์แบบภาวะอยู่ร่วมกัน เนื่องจากออกซิเจนในน้ำจะถูกแบคทีเรียนำมาใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในการดำรงชีวิตและให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งสาหร่ายจะนำเอาไปใช้ในการเจริญเติบโต การนำสาหร่ายมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นวิธีการที่โรงงานส่วนใหญ่เลือกใช้กันมาก

และมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับ

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยร่วมกับโรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเดื่อ โดยมีคุณบุญเรือน สารพันโชติวิทยา ซึ่งเป็นเจ้าของและผู้ชำนาญการด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ จึงสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำทิ้งจากทางโรงงานมาใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย โดยการทดลองเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการและนำผลที่ได้มาทดลองใช้จริงในสภาวะกลางแจ้งของบ่อพักน้ำทิ้งโรงงานผลิตเส้นขนมจีน รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากงานวิจัยผ่านโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเยาวชนและศูนย์การเรียนรู้การทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อชุมชนโพรงมะเดื่อต่อไป

วัตถุประสงค์ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยอาศัยแนวคิดทุนทางสังคมของชุมชนโพรงมะเดื่อ (เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ, 2556) และปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนมาเป็นประเด็นในการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยในการนำน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ศูนย์ใหญ่ของชุมชนไปใช้ประโยชน์แทนการปล่อยทิ้งสู่คลองสาธารณะเพื่อป้องกันการก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ซึ่งการอาศัยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนจะเป็นเครื่องมือหลักในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิดการมุ่งเน้นให้ชุมชนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีน และการนำน้ำทิ้งที่เหลือจากกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนของชุมชนมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย ซึ่งการส่งเสริมแนวทางให้ชุมชนเกิดความรู้ความเข้าใจจะสามารถตอบโจทย์ ตลอดจนจนสามารถเรียนรู้การใช้ประโยชน์จากปัญหาได้

สาหร่าย *Spirulina* sp. (สาหร่ายสไปรูไลนาหรือสาหร่ายเกลียวทอง) เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายที่พบได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไป สามารถเลี้ยงได้ในอาหารที่เตรียมด้วยน้ำสะอาด (น้ำจืด) ตลอดไปจนถึงน้ำเสียที่มาจากแหล่งน้ำทิ้งต่างๆ ได้อีกด้วย (สรวิศ เผ่าทองสุข, 2543) ปัจจุบันมีการนำสาหร่ายสไปรูไลนามาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ทั้งใช้เป็นอาหาร เครื่องสำอาง หรือแม้กระทั่งบำบัดน้ำเสียซึ่งลักษณะการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขึ้นอยู่กับ การนำผลผลิตที่ได้มาใช้ประโยชน์ เช่น การเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารเสริมของมนุษย์ ซึ่งผลผลิตที่ได้จะต้องสะอาด ไม่มีสิ่งเจือปน แต่วิธีนี้จะใช้ต้นทุนในการเพาะเลี้ยงสูง เนื่องจากสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในอาหารมีราคาแพง และการนำเซลล์ที่ได้ไปใช้สกัดสารที่มีประโยชน์ เช่น รังควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ โดยเฉพาะเบต้าแคโรทีน และรังควัตถุพวกไฟโคไซยานิน หรือกรดไขมัน GLA เป็นวิธีที่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีระดับสูง ดังนั้นจึงทำให้ต้นทุน

ในการผลิตสูงตามไปด้วย แต่ในการนำสาหร่ายสไปรูลินามาใช้เพื่อเป็นอาหารสัตว์นั้นไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความสะอาดมากนักจึงสามารถใช้มูลสัตว์ น้ำหมักผักต่างๆ หรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทมาใช้ในการเพาะเลี้ยงได้ ซึ่งผลผลิตที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ครบถ้วน และยังสามารถลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงด้วย

ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาและทำการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการอุตสาหกรรมทางการเกษตรและการเกษตรมาใช้ในการเพาะเลี้ยง เนื่องจากน้ำทิ้งเหล่านี้มีสารอินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีสารอาหารที่อุดมสมบูรณ์เกือบครบถ้วนเท่าที่สาหร่ายต้องการ นอกจากนี้ สาหร่ายสไปรูลินา นอกจากจะพบในแหล่งน้ำตามธรรมชาติแล้ว ยังสามารถพบได้ในน้ำที่ค่อนข้างเสียหรือแม้แต่ในระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย เนื่องจากในระบบบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปเกือบทุกระบบมักจะพบว่ามีความเข้มข้นของสาหร่ายขึ้นอยู่ปะปนอยู่เสมอๆ เช่น บ่อบำบัดน้ำเสียของนิคมอุตสาหกรรมลำพูน บ่อบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองสกลนคร และนครราชสีมา พบสาหร่ายสไปรูลินาเจริญเติบโตได้ (ยุวดี พิศพรพิศาล, 2540) ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญประกอบด้วย งานวิจัยของกัสมาย อัยจิรากุล (2541) เรื่องการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย งานวิจัยของจกมล พรหมยะ และศิริเพ็ญ ตริยไชยาพร (2553) เกี่ยวกับการผลิตรงควัตถุ กรดไขมัน คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตในการเพาะเลี้ยง *Spirulina platensis* (Nordstedt) Geiteler: โดยใช้ น้ำทิ้งจากโรงอาหาร งานวิจัยของ Vetayasuporn (2004) ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนระดับครัวเรือนมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* และงานวิจัยของ Chang และคณะ (2013) ที่ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* ในน้ำทิ้งจากห้องสุขาส่งเคราะห์ที่มีการเติมธาตุอาหารเปรียบเทียบการเลี้ยงสาหร่าย *S. Platensis* ในน้ำทิ้งจากห้องสุขาจริง ซึ่งจากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาดังกล่าว มีประเด็นที่น่าสนใจคือน้ำทิ้งจากแหล่งต่างๆ สามารถนำมาเพาะเลี้ยงสาหร่ายได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของสาหร่าย คุณลักษณะเฉพาะของน้ำทิ้งแต่ละแหล่ง และกระบวนการที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาในเรื่องความเข้มข้นของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. ซึ่งสามารถเจริญเติบโตและบำบัดน้ำเสียได้ โดยใช้ น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนของชุมชนโพรงมะเต๊อเป็นอาหารเพาะเลี้ยง ทั้งในสภาวะห้องปฏิบัติการและสภาวะกลางแจ้งของโรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

วิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาบริบทกลุ่มทำขนมจีน ชุมชนโพรงมะเต๊อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยการลงพื้นที่และเก็บข้อมูลจากการพูดคุยและสัมภาษณ์จากผู้นำและสมาชิกภายในศูนย์เรียนรู้ภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่

2) ทดลองการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีน โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการดังนี้

1. เก็บข้อมูลสภาวะแวดล้อมรอบบ่อพักน้ำทิ้ง โรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำวิเคราะห์ค่าทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TS) และนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีในห้องปฏิบัติการโดยวิเคราะห์ค่าต่อไปนี้ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ซีโอดี (COD) บีโอดี (BOD) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ฟอสเฟต (Phosphate) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH₃-N) และไนเตรต-ไนโตรเจน (NO₃-N)

2. ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อสาหร่าย เริ่มต้นเตรียมโดยนำหัวเชื้อสาหร่าย *Spirulina* sp. บริสุทธิ์ ทำการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยเติมอาหารเหลวสูตรซารุค (Zarrouk Medium) (Gami, 2011) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เลี้ยงในขวดรูปชมพู่ 2 สัปดาห์ โดยใช้สูตรอาหารและสภาวะการเลี้ยงแบบเดิม เก็บไว้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นต่อไปทำการเพาะเลี้ยงต่อในโหลขนาด 10 ลิตร โดยใช้อาหารสูตรเดิม เติมหอากาศและให้แสงตลอดเวลา วัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) โดยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโต และนับจำนวนเซลล์สาหร่ายโดยใช้สไลด์ฮีมาไซโตมิเตอร์ ทุก 3 วัน จนเพาะเลี้ยงได้ครบ 15 วัน นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟการเจริญของสาหร่าย

3. ศึกษาอัตราเจือจางน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายในน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ ด้วยการเจือจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:0 1:2 1:10 1:20 และ 1:50 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตรอาหาร 100 มิลลิลิตร นำหัวเชื้อเริ่มต้นสาหร่ายบริสุทธิ์ที่ได้จากข้อ 2. ถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ แต่ละขวดใส่สาหร่ายตั้งต้นเท่าๆ กัน โดยวัดจากการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร เริ่มต้นขวดละ 0.2 เติมหอากาศและให้แสงตลอดเวลา ตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตและนับจำนวนเซลล์สาหร่าย โดยใช้สไลด์ฮีมาไซโตมิเตอร์ ทุก 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน วิเคราะห์น้ำหนักเซลล์แห้งของสาหร่ายที่ได้ คำนวณอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate: μ) จากสมการ

$$\mu = \frac{[(Ln x2 - Ln x1)]}{t2 - t1}$$

เมื่อ x คือ จำนวนเซลล์

t คือ หน่วยเวลา

3) ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาพกลางแจ้ง ด้วยน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ โดยใช้อัตราส่วนเชื้อจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่นที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่เลี้ยงในสภาวะกลางแจ้งของโรงงาน ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งหลังการเพาะเลี้ยงสาหร่ายด้วยชุดทดสอบภาคสนามและตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตและนับจำนวนเซลล์สาหร่าย โดยใช้สไลด์ฮีมาไซโตมิเตอร์ ทุก 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน เก็บเกี่ยวและวิเคราะห์น้ำหนักแห้งของเซลล์สาหร่ายที่ได้จากการเพาะเลี้ยง ด้วยวิธีการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งหลังการเพาะเลี้ยงสาหร่าย โดยวิเคราะห์ค่าบีโอดี ซีโอดี และค่าออกซิเจนละลายน้ำด้วยชุดทดสอบภาคสนาม ในการทดลองนี้จะใช้สภาวะการเลี้ยงกลางแจ้งของโรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเต๊อ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำผลการวิจัยมาใช้เพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อให้เกิดประโยชน์แท้จริงต่อชุมชน

4) จัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งและการเพาะเลี้ยงสาหร่ายและผลที่ได้จากการวิจัยให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 4-6 โรงเรียนโพรงมะเต๊อวิทยาคม จำนวน 60 คน แจกแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมและถ่ายทอดองค์ความรู้การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำทิ้งให้กับศูนย์เรียนรู้ภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาริบทชุมชนโพรงมะเต๊อ พื้นที่แหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่

จากการศึกษาริบทชุมชนโพรงมะเต๊อผ่านทางเทศบาลตำบลโพรงมะเต๊อ พบว่าตำบลโพรงมะเต๊อมีพื้นที่ทั้งหมด 14.8 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 2 ตำบล 8 หมู่บ้าน มีประชากรทั้งหมด 10,321 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 2,919 ครัวเรือน ประชากรส่วนใหญ่เป็นประชากรดั้งเดิมในท้องถิ่น ตั้งบ้านเรือนรวมกันเป็นกลุ่มๆ ประมาณร้อยละ 50 และประชากรอีกส่วนหนึ่งเป็นประชากรที่อพยพมาเพื่อประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรม โดยหมู่ที่ 2 มีการรวมกลุ่มของประชากรในการทำขนมจีนมากที่สุดจากทั้งหมด 8 หมู่บ้าน

และจากการลงพื้นที่ของผู้นวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลจากการพูดคุย

และสัมภาษณ์ผู้นำและสมาชิกภายในศูนย์เรียนรู้ภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ในพื้นที่หมู่ที่ 2 พบว่าดั้งเดิมพื้นที่นี้เป็นแหล่งการทำขนมจีนทั้งบริเวณภายในชุมชนและส่งออกนอกพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนที่มีการสืบทอดจากบรรพบุรุษ ซึ่งเป็นการสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน โดยจะมีกลุ่มการทำขนมจีนที่สำคัญอยู่ 2 กลุ่ม ได้แก่ การทำขนมจีนแบบดั้งเดิมที่มีกรรมวิธีการผลิตเป็นแบบโบราณ ไม่มีการใช้เครื่องจักรเข้าช่วย ซึ่งปัจจุบันเหลืออยู่เพียงเจ้าเดียวคือ ขนมจีนลุงจิตร และอีกกลุ่มคือกลุ่มการทำขนมจีนแบบใหม่ โดยมีโรงขนมจีนคุณบุญเรือน สารพันโชติวิทยา เป็นโรงผลิตขนมจีนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในชุมชนโพรงมะเต๊อ แต่ไม่ได้ทำเป็นเจ้าแรก ซึ่งเดิมสืบทอดมาจากแม่ยายของคุณบุญเรือน และดำเนินการมากกว่า 20 ปี โดยปัจจุบันคุณบุญเรือนเป็นผู้ดูแลและดำเนินการ โรงขนมจีนคุณบุญเรือน ตั้งอยู่เลขที่ 82 หมู่ 2 ตำบลหนองดินแดง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ในอดีตเป็นเพียงธุรกิจในครอบครัว ต่อมาประมาณปี 2550 เป็นช่วงที่คุณบุญเรือนเริ่มมีการขยายกิจการ และมีอัตราการผลิตสูงที่สุดจากการขยายกิจการทำให้คนในชุมชนเริ่มมีการทำขนมจีนกันมากขึ้น และยังมีจ้างงานคนทั้งในและนอกชุมชนมาช่วยเพิ่มอัตราการผลิตทำให้คนในชุมชนมีรายได้เพิ่มมากขึ้น และจากเดิมเคยจ้างงานเป็นแบบรายเดือน มีอาหารและที่พักให้คนงาน แต่ปัจจุบันมีการจ้างงานเป็นแบบรายวัน ซึ่งเมื่อคุณบุญเรือนประสบความสำเร็จจากการมีรายได้เพิ่มมากขึ้น จะมีการแบ่งปันกำไรร้อยละ 20 ของรายได้จากการผลิตทั้งหมดคืนสู่ชุมชน โดยการสร้างลานแอโรบิค เครื่องออกกำลังกาย และเครื่องเล่นเด็กให้กับชุมชนได้ใช้ประโยชน์

โรงขนมจีนคุณบุญเรือนมีลักษณะโรงเรือนทำขนมจีนแยกจากตัวบ้าน เป็นแบบเปิดโล่ง หลังคาสังกะสี มีบ่อพักน้ำทิ้งเครื่องจักรในโรงงาน มีเครื่องบด เครื่องนวด เครื่องโรยเส้น และมีเตาฟืนสำหรับต้มน้ำให้เกิดไอน้ำส่งไปตามท่อเพื่อหนึ่งแบ่งให้สุกก่อนเข้าเครื่องนวด อัตราการผลิตประมาณ 3-4 ตันต่อวันผลิตขนมจีนทั้งแบบแบ่งหมักและแบ่งสดส่งตลาดคลองเตย วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตจะใช้ข้าวเจ้าที่เป็นข้าวแข็งพันธุ์เหลืองประทิว เกลือสมุทร และตะกร้าใส่ขนมจีนทั้งแบบพลาสติกและแบบไม้ไผ่

