

การแพร่กระจายและการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในพื้นที่ต้นน้ำเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช

Distribution and Antioxidant Activity of Freshwater Red Algae in Watershed Area, Nakhon Si Thammarat Province

วรรณิณี จันทร์แก้ว^{1*} และ เพ็ญศรี เพ็ญประไพ²

Wanninee Chankaew^{1*} and Pensri Penpapi²

บทคัดย่อ: ทำการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด ในเจ็ดพื้นที่ต้นน้ำในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ ต้นน้ำตรัง ปากพญา คลองท่าทอน คลองเสาธง คลองกลาย ตาปีตอนบน และคลองปากพูน โดยเก็บตัวอย่างจาก 28 จุดเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่ มกราคม 2556 ถึงธันวาคม 2556 พบสาหร่ายสีแดงจำนวน 19 ชนิดจาก 9 สกุล ได้แก่ *Audouinella*, *Ballia*, *Batrachospermum*, *Caloglossa*, *Compsopogon*, *Compsoponopsis*, *Kumanoa*, *Sirodotia* และ *Thorea* ต้นน้ำแม่น้ำตรังมีความหลากหลายชนิดสูงสุด ชนิดที่แพร่กระจายมากที่สุด คือ *Thorea clavata* การวิเคราะห์การจัดกลุ่มตามความคล้ายคลึงด้วยวิธี UGPMMA ของการแพร่กระจายของสาหร่ายตลอดปีที่ย่อยละ 40 ได้ 10 กลุ่ม สาหร่ายชนิด *Compsopogon aeruginosus* พบปริมาณมากที่สุด จึงได้นำมาศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากตัวสกัด 3 ชนิดได้แก่ เอทานอล, เอทิลอะซิเตต และน้ำ ด้วยวิธี DPPH Scavenging Assay ผลปรากฏว่าสารสกัดน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และตรวจพบสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัดทั้ง 3 ชนิด ในขนาด 1 กรัม มีค่าเทียบกับ gallic acid ในขนาด 0.721, 0.362 และ 7.09 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสาหร่ายมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

ABSTRACT: Distribution of red algae were surveyed at 28 selected sites from watershed area in Nakhon Si Thammarat province. The surveys at each site were conducted from January to December 2013. Nineteen species of red algae in 9 genera viz., *Audouinella*, *Ballia*, *Batrachospermum*, *Caloglossa*, *Compsopogon*, *Compsoponopsis*, *Kumanoa*, *Sirodotia* and *Thorea* were found. Trang watershed area had the highest distribution, which 9 species. *Thorea clavata* was the dominant species which the highest distribution in 5 watershed. The UGPMMA dendrogram classified into 10 groups at the percent similarity of 40 based on 28 sampling sites and two seasons. DPPH Scavenging Assay was assigned to capacity of dried alga, *Compsopogon aeruginosus*, which highest in amount, ethanol, ethyl acetate and water extracts. The results indicated that water extract provided the highest reaction. The total phenolic contents were 0.721, 0.362 and 7.09 mg gallic acid equivalent, respectively. In addition, antioxidant activity and the phenolic content of these extracts were correlated favorably.

¹ สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 80110

Department of Fishery, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology, Srivijaya 80110

² สาขาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 80110

Department of Applied Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology, Srivijaya 80110

* Corresponding author: wannaneeja@yahoo.com

บทนำ

สาหร่ายสีแดงน้ำจืดเป็นกลุ่มของสาหร่ายที่มีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับสาหร่ายกลุ่มอื่น โดยมีประมาณ 200 ชนิด (Kumano, 2002) สาหร่ายกลุ่มนี้มีการแพร่กระจายแหล่งน้ำไหลที่มีอุณหภูมิของน้ำต่ำ มีการศึกษาการแพร่กระจายในหลายพื้นที่ของภาคเหนือได้แก่ ลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย จังหวัดเชียงใหม่รายงานพบเพียง 2 ชนิด (Kunpradid and Peerapompisal, 2001) ในลำน้ำแม่ปิง แม่น้ำน่านและแม่น้ำโขง (สุทธวรรณ และคณะ, 2547) อุทยานแห่งชาติภูหินกล้า (Traichaiyaporn et al., 2003) พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย (Traichaiyaporn et al., 2004) สำหรับภาคกลางนั้นมีการศึกษาที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (Traichaiyaporn et al., 2008) พื้นที่ภาคใต้ นั้น มณฑนา และคณะ (2550) ได้รายงานพบการแพร่กระจาย 25 ชนิด จะเห็นได้ว่าแหล่งน้ำในหลายพื้นที่ของประเทศไทยนั้นยังไม่มีการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด สำหรับการศึกษาปริมาณรงควัตถุในเซลล์ของสาหร่ายกลุ่มนี้มีรายงานโดย วรณิณี และชยากร (2556)

มีรายงานจำนวนมากเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสาหร่าย โดยเฉพาะสาหร่ายสีแดงในทะเล สำหรับในกลุ่มสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในประเทศไทยยังไม่มีรายงาน ส่วนในต่างประเทศนั้น Shanab and

Shalaby (2012) ได้ศึกษาใน *Compsopogon helwanii* พบว่าสาหร่ายมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและลบ ยีสต์ รา และสาหร่ายสีเขียวและสีเขียวกวมน้ำเงิน รวมทั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านมะเร็ง ดังนั้นในการศึกษารังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ เพิ่มองค์ความรู้ด้านการแพร่กระจายของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในประเทศไทยจึงได้เลือกพื้นที่ต้นน้ำในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นพื้นที่มีรอบเทือกเขา นครศรีธรรมราช โดยมีสภาพเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของแม่น้ำที่สำคัญหลายสายของจังหวัดในภาคภาคใต้ รวมทั้งองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารพฤกษเคมีกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งสารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายโดยเฉพาะฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยได้เลือกชนิดสาหร่ายสีแดงที่สำรวจพบในปริมาณที่มากที่สุดในฤดูร้อนคือ *Compsopogon aeruginosus* มาทำการศึกษา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการนำสาหร่ายมาใช้ต่อไป โดยเฉพาะการนำมาเป็นอาหาร

วิธีการศึกษา

การศึกษาการแพร่กระจาย โดยได้กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง จำนวน 28 จุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ 9 อำเภอ ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย 7 พื้นที่ต้นน้ำ ดังนี้

ชื่อต้นน้ำ	ชื่ออำเภอ	ชื่อจุดเก็บตัวอย่าง
คลองท่าหน	สีชลและชนอม	ลำธารไผ่ตง(TT1) และวังดัง(TT2)
คลองกลาย	นบพิตำและท่าศาลา	ลำธารกรุงชิง(KL1), คลองยาน(KL2), หมอนมด(KL3), เทพชนะ(KL4), สุนันทา(KL5), กรุงนาง(KL6), คลองพต(KL7), คลองกัน(KL8) และ คลองแค(KL9)
ตาปัดอนบน	พิปูน	ลำธารหนานนกแอ่น(TP1) และห้วยวังแรด(TP2)
คลองปากพูน	เมืองและพรหมคีรี	ลำธารห้วยหมอก(PP1), ปลายอวน(PP2), คลองนอกท่า(PP3) และ ลำธารปลายน้ำ(PP4)
คลองปาก พญา	ลานสกาและเมือง	ลำธารน้ำตกวังไม้ปัก(KY1), ห้วยชีสุก(KY2), ห้วยแห้ง(KY3) และ ท่าหา(KY4)
คลองเสาธง	ลานสกา	ลำธารกะโรม(ST1)
แม่น้ำตรัง	ทุ่งสง	ลำธารธารทิพย์(TR1), โยง(TR2), ปลิว(TR3), หนานปลิว(TR4), ธารวาวรินทร์(TR5) และคลองท่าแพใต้(TR6)

ทำการศึกษาตั้งแต่เดือน มกราคม 2556 ธันวาคม 2556 ตัวอย่างสาหร่ายจำแนกชนิด โดย Kumano (2002), Traichaiyaporn et al.,(2008) และ Necchi and Vis (2012) การศึกษาการแพร่กระจายและปริมาณของสาหร่าย โดยการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างแบบ permanent plots แบบ long-transect การให้คะแนนจากการปรากฏสาหร่าย โดยประยุกต์จาก Necchi (1993) รวมทั้งการศึกษาคุณภาพน้ำด้านต่างๆ การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของ *Compsopogon aeruginosus* การเตรียมสารสกัด โดยนำสาหร่ายแห้งจำนวน 150 กรัม มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ดังนี้

