ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายเตา
THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF *SPIROGYRA* SP. CRUDE EXTRACTS

สุทธวรรณ สุพรรณ*, พลอยไพลิน สดมณี, ปัทมาภรณ์ คุ้มกัน, ศราวุธ ราชลี
และ ประดับรัฐ ประจันเขตต์
Sutthawan Suphan*, Ploypairin Sodmanee, Pattama Koomkan, Sarawut Rachari
and Pradabrat Prajankett

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Division of Biology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University
of Technology Thanyaburi

Received: 10 January 2021 Accepted: 7 June 2021

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย ปริมาณโพลีแซคคาไรด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่ายเตา (*Spirogyra* sp.) โดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอลและเมทานอล ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี Disk diffusion assay พบว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลสามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ได้ดีที่สุดโดยมีขนาดบริเวณยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 22.7 มิลลิเมตร จากการศึกษาค่า Minimal inhibitory concentration (MIC) พบว่าสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายเมทานอล จากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ให้ค่า MIC ต่ำที่สุดต่อเชื้อ *S. aureus* และ *P. aeruginosa* เท่ากันโดยมีค่าเท่ากับ 0.0625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่า Minimal bactericidal concentration (MBC) พบว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ไม่สามารถฆ่าแบคทีเรียได้ และการวิเคราะห์ปริมาณโพลีแซคคาไรด์พบว่าสาหร่าย *Spirogyra* sp. มีปริมาณโพลีแซคคาไรด์เท่ากับ 1.34±0.413 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. พบว่า ปริมาณ inhibitory concentration at 50% (IC50) ของสารสกัดจากสาหร่าย

* ผู้ประสานงาน: สุทธวรรณ สุพรรณ
อีเมลล์: sutthawan_s@rmutt.ac.th

Spirogyra sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีค่าเท่ากับ 64.19 µg/ml และปริมาณ IC50 ของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp ด้วยตัวทำละลายเมทานอลมีค่าเท่ากับ 64.15 µg/ml นอกจากนี้ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของสารประกอบ ฟีนอลิก พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเมทานอล มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด คือ 54.569±6.74 มิลลิกรัมสมมูล gallic acid (mg GAE) ต่อน้ำหนัก 100 มิลลิลิตร (mL)

คำสำคัญ: *Spirogyra* sp., สารออกฤทธิ์ชีวภาพ, ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย, ปริมาณโพลีแซคคาไรด์, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The objective of this research was to study the antibacterial activity, polysaccharide content and antioxidant activity in Spirogyra sp. by using two types of solvents; ethanol and methanol. The results showed that the antibacterial activity test by disk diffusion assay found that the crude extract from Spirogyra sp. extracted with methanol solvent could inhibit the growth of Staphylococcus aureus the best with the size of the inhibitory area was 22.7 mm. According to the minimal inhibitory concentration (MIC), the research found that the crude extract from Spirogyra sp. with methanol solvent had the lowest MIC values against S. aureus and P. aeruginosa at the same value at 0.0625 mg/ml. The minimal bactericidal concentration (MBC) showed that the crude extract from Spirogyra sp. could not kill the bacteria. Polysaccharide content analysis revealed that Spirogyra sp. had polysaccharide content of 1.34 ± 0.413 percent of dry weight. The analysis of antioxidant activity revealed that the crude extract from Spirogyra sp. found that the inhibitory concentration at 50% (IC50) content of Spirogyra sp. extracted with ethanol solvent was 64.19 µg/ml and the IC50 content of the extract from Spirogyra sp. with methanol solvent was 64.15 µg/ml. In addition, the results of the examination of the compound content

was all phenolics, the research found that Spirogyra sp. extracted by methanol solvent contained the highest total amount of phenolic compounds at 54.569 ±6.74 milligrams equivalent to gallic acid per 100 milliliters of weight, mg GAE/100 mL.

Keywords: *Spirogyra* sp, Bioactive compound, Antibacterial activity, Polysaccharide content, Antioxidant activity

บทนำ

ในปัจจุบันมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อผิวหนังทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ รังสี ultraviolet (UV) จากแสงแดด ฝุ่นควัน ความเครียด การพักผ่อนไม่เพียงพอ การดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ รวมไปถึงการใช้เครื่องสำอางที่นิยมใช้กันมากขึ้นเป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดอนุมูลอิสระส่งผลให้ผิวหนังเกิดฝ้า กระ รอยเหี่ยวย่น ผิวไหม้เกรียมจากแสงแดด ผิวแห้งขาดความชุ่มชื้น การใช้สารต้านอนุมูลอิสระจึงเป็นการต้านหรือช่วยชะลอปัญหาด้านต่างๆ ของผิวหนังได้ (Demina & Lysenko, 1996) ทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจเกี่ยวกับสารสกัดจากธรรมชาติที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพื่อการดูแลตัวเองมากขึ้น ดังนั้นการศึกษาหาสารประกอบชีวภาพที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟีนอลิก โพลีแซคคาไรด์ และรงควัตถุชนิดต่างๆ เป็นต้น จึงได้รับความสนใจจากนักวิจัยในปัจจุบัน โดยสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) หรือสารประกอบฟีนอล เป็นสารที่พบได้ตามธรรมชาติในพืช รวมทั้งในสาหร่าย โดยสารสกัดจากสาหร่ายพบว่ามีสารประกอบฟีนอลิกซึ่งแสดงคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง (ยุวดี พีรพรพิศาล และคณะ (2555) นอกจากนี้พบว่าพอลิแซคคาไรด์จากสาหร่ายมีฤทธิ์ต่อต้านทางชีวภาพ เช่น เซลล์มะเร็ง สารต้านการแข็งตัวของเลือด และมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Tanna & Mishra, 2019)

นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมเลือกใช้เวชสำอางที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากสารสกัดจากธรรมชาติหลายตัวมีประสิทธิภาพเทียบเคียงกับสารสังเคราะห์ที่ได้จากห้องทดลอง (รัตนา อินทรานุปกรณ์, 2550) โดยพบว่าสารสกัดจากว่านสาวหลงมีคุณสมบัติทำให้ผิวกระจ่างใส (อรรถพล อุทัยเรือง และคณะ, 2563) สารสกัด

จากพืชสกุลมะเขือมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (พรรณรัตน์ อกนิษฐาภิชาติ และ เบญจภรณ์ เศรษฐบุปผา, 2563) สารสกัดจากใบบัวบกมีคุณสมบัติในการรักษาสิว (ภารดี อินทจันทร์ และ วิภาเพ็ญ โชคดีสัมฤทธิ์, 2563) และสารสกัดจากดอกเก็กฮวยเหลืองมีคุณสมบัติชะลอวัย (รวิสรา รื่นไวย, 2563) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่น่าสนใจและเป็นความต้องการที่สำคัญของผู้บริโภค ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากธรรมชาติเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งและมีแนวโน้มในการเลือกซื้อจากผู้บริโภคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าอุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดจากธรรมชาติมีมูลค่าตลาดมากกว่า 30,000 ล้านบาท และมีการเติบโตมากกว่า 15% -20% ต่อปี (รชตะ รุ่งตระกูลชัย และคณะ, 2562)

สาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในประเทศไทยที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ สาหร่าย *Spirogyra* sp. หรือสาหร่ายเตา หรือเทาน้ำ และเป็นผู้ผลิตออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสงให้แก่สิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนั้นในระบบนิเวศทางน้ำ สาหร่าย *Spirogyra* sp. ยังเป็นผู้ผลิต (producer) ในห่วงโซ่อาหาร (food chain) ชาวบ้านในแถบพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมนำสาหร่าย *Spirogyra* sp. มารับประทานเป็นอาหาร แต่สาหร่ายชนิดนี้ไม่นิยมบริโภคในพื้นที่ภาคกลาง ในบริเวณพื้นที่เกษตรกรโดยเฉพาะนาข้าว สาหร่าย *Spirogyra* sp. ถูกจัดเป็นพืชที่ไม่มีคุณค่าใด ๆ ถูกกำจัดทิ้งเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน (ปริญญา มูลสิน และ อมรรัตน์ วงษ์กลม, 2556) ในแถบภาคเหนือนิยมนำสาหร่าย *Spirogyra* sp. มาปรุงเพื่อเป็นอาหารที่เรียกว่า “ยำเตา” สำหรับสาหร่ายชนิดนี้พบว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงซึ่งประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งประกอบไปด้วยโปรตีน 18.63-23.76% ไขมัน 2.68-5.51% คาร์โบไฮเดรต 53.98-67.13% เส้นใย (fiber) 6.24-7.66% เถ้า 11.78-17.37% ความชุ่มชื้น 14.90% โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยมีพลังงานเท่ากับ 363 kcal/100g นอกจากนี้ยังมีปริมาณรงควัตถุชนิด chlorophyll a, b และ carotenoid เท่ากับ 4.067, 1.716 และ 1.209 mg/g ตามลำดับ (ยุวดี พีรพรพิศาล, 2549; Sitthiwong, 2019) สาหร่ายชนิดนี้สามารถดัดแปลงเป็นขนมและอาหารได้ เช่น เค้ก คุกกี้ ข้าวเกรียบ ครองแครงกรอบ และทำเป็นเส้นบะหมี่ ซึ่งให้รสชาติและกลิ่นหอม (ยุวดี พีรพรพิศาล, 2549)

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ต่อการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนัง ได้แก่ เชื้อ *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Staphylococcus aureus* ตามลำดับ ศึกษาปริมาณ

พอลิแซคคาไรด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รวมไปถึงการหาปริมาณสารฟีนอลิก เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในทางเวชสำอางค์ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสาหร่าย *Spirogyra* sp.

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp.

นำตัวอย่างสาหร่าย *Spirogyra* sp. 100 กรัม บดให้ละเอียด ใส่ลงในขวดแก้ว เติมตัวทำละลาย คือ เมทานอลและเอทานอล ที่ต้องการทดสอบ 300 มิลลิลิตร ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 และนำส่วนน้ำที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยระบบสุญญากาศ (Rotary Vacuum Evaporator) รุ่น R-300 บริษัท Buchi ที่อุณหภูมิ 50 °C จะได้สารสกัดเมทานอลเข้มข้นและสารสกัดเอทานอลเข้มข้น จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp.

ทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่เตรียมได้จากตัวทำละลาย คือ เมทานอลและเอทานอล กับแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวก คือ *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Staphylococcus aureus* ตามลำดับ ด้วยวิธี disk diffusion โดยปรับเชื้อให้มีความขุ่นเทียบเท่ากับ McFarland standard no. 0.5 แล้วใช้ไม้พันสำลีจุ่มเชื้อขีดให้ทั่วผิวหน้าอาหาร Mueller-Hinton agar รอให้ผิวหน้าอาหารแห้งแล้วจึงนำแผ่นกระดาษกรอง (disk) ที่ใส่สารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ปริมาณ 5 ไมโครลิตร วางลงบนผิวหน้าของอาหาร Mueller-Hinton agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลด้วยการวัดขนาดของบริเวณยับยั้ง (zone of inhibition) ที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนปละความแตกต่างของชุดการทดลองด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และ Duncan’s Multiple Comparison test ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์

3. การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย (Minimal inhibitory concentration, MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย (Minimal bactericidal concentration, MBC)

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและความเข้มข้นต่ำสุดที่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย โดยการเจือจางสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ด้วย Mueller Hinton broth (MHB) แบบ two-fold dilution โดยให้แต่ละหลุมของไมโครไตเตอร์เพลท ให้มีปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 100 ไมโครลิตร เติมสารสกัดปริมาตร 10 ไมโครลิตร ในสารละลายที่เจือจางทุกหลอด โดยใช้อาหาร MHB ที่ไม่เติมสารสกัดเป็นชุดควบคุม บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกค่า MIC โดยค่า MIC หมายถึง ค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย (Minimal inhibitory concentration) มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำการสุ่มตัวอย่างหลอดทดลอง ที่ไม่มีการเจริญของเชื้อปริมาตร 10 ไมโครลิตร ไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร MHA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกค่า MBC โดยค่า MBC หมายถึง ค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (Minimal bactericidal concentration) มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4. การวิเคราะห์ปริมาณโพลีแซคคาไรด์

วิเคราะห์ปริมาณโพลีแซคคาไรด์โดยชั่งสาหร่าย Spirogyra sp. แห้ง 1 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ทำการสกัดพอลิแซคคาไรด์โดยต้มในอ่างควบคุม อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง แล้วนำส่วนกากที่กรองได้มาทำการสกัดพอลิแซคคาไรด์อีกครั้ง นำสารละลายที่ได้จากการสกัดทั้งสองครั้งรวมกัน แล้วทำให้เข้มข้นขึ้นโดยเครื่องระเหยสุญญากาศ (evaporator) ให้เหลือปริมาตรของสารละลาย 1 ใน 4 ส่วนของปริมาตรเดิม ทำการปั่นเหวี่ยงสารละลายที่เหลือด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 4,500 rpm เป็นเวลา 5 นาที เพื่อกำจัดตะกอนของสารปนเปื้อนออก นำสารละลายส่วนใสมาตกตะกอนพอลิแซคคาไรด์ด้วยเอทานอล 95% โดยเติมเอทานอลในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1 : 2 แล้วนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บตะกอนพอลิแซคคาไรด์โดยการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็ว 6,000 rpm เป็น เวลา 10 นาที แล้วนำตะกอนพอลิแซคคาไรด์ที่ได้อบให้แห้งที่ 55 องศาเซลเซียส นำพอลิแซคคาไรด์แห้งมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์แห้งที่สกัดได้จากสาหร่าย Spirogyra sp. โดยเทียบจาก 1 กรัม

5. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Capacity Assay (Anti-oxidant activity)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสาหร่าย *Spirogyra* sp. ด้วยวิธี 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) เตรียมสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picryl hydrazyl radical (DPPH) ที่ความเข้มข้น 6×10-5 โมลาร์ ใน Absolute ethanol โดยชั่ง DPPH 0.0240 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Absolute ethanol ให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลายมาตรฐาน 2, 6-di-tert-butyl-4-methylphenol (Butylated hydroxyl toluene, BHT) ที่ค่าความเข้มข้น 4 ความเข้มข้น โดยละลายสารกับ Absolute ethanol ให้มีความเข้มข้นที่ 2, 20, 100 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นำสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. มาละลายกับ Absolute ethanol ให้มีความเข้มข้นที่ 2, 20, 100 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน BHT โดยนำสารละลายมาตรฐาน BHT ที่เตรียมไว้แต่ละความเข้มข้นใส่ลงในหลอดทดลองปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 2 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1 ต่อ 1) ผสมสารให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง นำไปบ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที สารละลายจะเปลี่ยนจากสารละลายสีม่วงเป็นสารละลายสีเหลือง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้ BHT 2 มิลลิลิตร และ Absolute ethanol 2 มิลลิลิตร เป็น Blank นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน จากนั้นทำการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างสาหร่าย โดยนำสารละลายของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่เตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 2, 20, 100 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 2 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1 ต่อ 1) ผสมสารให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (โดยความเข้มข้นสุดท้ายหลังการเติม DPPH เท่ากับ 1, 10, 50 และ100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) นำไปบ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที สารละลายจะเปลี่ยนจากสารละลายสีม่วงเป็นสารละลายสีเหลือง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดย Blank ของตัวอย่างสารสกัด คือ ตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่างๆ 2 มิลลิลิตร และ Absolute ethanol 2 มิลลิลิตร การรายงานผลเป็นค่า IC50 ซึ่งหมายถึง ปริมาณของสารต้านออกซิเดชันที่ทำให้ความเข้มข้นของ DPPH เหลืออยู่ 50% ค่าที่มีค่าน้อยจะแสดงความสามารถในการ

ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าค่าที่มีค่ามาก ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้ Vitamin C หรือ Trolox เป็นสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบ จากนั้นคำนวณหา % inhibition จากสมการ

$$\% \text{ inhibition} = \frac{\text{Abs control} - \text{Abs sample} \ \ X \ \ 100}{\text{Abs control}}$$

6. การตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) ของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp.

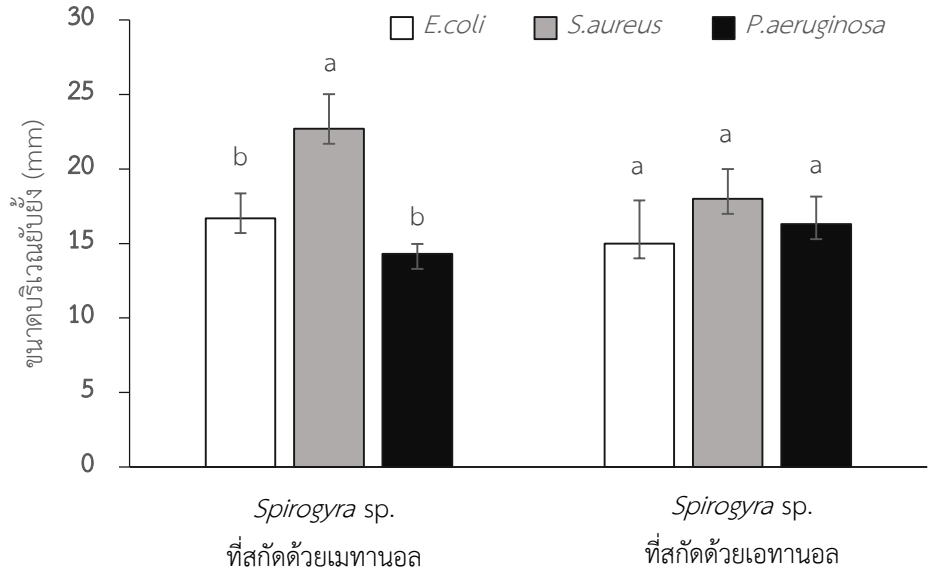
ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) ของสารสกัด โดยทำการเจือจางสารสกัดจากสาหร่าย Spirogyra sp. ด้วยเอทานอล ให้ได้ความเข้มข้นดังนี้ 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารสกัดที่เจือจางแต่ละความเข้มข้นมาใส่ในหลอดทดลอง ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติม Folin-Ciocalteu's reagent ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร เติม Sodium carbonate (Na_2CO_3) เข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร จากนั้นผสมสารให้เข้ากัน นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ Blank คือ เอทานอล 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แทนสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ทำการการสร้างกราฟมาตรฐานของ Gallic acid โดยการเจือจาง Gallic acid ด้วยเอทานอล 40 เปอร์เซ็นต์ ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 1, 10, 25, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารละลาย Gallic acid แต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย Folin-Ciocalteu's reagent ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 5 นาที เติม Sodium carbonate (Na2CO3) เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร จากนั้นผสมสารให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ Blank คือ เอทานอล 40 เปอร์เซ็นต์ 0.5 มิลลิลิตร แทนสารละลาย Gallic acid สร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมารสารละลาย Gallic acid กับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี (Disk diffusion method)

จากการนำสาหร่าย *Spirogyra* sp. มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เมทานอลและเอทานอล จากนั้นนำมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี Disk diffusion method โดยพิจารณาจากบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่า สารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล สามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ได้มากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเท่ากับ 22.7 มิลลิเมตร รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล สามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเท่ากับ 18.0 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pati et al. (2011) ที่ได้ทำการศึกษาในการใช้สารสกัดจากสาหร่าย 3 ชนิด ได้แก่ *Spirogyra* sp., *Chara* sp. และ *Cladophora* sp. ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ได้แก่ *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Asperigillus niger* และ *Candida albicans* โดยใช้วิธี agar well diffusion method พบว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ได้ดีที่สุด โดยมีขนาด inhibition zone เท่ากับ 17 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ที่พบว่า สารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล สามารถยับยั้งการเจริญของ *Escherichia coli* โดยมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเท่ากับ 16.7 มิลลิเมตร นอกจากนี้ปริญญา มูลสิน และ อมรรัตน์ วงษ์กลม (2556) ได้ทำการศึกษาการใช้สารสกัดจากสาหร่ายในการเพิ่มมูลค่าเครื่องสำอางศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยวิธี Disc diffusion assay พบว่าสารสกัดของ *Spirogyra* sp. มีฤทธิ์สูงสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* มีค่า inhibition zone เท่ากับ 11.66 มิลลิเมตร นอกจากนี้ รัตนาภรณ์ จันทร์ทิพย์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาฤทธิ์ในการต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายเตา (*Spirogyra* spp.) และสาหร่ายไก (*Cladophora* spp.) จากภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ทั้งหมด 3 ชนิดคือ เฮกเซนไดคลอโลมีเทน และเมทานอล ทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* และ *Vibrio cholera* พบว่าสารสกัดหยาบจาก *Spirogyra* spp. ทุกตัวอย่างมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus*