ขั้นตอนการทำขนมจีนแบ่งหมัก จะเริ่มจากการนำข้าวสาร 3 กระสอบ มาแช่น้ำเป็นเวลา 2 วัน หลังจากนั้นนำเข้าเครื่องบดจะได้เป็นน้ำแป้งและถูกส่งตามท่อไปยังบ่อหมักแบ่ง โดยก่อนลงบ่อหมักจะเติมเกลือสมุทร 80 กิโลกรัม ทำการหมัก 2 วัน มีฝ้าเกิดขึ้นที่ผิวหน้า ส่วนที่เป็นน้ำใสจะไปลงบ่อพักน้ำ ส่วนแป้งนำไปใส่ถุงผ้าหนาทับกันให้น้ำแห้ง นำไปนึ่งแบ่งให้สุกโดยใช้ไอน้ำ จากนั้นนำเข้าเครื่องนวดให้แบ่งเนียน ในระหว่าง

การผสมแป้งและนวดแป้งจะมีการเติมน้ำร้อนเพื่อให้แป้งสุกมากขึ้น นำเข้าเครื่องโรยเส้น เมื่อเส้นสุกจะลอยขึ้น ล้างด้วยน้ำเย็น แล้วนำมาจับเป็นเส้นใส่ตะกร้า ส่วนการทำขนมจีนแป้งสดทำเหมือนกับแป้งหมักแต่ใช้แป้งขนมจีนสำเร็จแทน ซึ่งจากการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตขนมจีนทั้งหมดจะพบว่า มีปริมาณน้ำทิ้งที่ออกจากแต่ละกระบวนการโดยเฉลี่ยวันละ 80-100 ลิตร ซึ่งน้ำทิ้งทั้งหมดนี้จะถูกส่งไปยังบ่อพักเพื่อรอปล่อยทิ้งเท่านั้น และยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์แต่อย่างใด กระบวนการผลิตและสภาพภายในโรงขนมจีนคุณบุญเรือน สารพันโชติวิทยา ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภายในโรงขนมจีนคุณบุญเรือน สารพันโชติวิทยา

2. ผลการวิจัยและทดลองการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีน โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนในห้องปฏิบัติการ

จากการลงพื้นที่ศึกษาคุณลักษณะน้ำทิ้งจากโรงขนมจีนพบว่า น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตทั้งหมดจะถูกส่งมายังบ่อพักที่สร้างมาจากท่อซีเมนต์เรียงต่อกัน มีจุดพักน้ำทิ้ง 2 จุด โดยจุดแรกจะเป็นบ่อซีเมนต์เดี่ยว และไหลต่อไปยังบ่อพักรวม จุดที่ 2 ซึ่งเป็นท่อซีเมนต์เรียงติดกัน 6 บ่อ ก่อนจะปล่อยทิ้งดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งระยะเวลาในการเก็บกักน้ำทิ้งจะขึ้นอยู่กับอัตราการผลิต โดยในช่วงที่มีความต้องการเส้นขนมจีนของผู้บริโภคมาก การปล่อยน้ำทิ้งจะเกิดเร็วขึ้น โดยเฉลี่ยประมาณ 15-20 วัน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 บ่อพักน้ำทิ้งที่ออกจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีน

(ก) บ่อพักน้ำทิ้งจุดแรก มีลักษณะเป็นท่อซีเมนต์เดี่ยว

(ข) บ่อพักน้ำทิ้งจุดที่ 2 เป็นบ่อพักน้ำทิ้งรวมทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำทิ้งในบ่อพัก พบว่ามีสีขุ่นขุ่นอุณหภูมิ 26.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 51 ความเข้มแสง 1,650 ลักซ์ และมีค่าการวิเคราะห์ทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์พบว่า คุณภาพของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนมีค่าซีโอดีที่ค่อนข้างสูง แต่โดยภาพรวมค่าบีโอดีที่ถือเป็นตัวชี้วัดคุณภาพที่สำคัญยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนในห้องปฏิบัติการ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าที่ได้ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่ามาตรฐาน* (มิลลิกรัม/ลิตร)
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.28 - 6.75	5.50 - 9.00
ออกซิเจนละลายน้ำ	8.7 - 9.0	-
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	1.0 - 1.2	ไม่เกิน 200
ไนเตรต-ไนโตรเจน	0.00 - 0.05	ไม่เกิน 100
ฟอสเฟต	0.020 - 0.025	ไม่เกิน 1
บีโอดี	0.30 - 1.26	ไม่เกิน 60
ซีโอดี	17,000 - 17,600	ไม่เกิน 400
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้	850 - 930	ไม่เกิน 3,000

* ที่มา: (กลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์, 2556)

2.2 ผลการศึกษาอัตราเจือจางที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ

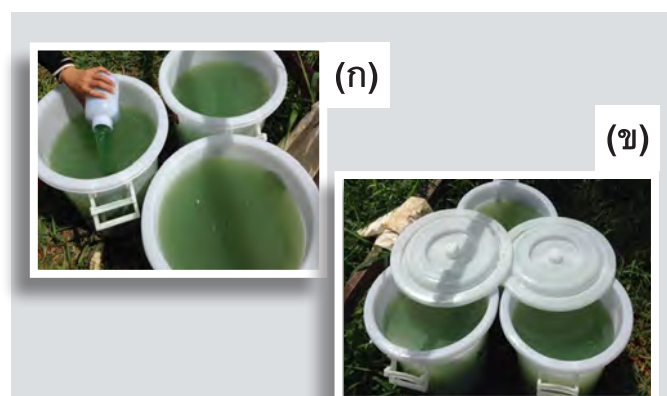
ผลการศึกษาอัตราเจือจางน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ จากการตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตและนับจำนวนเซลล์สาหร่ายพบว่า ในช่วงวันที่ 1-6 ของการเพาะเลี้ยง สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องในทุกชุดการทดลอง และหลังจากวันที่ 9 ของการเพาะเลี้ยง สาหร่ายจะมีการเจริญเติบโตลดลง โดยพบว่าที่อัตราส่วนเจือจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:20 ให้ปริมาณเซลล์สาหร่าย *Spirulina* sp. สูงที่สุดเท่ากับ 1.65×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร คิดเป็นอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดต่อวันเท่ากับ 0.68 เซลล์ต่อมิลลิลิตรต่อวัน และมีความมวลเซลล์สูงสุดเท่ากับ 1.17 กรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ที่อัตราส่วนเจือจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:50 1:10 1:2 และ 1:0 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 นอกจากนี้ ยังพบว่าที่อัตราการเจือจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:20 เซลล์สาหร่าย *Spirulina* sp. จะมีรูปร่างเซลล์ยาว เห็นได้เด่นชัด และมีสีเขียวเข้มกว่าอัตราส่วนเจือจางอื่นๆ

ตารางที่ 2 มวลเซลล์สูงสุดและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของสาหร่าย *Spirulina* sp. ในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนที่อัตราการเจือจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่น 5 ระดับ สภาวะการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

อัตราส่วนเจือจาง (ปริมาตรต่อปริมาตร)	1:0	1:2	1:10	1:20	1:50
พารามิเตอร์					
จำนวนเซลล์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	0.88×10^7	1.1×10^7	1.4×10^7	1.65×10^7	1.25×10^7
มวลเซลล์สูงสุด (กรัมต่อลิตร)	0.64	0.68	0.82	1.17	1.01
อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ (เซลล์ต่อ มิลลิลิตรต่อวัน)	0.16	0.43	0.53	0.68	0.62

3. ผลการศึกษาเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาพกลางแจ้งด้วยน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำทิ้งของโรงงานขนมจีน

ผลการเพาะเลี้ยงสาหร่าย ในสภาพกลางแจ้งด้วยน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเส้นขนมจีนชุมชนโพรงมะเดื่อ โดยใช้อัตราส่วนเจือจางน้ำทิ้งต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:20 (ปริมาตรต่อปริมาตร) เลี้ยงในสภาวะกลางแจ้งของโรงงานผลิตขนมจีนพบว่า ในช่วงแรกของการเพาะเลี้ยง (วันที่ 1-6) สาหร่ายจะค่อยๆ มีการปรับตัวและจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นต่อเนื่อง จนถึงวันที่ 12 ของการเพาะเลี้ยง และมีปริมาณเซลล์เท่ากับ 1.28×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร



ภาพที่ 3 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาพกลางแจ้งด้วยน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำทิ้งโรงงานผลิตเส้นขนมจีน

- (ก) ขณะเติมหัวเชื้อสาหร่าย *Spirulina* sp. เริ่มต้น
(ข) ถึงเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. ในสภาพกลางแจ้งด้วยน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำทิ้ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งภายหลังการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. พบว่า น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้นจากก่อนการทดลอง โดยมีค่าซีไอดีก่อนและหลังสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 638 และ 81.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 87.60 ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีพบว่า มีแนวโน้มลดลงแปรผันตามค่าซีไอดี โดยมีค่าบีโอดีก่อนและหลังสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 357 และ 45.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ จากผลการทดลองที่ได้พบว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (ค่าดีไอ) ในตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนที่ผ่านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 1-9 ของการเพาะเลี้ยงและหลังจากนั้นจะคงที่ตลอดการทดลอง โดยมีค่าดีไอสูงสุดเท่ากับ 82.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทิ้งก่อนและหลังการเพาะเลี้ยงสาหร่ายดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเคมีของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนก่อนและหลังการเพาะเลี้ยงสาหร่าย

ค่าพารามิเตอร์	ก่อน (มิลลิกรัม/ลิตร)	หลัง (มิลลิกรัม/ลิตร)
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.28 - 6.75	7.20
ออกซิเจนละลายน้ำ	8.7 - 9.0	82.3
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	1.0 - 1.2	-
ไนเตรต-ไนโตรเจน	0.00 - 0.05	-
ฟอสเฟต	0.020 - 0.025	-
บีโอดี	0.30 - 1.26	45.30
ซีไอดี	17,000 - 17,600	638
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้	850 - 930	105

4. ผลการจัดอบรมด้านคุณภาพและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งและการเพาะเลี้ยงสาหร่าย

การประเมินผลสัมฤทธิ์การจัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการจากการตอบแบบสอบถามพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. มากขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนได้รับการอบรมและนักเรียนมีความมั่นใจว่าสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ คิดเป็นร้อยละ 92

