บทความวิจัย (Research Article)

น้ำมันชีวภาพที่สกัดจากไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวบางชนิดที่พบในจังหวัดพะเยาและจังหวัดน่าน

Bio-Oil extracted from cyanobacteria and green algae collected from Phayao and Nan Provinces

อรพรรณ พรหมธนพันธ์[1] และ รัฐภูมิ พรหมณะ[1*]

Arraphun Phomtanaphun[1] and Rattapoom Prommana[1*]

บทคัดย่อ

สาหร่าย 3 สกุล ที่พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำต่างๆ ในจังหวัดพะเยาและจังหวัดน่าน ได้แก่ ไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. สาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. และ *Spirogyra* sp. ได้ถูกเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานและวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันชีวภาพโดยการสกัดด้วยเฮกเซนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันชีวภาพที่สกัดได้พบว่าสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp. มีปริมาณน้ำมันชีวภาพอย่างหยาบมากที่สุด 14.05±3.00 % (น้ำหนักน้ำมัน ต่อ น้ำหนักสาหร่ายแห้ง) รองลงมาคือ ไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. มีปริมาณน้ำมันชีวภาพอย่างหยาบ 13.35±3.00 % และสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. มีปริมาณน้ำมันชีวภาพอย่างหยาบน้อยที่สุดคือ 5.84±0.10 % ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงถึงศักยภาพของสาหร่ายที่พบได้ทั่วไปและมีปริมาณมากตามธรรมชาติในท้องถิ่นภาคเหนือของประเทศไทยที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อการผลิตพลังงานทดแทนในรูปแบบของน้ำมันไบโอดีเซลได้

คำสำคัญ : น้ำมันชีวภาพ, ไบโอดีเซล, ไซยาโนแบคทีเรีย, สาหร่ายสีเขียว

Abstract

Three genera of algae commonly collected from water resources in Phayao and Nan Provinces were Cyanobacteria (*Microcystis* spp.) and green algae (*Cladophora* sp. and *Spirogyra* sp.) Their morphological characterization and bio-oil content analysis were studied using by hexane extraction at 70°C condition. The results showed that the highest content of crude bio-oil 14.05±3.00 % (oil weight by dry mass weight) Extracted from *Spirogyra* sp. followed by *Microcystis* spp. (13.35±3.00 %) and *Cladophora* sp. (5.84±0.10 %) respectively. According to the bio-oil content result, It is indicating to the potential of commonly found algae occurring naturally

---

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[1] Environmental Science Department, School of Energy and Environment, University of Phayao, Phayao Province 56000

Corresponding author e-mail : Smartrattapoom@yahoo.com; Received: 13 January 2012; Accepted: 30 July 2013

(บทความวิจัยเรื่องนี้ได้นำเสนอการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 1 ในวันที่ 12-13 มกราคม 2555 ณ มหาวิทยาลัยพะเยา)

indicating to the potential of commonly found algae occurring naturally in water resources in the local area of the north of Thailand which could be developed for renewable energy production as biodiesel.

Key words: Bio-oil, biodiesel, cyanobacteria, green algae

บทนำ

สภาวการณ์ความไม่แน่นอนของราคาน้ำมันในท้องตลาดโลกและมีแนวโน้มที่จะหมดไปในไม่ช้า รวมทั้งสภาวะโลกร้อน ทำให้ประเทศต่างๆ มีความตื่นตัวในเรื่องของพลังงานทดแทน (renewable Energy) กันมากขึ้น โดยได้เร่งศึกษา และวิจัยเกี่ยวกับแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมจากแหล่งอื่นและในปัจจุบันสิ่งที่ได้รับความสนใจอย่างมากคือ ไบโอดีเซล (Biodiesel) ซึ่งไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่มีคุณสมบัติในการเผาไหม้เหมือนกับน้ำมันดีเซล [4] และไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศเนื่องจากไบโอดีเซลเป็นน้ำมันที่ผลิตจากพืช เมื่อเกิดการเผาไหม้จึงเสมือนกับการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการตรึงของพืช

ดังนั้นการเผาไหม้ของไบโอดีเซลจึงไม่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มแก่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งแตกต่างจากการเผาไหม้ของน้ำมันจากปิโตเลียม จึงช่วยลดสภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง [5] แต่อย่างไรก็ตามไบโอดีเซลในปัจจุบันมีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากราคาของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซลมีราคาค่อนข้างสูง นักวิจัยหลายท่านได้มุ่งเน้นไปที่สาหร่าย ซึ่งสาหร่ายมีอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติ หากมีการผลิตไบโอดีเซลจากสาหร่ายจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตได้

ทั้งนี้เพราะข้อได้เปรียบของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายคือ ต้องการพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงน้อย อีกทั้งยังสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถเพาะเลี้ยงในพื้นที่จำกัด เช่นพื้นที่ขนาดเล็ก หรือสามารถเลี้ยงในพื้นที่ที่ไม่สามารถปลูกพืชได้ อาทิ พื้นที่ทะเลทราย พื้นที่ดินเค็มที่ไม่สามารถปลูกพืชได้ ทั้งยังสามารถสังเคราะห์แสงโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย และสาหร่ายยังสามารถเจริญได้ทุกฤดูกาล ดังนั้นสาหร่ายจึงมีความเป็นไปได้ในการนำมาผลิตไบโอดีเซล และมีศักยภาพพอที่จะขยายการผลิตไปในระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต นอกจากสาหร่ายสามารถผลิตไบโอดีเซลได้แล้ว สาหร่ายยังเป็นสิ่งที่ผูกพันกับมนุษย์มาช้านานเนื่องจากสาหร่ายสาหร่ายได้มีการมาทำเป็นอาหารมานานแล้ว ซึ่งในหลายประเทศก็นิยมนำสาหร่ายมารับประทาน

ประเทศไทยเรานั้นก็มีการบริโภคสาหร่ายมานานแล้วเช่นกันซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้านของแต่ละท้องถิ่นเช่นภาคเหนือนั้นมีการนำสาหร่ายมาทำอาหารมากกว่าภาคอื่นๆ โดยมีชาวบ้าน 2 พื้นที่ที่นำสาหร่ายมาทำเป็นอาหารอย่างจริงจังคือ อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ชาวบ้านที่อยู่แถบลำน้ำน่าน จังหวัดน่าน [5] นำสาหร่ายสีเขียวที่เรียกว่าสาหร่ายไกมาทำไกยีและไกแผ่นปรุงรสจำหน่ายนอกจากนั้นยังมีการนำสาหร่ายลอนมาทำเป็นยาแก้ร้อนในอีกด้วย [2]

นอกจากสาหร่ายที่สามารถรับประทานได้แล้วนั้น ยังมีสาหร่ายที่สามารถเจริญได้ในแหล่งน้ำทั่วไปคือ *Microcystis aeruginosa* ซึ่งพบได้บ่อยในปริมาณในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูง เช่น บ่อเลี้ยงปลา บ่อเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้สามารถสร้างสารพิษไมโครซิสติน (microcystins) อันเป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อต่างๆ ถ้าได้รับในปริมาณน้อย แต่ถ้าได้รับเข้าไปบ่อยๆ จะเกิดการสะสมที่ตับมีผลเร่งการเกิดมะเร็งตับ (tumor promotor) เร็วขึ้น [3]

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการค้นหาศักยภาพของสาหร่ายที่มีอยู่ตามธรรมชาติในท้องถิ่นซึ่งพบได้บ่อยและมีปริมาณมากโดยการทดสอบหาปริมาณน้ำมันชีวภาพอย่างหยาบซึ่งเป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อให้ทราบปริมาณสารตั้งต้นของน้ำมันไบโอดีเซล ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นและเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดวิกฤตปัญหาสภาวะโลกร้อน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. การเก็บตัวอย่างสาหร่าย

เก็บตัวอย่างไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. จากบ่อเลี้ยงปลาดุกแห่งหนึ่ง ในอำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา

เก็บตัวอย่างสาหร่ายสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. หรือสาหร่ายไก จากลำน้ำน่าน อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

เก็บตัวอย่างสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp. หรือสาหร่ายเตาหรือเทาน้ำ จากนาข้าว ตำบลหย่วน อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา

2. การอบสาหร่าย

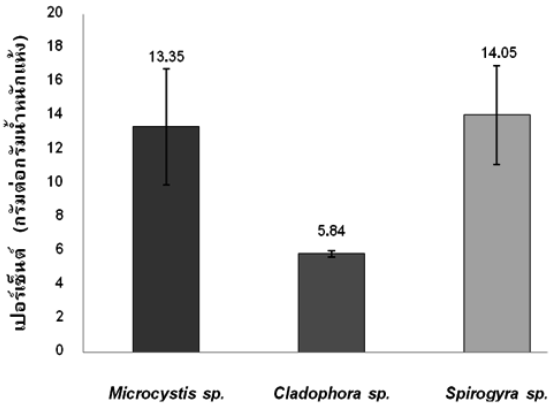
อบตัวอย่างสาหร่ายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot air oven) บดให้ละเอียด แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน

3. วิเคราะห์หาปริมาณน้ำมัน โดยชั่งสาหร่าย 10 กรัม นำมาวิเคราะห์โดยธีการสกัดทางเคมีด้วยเครื่องซอกล์เล็ต (soxhlet) [1, 7]

หลังจากนั้นนำสารสกัดที่ได้กรองด้วยกระดาษกรอง GF/C Whatman ขนาด 1.2 ไมโครเมตร นำสารละลายที่ได้ทำการระเหยด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (rotary evarator) จะได้สารละลายที่มีลักษณะของเหลวสีดำเข้ม หรือน้ำมันอย่างหยาบ (crude oil)

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า น้ำมันที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวข้น มีสีดำเข้ม หรือ น้ำมันอย่างหยาบ [7] โดยสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp. มีปริมาณ น้ำมันอย่างหยาบมากที่สุดเท่ากับ 14.05±3 % กรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. มีปริมาณน้ำมันอย่างหยาบเท่ากับ 13.35±3 % กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. มีปริมาณน้ำมันอย่างหยาบน้อยที่สุดเท่ากับ 5.84±0.1 % กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำมันอย่างหยาบที่สกัดได้จากสาหร่ายที่พบมากในจังหวัดพะเยาและจังหวัดน่าน

วิจารณ์และสรุปผล

สาหร่ายทั้ง 3 สกุล เป็นสาหร่ายที่สามารถพบได้ทั่วไปและสามารถพบได้ในปริมาณมากในบางแหล่งน้ำในภาคเหนือของประเทศไทย ไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. มักพบเจริญเติบโตได้มากและรวดเร็วในบ่อเลี้ยงปลาและบ่อเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญอย่างมาก ได้แก่ สารอาหารในน้ำสูง อุณหภูมิสูง แสงแดดมีความเข้มสูงและระยะเวลายาวนาน [6]

นอกจากพบไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำแล้ว ยังพบว่าสาหร่ายชนิดนี้มีจำนวนมากในกว๊านพะเยาในช่วงฤดูฝน ปี 2527 [3] ซึ่งไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. สามารถสร้างสารพิษไมโครซิสติน (microcystins) อันเป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อต่างๆ ถ้าได้รับในปริมาณน้อย แต่ถ้าได้รับเข้าไปบ่อยๆ จะเกิดการสะสมที่ตับมีผลเร่งการเกิดมะเร็งตับ (tumor promotor) เร็วขึ้น [4] จากการศึกษานำไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. มาทดสอบหาปริมาณน้ำมันอย่างหยาบพบว่าไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. มีปริมาณน้ำมันอย่างหยาบมาก ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของสารพิษไมโครซิสติน อยู่ในน้ำมันอย่างหยาบได้จากกระบวนการสกัด ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนสารพิษไมโครซิสตินสู่ธรรมชาติได้