และ *S. epidermidis* ได้เกือบทุกชนิด ส่วนสารสกัดหยาบจากสาหร่ายไกทุกชนิด สามารถยังยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอลและเอทานอลในการยับยั้งเชื้อ *E. coli, S. aureus* และ *P. Aeruginosa*

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี Disk diffusion method พบว่าสาหร่าย *Spirogyra* sp. สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* โดยสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลมีขนาดของบริเวณยับยั้ง 22.7±4.01, 16.7±2.92 และ 14.3±1.21 มิลลิเมตรตามลำดับ พบว่าขนาดของบริเวณยับยั้งของ *Staphylococcus aureus* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับ *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีขนาดของบริเวณยับยั้ง 18±3.53, 16.3±3.22 และ 15±5.01 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย (Minimal inhibitory concentration, MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย (Minimal bactericidal concentration, MBC)

จากผลการหาค่าบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ซึ่งเป็นการทดสอบฤทธิ์เบื้องต้นในการยับยั้งแบคทีเรีย ดังนั้นขั้นตอนต่อไปจึงได้มีการนำสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. มาหาค่า MIC ด้วยวิธีการเจือจางในอาหารเหลว (broth microdilution method) แบบ two-fold dilution ด้วยไมโครไตเตอร์เพลท จากการทดสอบพบว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp.จากทั้งเอทานอลและเมทานอลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 3 ชนิดได้ สารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp.ด้วยเอทานอลมีค่า MIC ต่ำสุดต่อเชื้อ *P.aeruginosa* ที่ความเข้มข้น 0.0625 mg/ml ในขณะที่สารสกัดด้วยเมทานอล มีค่า MIC ต่ำสุดที่ความเข้มข้น 0.0625 mg/ml ต่อเชื้อ *S. aureus* และ *P.aeruginosa* (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปริญญา มูลสิน และ อมรรัตน์ วงษ์กลม (2556) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้สารสกัดจากสาหร่ายในการเพิ่มมูลค่าเครื่องสำอางค์ ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี Disc diffusion assay และการหาค่า MIC พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. จังหวัดอุบลราชธานี สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ดีที่สุด โดยมีค่า MIC ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

จากการทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าแบคทีเรียได้ โดยการหาค่า MBC จากสารสกัดหยาบของสาหร่าย Spirogyra sp. โดยนำตัวอย่างจากทุกหลุมบนไมโครไตเตอร์เพลท ปริมาตร 0.1 ไมโครลิตร ไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร MHA พบว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ไม่สามารถฆ่าแบคทีเรียได้

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย (Minimal inhibitory concentration, MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย (Minimal bactericidal concentration, MBC) ของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ด้วยเอทานอลและเมทานอล

ตัวทำละลาย	*S. aureus*		*P. aeruginosa*		*E. coli*	
	ค่า MIC (mg/ml)	ค่า MBC (mg/ml)	ค่า MIC (mg/ml)	ค่า MBC (mg/ml)	ค่า MIC (mg/ml)	ค่า MBC (mg/ml)
เอทานอล	0.1250	-	0.0625	-	0.1250	-
เมทานอล	0.0625	-	0.0625	-	0.1250	-

หมายเหตุ: ค่าความเข้มข้นสูงสุด 0.5 กรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารสกัดในความเข้มข้นถัดมาเท่ากับ 0.2500, 0.1250, 0.0625, 0.0312, 0.0156, 0.0078, 0.0039, 0.0019 และ 0.0009 กรัมต่อมิลลิลิตร
- = ไม่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย

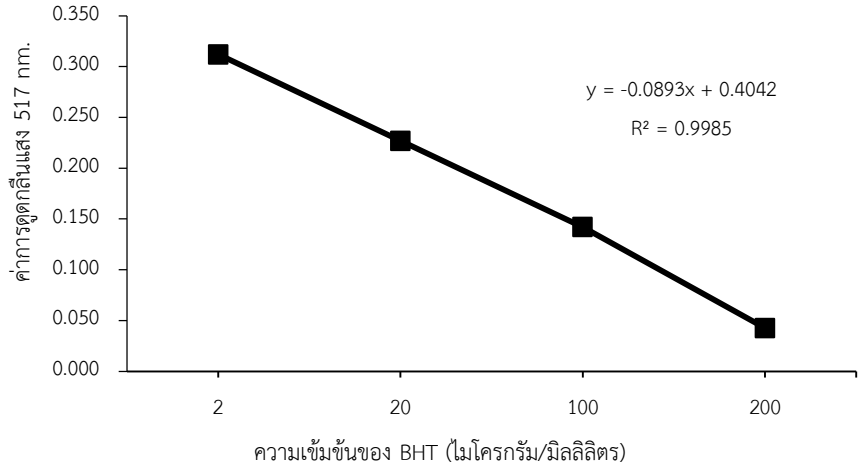
3. การวิเคราะห์ปริมาณโพลีแซคคาไรด์

ผลการสกัดโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่าย *Spirogyra* sp. พบว่าสาหร่าย *Spirogyra* sp. มีปริมาณโพลีแซคคาไรด์เท่ากับ 1.34±0.413 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพลีแซคคาไรด์ที่ได้จากสาหร่าย *Spirogyra* sp. โดย Sarayot et al. (2015) ได้รายงานเกี่ยวกับการตรวจคุณลักษณะของซัลเฟตโพลีแซคคาไรด์ของสาหร่าย *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing พบว่าประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 68-85.3% กรดยูโรนิค 3.2-4.9% ซัลเฟต 2.2-12.2%และปริมาณโปรตีนอื่นๆ 2.6-17.1% นอกจากนี้ยังพบ D-galactose 23.5–27.3%, D-glucose 11.5–24.8%, L-fucose 19.0–26.7% และ L-rhamnose 16.4–18.3% เป็นโมโนแซคคาไรด์หลัก จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงคุณประโยชน์ของโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้

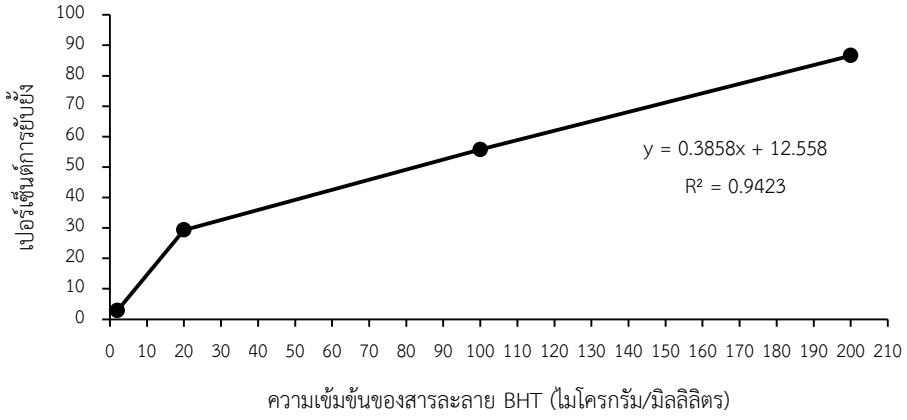
4. ความสามารถในการยับยั้ง 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl radical (DPPH)

DPPH radical เป็นสารอนุมูลอิสระสังเคราะห เมื่อละลายในเอทานอล จะได สารละลายที่มีสีม่วง และเมื่อได รับ Hydrogen atom จากสารสกัดที่ใช้ในการทดสอบ

สารละลายสีม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งสามารถทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นนำสารละลายมาตรฐาน BHT (Butylated hydroxyl toluene) ละลายในเอทานอลที่ความเข้มข้น 2, 20, 100 และ 200 ไมโครกรัม มาทำปฏิกิริยากับสารละลายของ DPPH เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน (รูปที่ 2) และสร้างกราฟการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT (รูปที่ 3)



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของ BHT



รูปที่ 3 การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT

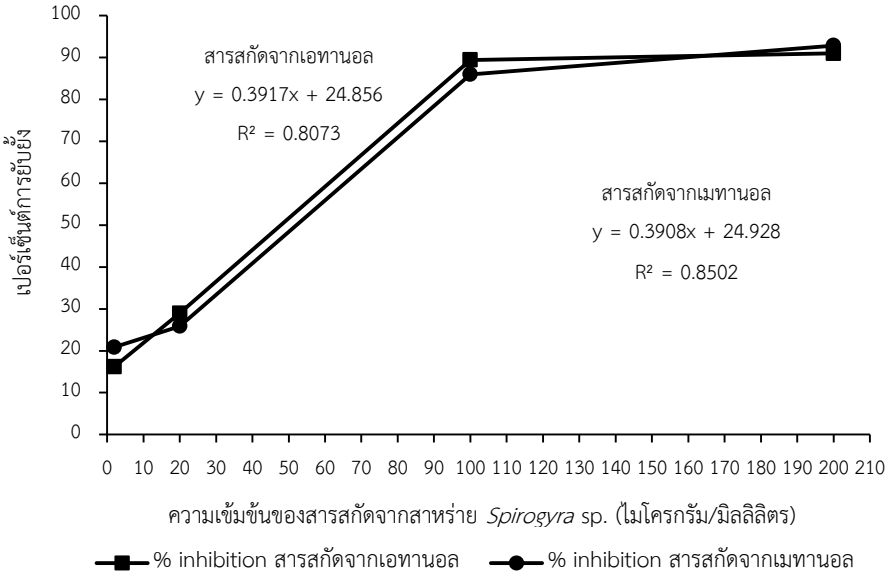
4.1 ผลการยับยั้ง DPPH ของสารสังเคราะห์ BHT

ค่าการดูดกลืนแสงของอนุมูลอิสระเสถียร DPPH จะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT เพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่แต่ละความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (% inhibition) เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกับความเข้มข้นสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT (รูปที่ 3) พบว่า IC_{50} มีค่าเท่ากับ 80 µg/ml หรือต้องใช้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT เข้มข้น 80 µg/ml จึงสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์ ลดลงไป 50 เปอร์เซ็นต์

4.2 ผลการยับยั้ง DPPH ของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp.