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากงานวิจัยและผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย ได้แก่ คู่มือการเพาะเลี้ยงสาหร่าย เบื้องต้น และเล่มรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ให้กับคุณบุญเรือน สารพันธ์โชติวิทยา ซึ่งเป็นทั้งเจ้าของกิจการและวิทยากรประจำศูนย์เรียนรู้ภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ เพื่อเป็นการส่งเสริมแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนอีกทางหนึ่ง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งและการเพาะเลี้ยงสาหร่าย
(ก) ปฏิบัติการดูลักษณะรูปร่างเซลล์สาหร่าย *Spirulina* sp.
(ข) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้ชุดทดสอบภาคสนาม

อภิปราย

จากการลงพื้นที่ศึกษาบริบทชุมชนโพรงมะเดื่อพบว่า แต่เดิมการผลิตเส้นขนมจีนจะเป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนและเพื่อส่งขายภายในชุมชนหรือพื้นที่ใกล้เคียงในจังหวัดนครปฐม แต่เมื่อมีการรวมกลุ่มภูมิปัญญาการทำขนมจีนเกิดขึ้น โดยอาศัยการลงพื้นที่และชี้แนะแนวทางร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมและเทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ รวมทั้งได้มีการจัดระบบแหล่งเรียนรู้ให้เป็นหมวดหมู่ ทำให้สามารถจำแนกกลุ่มการทำขนมจีนได้เป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนแบบโบราณ ซึ่งมีเหลืออยู่เพียงเจ้าเดียวคือขนมจีนลุงจิตร ที่ปัจจุบันจะทำขนมจีนทุกวันศุกร์ ประมาณ 15-20 กิโลกรัม และขายให้กับแม่ค้าขายอาหารเจ้าประจำที่มารับเท่านั้น และอีกกลุ่มคือ กลุ่มภูมิปัญญาการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ (เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ, 2556) ซึ่งพบว่ากำลังการผลิตเส้นขนมจีนของกลุ่มภูมิปัญญาการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่มีความเข้มแข็งเป็นอย่างมาก โดยมีแกนนำหลักคือ คุณบุญเรือน สารพันธ์โชติวิทยา ซึ่งเป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มขยายการผลิตเพื่อส่งออกจำหน่ายยังกรุงเทพฯ และปริมณฑล ทำให้มีการคิดค้น ดัดแปลง และสั่งทำเครื่องมือเครื่องจักรที่จะนำมาช่วยเพิ่มอัตราการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ตลอดจนมีการสร้างงานจากคนในชุมชนเพิ่มขึ้น ทำให้คนในชุมชนมีรายได้เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ยังมีการคืนกำไรสู่ชุมชน โดยการแบ่งปันกำไรร้อยละ 20 ของรายได้จากการผลิตทั้งหมดไปสร้างสาธารณะประโยชน์ให้กับคนในชุมชน จัดเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับการเป็นชุมชนเข้มแข็งที่จะก้าวเข้าสู่ชุมชนสุขภาวะต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้มุ่งเน้นศึกษาในกลุ่มการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่เท่านั้น อีกทั้งจากการลงพื้นที่สำรวจพบว่า โรงงานขนมจีนคุณบุญเรือนมีกำลังการผลิตสูงสุดในกลุ่มการทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่ ทำให้มีปริมาณ

น้ำเสียในแต่ละวันสูงสุดด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ ภายในโรงงานผลิตเส้นขนมจีนของคุณบุญเรือนยังได้จัดตั้งเป็นศูนย์เรียนรู้การทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และภูมิปัญญาด้านการทำขนมจีนให้กับผู้ที่สนใจ และโดยเฉพาะนักเรียนโรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคมที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยผสมผสานวิทยาศาสตร์เข้ากับบทเรียนท้องถิ่น ทำให้ได้รับความรู้จากศูนย์เรียนรู้การทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่อยู่เสมอ ผู้วิจัยจึงเลือกโรงงานผลิตเส้นขนมจีนของคุณบุญเรือนสารพันโชติวิทยา เป็นตัวอย่างศึกษาในงานวิจัยนี้

ปัจจุบันจากการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วย ทำให้อัตราการผลิตเส้นขนมจีนในโรงงานของคุณบุญเรือนมีกำลังการผลิตสูงถึง 3-4 ตันต่อวัน ทำให้มีน้ำทิ้งถูกปล่อยมาจากขั้นตอนการผลิตในแต่ละวันเป็นปริมาณมากเช่นกัน น้ำทิ้งดังกล่าวจะถูกนำมาเก็บในบ่อพักน้ำทิ้งของทางโรงงาน ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อซีเมนต์เรียงต่อกันจำนวน 2 จุด โดยจุดแรกจะเป็นจุดพักน้ำที่ออกจากกระบวนการผลิตโดยตรง ซึ่งจุดนี้น้ำทิ้งจะมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดที่สองเนื่องจากเป็นน้ำที่ใช้ในกระบวนการต้มแป้ง และเมื่อน้ำทิ้งมีอุณหภูมิเย็นลงก็จะถูกถ่ายไปสู่อ่างพักน้ำทิ้งจุดที่สอง ซึ่งจะเป็นบ่อพักรวมน้ำทิ้งทั้งหมด และมีจำนวนท่อซีเมนต์มากกว่าจุดแรก น้ำทิ้งทั้งหมดจะถูกเก็บรวบรวมและปล่อยทิ้งสู่คลองโพรงมะเดื่อ และในบริเวณบ่อพักในจุดที่ 2 นี้จะมีแมลงตัวเล็กๆ จำพวกแมลงหริ่งบินวนเหนือท่อซีเมนต์และส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ซึ่งทางโรงงานได้มีการจัดการกับปัญหานี้โดยการนำฟาท่อซีเมนต์มาปิด