โดยปกติมักพบว่าสาหร่ายสีเขียวมีปริมาณน้ำมันมากกว่าไซยาโนแบคทีเรีย แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. มีปริมาณ

น้ำมันมากกว่าสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. และใกล้เคียงกับปริมาณน้ำมันในสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp. ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบอีกว่าสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp. ที่เก็บมาจากนาข้าวพื้นที่อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา นั้นมีปริมาณน้ำมันมากกว่าถึง 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp. ที่พบในประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีปริมาณน้ำมันเพียง 7.3 % ของน้ำหนักแห้ง [9]

ถึงแม้ว่าในการวิจัยนี้ได้พบว่าสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. มีปริมาณน้ำมันน้อยกว่าสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp. และไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis* sp. ก็ตาม แต่จากการสำรวจได้พบว่าสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. นั้นมีปริมาณในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นจำนวนมากและพบเห็นได้บ่อยกว่าสาหร่ายทั้ง 2 สกุล จึงสามารถสรุปได้ว่าสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* sp. ถึงแม้จะมีปริมาณน้ำมันต่อน้ำหนักแห้งต่ำกว่า แต่มีศักยภาพในเชิงปริมาณที่มากกว่าสาหร่ายทั้ง 2 สกุล

อย่างไรก็ตามการสร้างน้ำมันสะสมไว้ในเซลล์ของสาหร่ายนั้นถูกกำหนดและควบคุมโดยสรีรวิทยาของสาหร่ายแต่ละชนิดและยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการสร้างและสะสมน้ำมันไว้ภายในเซลล์ได้เช่นกัน ธาตุ ไนโตรเจนมีบทบาทต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์สาหร่ายและเป็นองค์ประกอบหลักของกรดอะมิโน โปรตีน และเอนไซม์ภายในเซลล์ เมื่อสาหร่ายขาดแคลนไนโตรเจนจะทำให้อัตราการสังเคราะห์น้ำมัน (lipid biosynthesis) เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เกิดการสะสมน้ำมันภายในเซลล์เพิ่มขึ้น [5] นอกจากนี้ธาตุอาหาร อุณหภูมิ แสงและปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายและส่งผลถึงรูปแบบอาหารสะสมภายในเซลล์ของสาหร่ายด้วยเช่นกัน [8]

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าสาหร่ายทั้ง 3 สกุล ที่พบในจังหวัดพะเยาและจังหวัดน่านมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาการใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตไบโอดีเซลได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณปราณี พรหมธนพันธ์ คุณคำมูล สองสีใส และคุณเอมิกา เพ็ชรแสนงาม ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างสาหร่าย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยพะเยา สำหรับความสะดวกในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. พนิดา รัตนพลที. การประยุกต์สาหร่ายขนาดเล็กเพื่อการผลิตไบโอดีเซล. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.
2. ยุวดี พีรพรพิศาล. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2546.
3. ยุวดี พีรพรพิศาล. ความเป็นพิษและการกำจัดสาหร่าย *Microcystis aeruginosa* Kützing ในฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งและปลาบริเวณภาคเหนือ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่; 2552.
4. วรนุช แจ้งสว่าง. พลังงานหมุนเวียน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2551.
5. วารสารศูนย์บริการวิชาการ. ศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลจากสาหร่ายขนาดเล็ก. ประจำเดือนมกราคม–มีนาคม 2553;(1).
6. Chorus I, Bartram J. Toxic cyanobacteria water. London and NewYork: E&FN Spon an imprint of Routledge; 1999.
7. Krohn, BJ, McNeff CV. Production of algae-based biodiesel using the continuous catalytic Mcgyan process. Bioresource Technology 2010; 94–100.
8. Mustafa B, Havva B. Progress in biodiesel processing. Applied Energy 2010; 87: 1815–1835.
9. Sharif Hossain ABM, Aishah S. Biodiesel Fuel Production from Algae as Renewable Energy. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 2008; 4(3):250-254.