ค่าการดูดกลืนแสงของอนุมูลอิสระเสถียร DPPH จะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ *Spirogyra* sp. เพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่แต่ละความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเมทานอลไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (% inhibition) เพื่อสร้างกราฟการยับยั้งกับความเข้มข้นสารสกัดหยาบ *Spirogyra* sp. ด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเมทานอล (รูปที่ 4 และตารางที่ 2) พบว่าปริมาณ IC_{50} ของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีค่าเท่ากับ 64.19 µg/ml และปริมาณ IC_{50} ของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ด้วยตัวทำละลายเมทานอลมีค่าเท่ากับ 64.15 µg/ml หรือต้องใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. เข้มข้น 64.19 µg/ml และ 64.15 µg/ml จึงสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์ ลดลงไป 50 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณางานวิจัยของฐิติกานต์ ปัญโญใหญ่ (2551) ที่ได้ศึกษากิจกรรมต้านออกซิเดชันของสาหร่ายเตา *Spirogyra neglecta* (Hassall) KÜtzing พบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีปริมาณสารสกัดหยาบ เท่ากับ 25.8% และ มีผลการทดลอบความสามารถในการต้านออกซิเดชัน พบว่า สาหร่ายเตาดังกล่าวสามารถยับยั้ง DPPH• radical ได้ดีที่สุดคือมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.044±0.002 mg/ml และรายงานของ Thumvijit et al. (2013) ที่รายงานว่าสาหร่ายเตา *Spirogyra neglecta* (Hassall) KÜtzing ที่เก็บจากจังหวัดแพร่ มีค่ากิจกรรมต้านออกซิเดชันเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Capacity Assay พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 48.67±3.06 µg/ml จะเห็นได้ว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. จากงานวิจัยนี้มีค่าสูงกว่า



รูปที่ 4 การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ในตัวทำละลายที่ต่างกัน

5. การตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) ของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp.

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ด้วยวิธี Total phenolic assay ซึ่งคำนวณได้จากสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression equation) ที่ได้จากกราฟมาตรฐานของ Gallic acid (Y = 9.3027X +0.0136, R^2 = 0.9996) โดย Y = gallic acid equivalents และ X = ค่าดูดกลืนแสง พบว่า สารสกัดจากสาหร่ายน้ำจืด *Spirogyra* sp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเมทานอล มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด คือ 54.57±6.74 มิลลิกรัมสมมูล gallic acid ต่อน้ำหนัก 100 มิลลิลิตร, mg GAE/100 mL สารสกัดจากสาหร่ายน้ำจืด *Spirogyra* sp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเอทานอลมีค่าเท่ากับ 14.70±1.53 มิลลิกรัมสมมูล gallic acid ต่อน้ำหนัก 100 มิลลิลิตร, mg GAE/100 mL (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Assawarachan et al. (2013) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสาหร่าย *Spirogyra* sp. พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 17.91±4.09 มิลลิกรัมสมมูล gallic acid ต่อน้ำหนัก

100 มิลลิลิตร, mg GAE/100 mL เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Yosboonrung et al. (2020) ที่ได้ที่ได้รายงานเกี่ยวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสาหร่าย *Spirogyra neglecta* พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 157.92 mg GAE/g จากตัวอย่างสาหร่าย ที่เก็บจากภาคเหนือของประเทศไทย จากงานวิจัยต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันในแต่ละงานวิจัยรวมถึงงานวิจัยนี้ด้วย โดย Alshididi & Jawad (2015) ได้รายงานว่า องค์ประกอบต่าง ๆ รวมถึงสารประกอบชีวภาพในสาหร่าย *Spirogyra* sp. มีปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละงานวิจัยนั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของสาหร่าย วิธีการสกัด การเลือกใช้ตัวทำละลาย อายุของการเก็บรักษาสารสกัด ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่สาหร่ายนั้นๆ เจริญเติบโต

ตารางที่ 2 ปริมาณ IC_{50} และ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ในตัวทำละลายต่าง ๆ

ตัวทำละลาย	**ปริมาณ IC_{50} (µg/ml)**	**ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูล gallic acid ต่อน้ำหนัก 100 มิลลิลิตร, mg GAE/100 mL)**
เอทานอล	64.19	14.70±1.53
เมทานอล	64.15	54.57±6.74

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดของสาหร่าย *Spirogyra* sp. โดยศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย การวิเคราะห์ปริมาณโพลีแซคคาไรด์ การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด จากผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของสารสกัดจากสาหร่าย *Spirogyra* sp. ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังได้ และมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีศักยภาพสูงสะสมอยู่ภายในสาหร่ายดังกล่าว ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานส่วนหนึ่งในการประยุกต์ใช้สาหร่ายที่เป็นทรัพยากรธรรมชาติ ในการนำไปมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านเวชสำอางค์ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้สาหร่าย *Spirogyra* sp. อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้สนับสนุนงบประมาณตลอดจนการเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำโครงการวิจัยเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

ฐิติกานต์ ปัญโญใหญ่. (2551).*กิจกรรมต้านออกซิเดชันของสาหร่ายเตา Spirogyra neglecta (Hassall) Kützing*. (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่).