อย่างไรก็ตาม จากการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากท่อพักน้ำทิ้งทั้งสองจุดมาวิเคราะห์ค่าทางห้องปฏิบัติการและนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงาน ถึงแม้จะพบว่าน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าบีโอดีไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อลิตร (กลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์, 2556) แต่การปล่อยน้ำทิ้งเป็นจำนวนมากลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือคลองโพรงมะเดื่อโดยตรง ก็อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำได้ อย่างไรก็ตามกลุ่มผู้วิจัยพบว่าคุณบุญเรือน สารพันโชติวิทยา ซึ่งเป็นเจ้าของกิจการมีความใส่ใจและสนใจการนำน้ำทิ้งจากบ่อพักของโรงงานมาใช้เพาะเลี้ยงสาหร่ายแทนการปล่อยทิ้ง ซึ่งนอกจากจะเป็นการสูญเสียทรัพยากรโดยเปล่าประโยชน์แล้ว ยังอาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษตามมาได้อีกด้วย โดยทางกลุ่มผู้วิจัยได้ทำการขยายหัวเชื้อเริ่มต้นสาหร่ายสไปรูลินาหมอบให้กับคุณบุญเรือน และศูนย์เรียนรู้การทำขนมจีนนวัตกรรมใหม่สำหรับใช้เพาะเลี้ยงต่อไป

การนำน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีนมาใช้เพาะเลี้ยงสาหร่ายเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งลักษณะเด่นที่พบในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าทางห้องปฏิบัติการ คือน้ำทิ้งจากบ่อพัก

ทั้งสองจุดจะมีค่า pH อยู่ในช่วงที่เป็นกลาง (6.26–6.75) ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย (กนกอร จารุจาริต และคณะ, 2542) และจากการศึกษาความเข้มข้นของน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ พบว่า ที่ระดับความเจือจาง 1:20 ให้ผลการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูลินาดีที่สุด เนื่องจากที่ระดับความเจือจางดังกล่าวทำให้มีค่าซีโอดีในอาหารเริ่มต้นเท่ากับ 638 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นช่วงเหมาะสมที่สุดที่สาหร่ายสามารถนำธาตุอาหารที่มีในน้ำทิ้งไปใช้ได้ ซึ่งที่ระดับการเจือจางต่ำจะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตจากสับสเตรตที่เข้มข้นมากเกินไป (Substrate inhibition) เช่นเดียวกับรายงานการวิจัยของ Jiang และคณะ (2015) ได้ทำการศึกษการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina subsalsa* ในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตโมโนโซเดียมกลูตาเมตที่มีค่าซีโอดีเริ่มต้นเท่ากับ 950 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า สาหร่าย *Spirulina subsalsa* สามารถเจริญเติบโตได้ด้วยความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 50% มีค่าซีโอดีเท่ากับ 480 มิลลิกรัมต่อลิตร และให้มวลเซลล์สูงสุดเท่ากับ 2.86 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการใช้สารอาหารหรือความทนต่อค่าซีโอดีเริ่มต้นของสาหร่ายแต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของสาหร่ายชนิดนั้นๆ (สรวิศ เผ่าทองสุข, 2543)

เมื่อนำผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการไปเพาะเลี้ยงจริง ในสภาพกลางแจ้งของโรงงานผลิตเส้นขนมจีนโพรงมะเดื่อ โดยใช้ น้ำทิ้งจากบ่อพักจุดที่ 2 ของโรงงานมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ระดับความเจือจาง 1:20 พบว่าสาหร่ายสไปรูลินามีการเจริญเติบโตที่ลดลงจากสภาวะในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ อาจสืบเนื่องมาจากอุณหภูมิและความเข้มแสงเป็นหลัก โดยในสภาวะของห้องปฏิบัติการจะมีการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มแสงให้ที่ค่าคงที่เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และ 3,000 ลักซ์ตามลำดับ ในขณะที่สภาวะกลางแจ้งจะมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 26-27 องศาเซลเซียส และมีความเข้มแสงต่างกันตามช่วงเวลาของวัน จึงเป็นผลทำให้สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงต้องมีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่ลดลงดังกล่าว โดย Chiu et al. (2008) ได้รายงานว่าการขยายขนาดการทดลองการเพาะเลี้ยงสาหร่ายจากห้องปฏิบัติการมาสู่การเพาะเลี้ยงในสภาวะกลางแจ้ง อาจมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้งที่เกิดจากผลของอุณหภูมิ และโดยเฉพาะการได้รับแสงตลอดช่วงเวลาของวันที่ไม่สามารถควบคุมได้

การวิจัยครั้งนี้มีโจทย์การวิจัยที่มาจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชน และผลการวิจัยที่ได้ช่วยให้ชุมชน ได้แก่ โรงงานซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้สำคัญของชุมชน รวมถึงกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งเป็นเยาวชนรุ่นใหม่ที่จะเป็นกำลังสำคัญของชุมชนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับคุณภาพมาตรฐานของน้ำทิ้งและได้เรียนรู้หลักการเบื้องต้นในการเพาะ

เลี้ยงสาหร่าย ซึ่งการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำทิ้ง นับเป็นการได้ประโยชน์ร่วมที่นอกจากจะได้เซลล์สาหร่ายแล้ว ยังเป็นการบำบัดน้ำทิ้งไปในตัวด้วย เพราะสาหร่ายจะนำธาตุอาหารที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทิ้งมาใช้ในการเจริญเติบโต ดังจะเห็นได้จากค่าซีโอดีที่ลดลงมากกว่าร้อยละ 87 เมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้นของการเพาะเลี้ยง และในขณะเดียวกันค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำทิ้งยังแสดงผลเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลอง แสดงให้เห็นว่า สาหร่าย *Spirulina* sp. มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สรวิศ เผ่าทองสุข (2543)

ที่ระบุว่าสาหร่าย *Spirulina* sp. สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสีย และสามารถลดปริมาณสารต่างๆ ในน้ำเสีย เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นต้น ซึ่งเป็นการช่วยบำบัดคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการลงศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งโรงงานผลิตเส้นขนมจีน ในเขตพื้นที่ตำบลโพรงมะเดื่อเป็นครั้งแรก นอกจากนี้ เซลล์สาหร่าย *Spirulina* sp. ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งครั้งนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นอาหารปลาในบ่อเลี้ยงปลาของโรงงานขนมจีนได้อีกด้วย อันจะเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากของเสียในชุมชนเพื่อพัฒนาศักยภาพและเศรษฐกิจให้กับชุมชนต่อไป

แหล่งเงินทุน

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ 2557

บรรณานุกรม

- กนกอร จารุจารีต, สุริยา สาสนรักกิจ, นवलพรรณ ณ ระนอง และวีณา ชูโชติ. 2542. สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและการผลิตแคโรทีนอยด์ของไซยาโนแบคทีเรีย. งานวิจัยห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์. 2556. ข้อบังคับตำบลสำหรับองค์การบริหารส่วนตำบล เรื่อง การควบคุมกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ พ.ศ. 2556 (ประเภทการผลิตเส้นหมี่ กว๊วยเตี๋ยและขนมจีน). http://ed2.surinpho.com/ws_rd=cr,ssl&eiUE43VMbzGM2hugSTs4CABA#q=มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานขนมจีน. สืบค้นวันที่ 4 กันยายน 2557.
- กัสมา อัยจิรากุล. 2541. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำอัดลม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จกมล พรหมยะ และศิริเพ็ญ ตรีไชยาพร. 2553. การผลิตตรงควัตถุ กรดไขมัน คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิต ในการเพาะเลี้ยง *Spirulinaplatensis* (Nordstedt) Geiteler: โดยใช้น้ำทิ้งจากโรงอาหาร. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 4(2): กรกฎาคม-ธันวาคม, 44-54.
- เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ. 2556. “ศักยภาพและทุนทางสังคมของเทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ” ใน รวมพลังเครือข่ายชุมชนท้องถิ่นสร้างสุขภาวะอย่างยั่งยืน. เอกสารอัดสำเนา 145 หน้า.
- ยุวดี พีรพรพิศาล. 2540. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulinaplatensis*) ในระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สรวิศ เผ่าทองสุข. 2543. เอกสารเผยแพร่สาหร่าย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 347 หน้า.
- Chang, Y., Wua, Z., Bian, L., Feng D. and Leung, Y.C.D. 2013. *Cultivation of Spirulinaplatensis for biomass production and nutrient removal from synthetic human urine. Applied Energy.* 102: 427–431.
- Chiu, S.Y., Kao, C.Y., Chen, C.H., Kuan, T.C., Ong, S.C. and Lin, C.S. 2008. *Reduction of CO₂ by a high-density culture of Chlorella sp. in a semi continuous photoreactor. Bioresource Technology.* 99(9): 3389-3396.
- Gami, B., Naik, A. and Patel, B. 2011. *Cultivation of Spirulina species in different liquid media. Journal Algal Biomass Utilization.* 2(3): 15– 26.
- Jiang, L., Pei, H., Hua, W., Ji, Y., Han, L. and Maa, G. 2015. *The feasibility of using complex wastewater from a monosodium glutamate factory to cultivate Spirulinasubsalsa and accumulate biochemical composition. Bioresource Technology.* 180: 304–310.
- Vetayasuporn, S. 2004. *The potential for using wastewater from household scale fermented Thai Rice Noodle Factories for Cultivation Spirulinaplatensis. Pakistan Journal of Biological Sciences.* 7(9): 1554-1558.