ปริญญา มูลสิน และ อมรรัตน์ วงษ์กลม. (2556). *การศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง*. รายงานการวิจัย สาขาวิชาชีววิทยาและสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี

พรรณรัตน์ อกนิษฐาภิชาติ และ เบญจภรณ์ เศรษฐบุปผา. (2563). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ปกป้องเซลล์ของสารสกัดจากผลพืชสกุลมะเขือ 4 ชนิด. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน*, 16(1), 49-58.

ภารดี อินทจันทร์ และ วิภาเพ็ญ โชคดีสัมฤทธิ์. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของเจลสารสกัดใบบัวบก 5% กับเจลคลินดามัยซิน 1% ในการรักษาสิว. *วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, *27*(1), 1-11.

ยุวดี พีรพรพิศาล. (2549). *ศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหารและยา*. รายงานการวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ

ยุวดี พีรพรพิศาล, ฐิติกานต์ ปัญโญใหญ่ และ ดวงพร อมรเลิศพิศาล. (2555). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบของสาหร่ายเตา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 40*(1), 238-235.

รัตนา อินทรานุปกรณ์. (2550). *การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนาภรณ์ จันทร์ทิพย์, ฐิติพรรณ ฉิมสุข, อรุณี คงดี และ ดวงพร อมรเลิศพิศาล. (2555). *พฤกษเคมีและผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสาหร่ายเตา* (*Spirogyra* sp.). *ใน*: การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครั้งที่ 3, 23 พฤศจิกายน 2555. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 15-22.

รวิสรา รื่นไวย. (2563). การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก และความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากดอกเก๊กฮวย. *วารสารนเรศวรพะเยา*, *13*(1), 16-20.

รชตะ รุ่งตระกูลชัย, วุฒิ สุขเจริญ, อนุพงศ์ อวิรุทธา และ วัชรินทร์ โชติชัยชรินทร์. (2562). การศึกษาและวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาตลาดที่ใช้สารสกัดจากธรรมชาติ. *วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : บริหารธุรกิจและภาษา*, *7*(1), 75-82.

อรรถพล อุทัยเรือง, รุจิลักขณ์ รัตตะรมณ์ และ คัทลียา เมฆจรัสกุล. (2563). การประยุกต์ทางเวชสำอางค์ของน้ำมันหอมระเหยว่านสาวหลงจากส่วนทั้งต้นและส่วนใต้ดิน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9(5), 680-692.

Alshididi, S. S. & Jawad, A. (2015). Antagonistic activity of *Spirogyra micropunctata* against some multidrug resistant human pathogenic bacteria. *Iraqi Journal of Science*, *56* (3C), 2494-2498.

Assawarachan, R., Nookong, M., Chailungka, N., & Amornlerdpison, D. (2013). Effects of microwave power on the drying characteristics, color and phenolic content of *Spirogyra* sp. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, *11*(1), 15-18.

Demina, N. S. & Lysenko, S. V. (1996). Collagenolytic enzymes synthesized by microorganisms. *Mikrobiologiia*, *65*(3), 293-304.

Patil K. J., Patil, A. V., Mahajan, S. R., & Mahajan, R. T. (2011). Bio-activity of algae belonging to Bhusawal region, Maharashtra. *Current Biology*, *2*(1), 29-31.

Surayot U., Wang J., Lee J. H., Kanongnuch C., Peerapornpisal Y. & You S. G. (2015). Characterization and immunomodulatory activities of polysaccharides from *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, *79*(10), 1644–1653.

Sitthiwong, N. (2019). Pigment and nutritional value of *Spirogyra* spp. in Sakon Nakhon, Nakhon Phanom and Mukdahan provinces. *Science and Technology RMUTT Journal*, *9*(1), 10-21.

Tanna, b. & Mishra, A. (2019). Nutraceutical potential of seaweed polysaccharides: structure, bioactivity, safety, and toxicity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *18*(3), 817-831.

Thumvijit, T., Inboot, W., Peerapornpisal, Y., Amornlerdpison, D., & Wongpoomchai, R. (2013). The antimutagenic and antioxidant properties of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing. *Journal of Medicinal Plants Research, 7*(34), 2494-2500.

Yosboonruang, A., Duangjai, A., Amornlerdpison, D., & Viyoach, J. (2020). Screening for Biological Activities of *Spirogyra neglecta* Water Extract. *Walailak Journal of Science and Technology, 17*(4), 359-368.