(1) สกัดด้วยเอทานอล ทำการสกัด 3 ชั่วโมง แล้วนำมาระเหยด้วยเครื่อง Rotary evaporator จนได้สารสกัด นำมาคำนวณหา % yield ได้ปริมาณสารสกัดเท่ากับ 0.67%

(2) สกัดด้วยเอทิลอะซิเตด สกัด 3 ชั่วโมง แล้วนำมาระเหยด้วยเครื่อง Rotary evaporator จนได้สารสกัด นำมาคำนวณหา %yield ได้ปริมาณสารสกัดเท่ากับ 0.67%

(3) สกัดด้วยน้ำ บดสาหร่ายแห้ง 10 กรัม เติมน้ำ 400 ml บ่มที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สกัดซ้ำ 2 ครั้ง จากนั้นกรอง นำมาระเหยด้วยเครื่อง Rotary evaporator จากนั้นทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dry คำนวณหา % yield ได้ปริมาณสารสกัดเท่ากับ 9.66%

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity โดยดัดแปลงจากวิธีของ Re et al.,(1999) และคำนวณ เปอร์เซ็นต์ inhibition

$$\% \text{ inhibition} = \left[\frac{(A_{517 \text{ control}} - A_{517 \text{ test sample}})}{A_{517 \text{ control}}} \right] \times 100$$

ทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ใช้วิธีการซึ่งดัดแปลงจาก Farvin and Jacobsen, (2013) วัดค่าดูดกลืนแสงที่ 764 nm คำนวณปริมาณ total phenolic content

วิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของแพร่กระจายสาหร่ายสีแดงน้ำจืดด้วยการวิเคราะห์ Cluster analysisโดยใช้โปรแกรม MVSP 3.22 โดยใช้วิธีการจัดกลุ่ม UPGMA(unweight pair group average) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละการกำจัดอนุมูลDPPH ด้วยวิธี DMRT

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด

ชนิดของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด ในเขตจังหวัด นครศรีธรรมราช 7 พื้นที่ต้นน้ำ พบว่า มีความหลากหลายของชนิดสาหร่าย 19 ชนิด สามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานตาม Kumano (2002) และ Necchi and Vis (2012) ได้ 9 สกุล โดยสกุลที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดคือ *Kumanoa* (4 ชนิด) รองลงมาคือ *Batrachospermum* และ *Sirodotia* (3 ชนิด) *Compsopogon*, *Thorea* และ *Audouinella* (2 ชนิด) ส่วน *Compsopogonopsis*, *Ballia* และ *Caloglossa* พบเพียง 1 ชนิด (Table 1) เมื่อพิจารณาจากช่วงเดือนที่ได้เก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง ซึ่งครอบคลุมใน 2 ฤดู ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ และเมษายนเป็นตัวแทนของฤดูร้อน เดือนมิถุนายน และเดือนสิงหาคมเป็นตัวแทนฤดูฝนช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (wet 1) และเดือนตุลาคม และธันวาคมเป็นตัวแทนของฤดูฝนช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (wet 2) พบว่า ชนิดที่มีความถี่ในการพบร้อยละ 40-69 มากที่สุดจำนวน 9 ชนิด และมี 5 ชนิดที่มีการแพร่กระจายเพียงบางฤดูเท่านั้น นอกจากนี้พบว่า 3 ชนิด ได้แก่ *Kumanoa gibberosa*, *Thorea clavata* และ *Caloglossa ogasawaensis* เป็นชนิดที่

พบตลอดทั้งปี และมี 5 ชนิดที่แพร่กระจายน้อยมากและจำเพาะเพียงพื้นที่เดียว ซึ่งส่วนใหญ่แพร่กระจายช่วงฤดูร้อนเท่านั้น (Table 1)

Thorea clavata เป็นชนิดที่มีแนวโน้มในการแพร่กระจายกว้างที่สุดโดยพบใน 9 จุดเก็บใน 5 พื้นที่ต้นน้ำ สาหร่ายชนิดนี้ไม่มีรายงานพบในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามัน คือจังหวัดกระบี่ (มณฑนา และคณะ, 2550) และจังหวัดกาญจนบุรี (Traichaiyaporn et al., 2012) *Caloglossa* สกุลนี้มีรายงานพบในประเทศไทยจำนวน 3 ชนิด แต่ในการศึกษาค้นครั้งนี้พบเพียงชนิดเดียวคือ *Caloglossa ogasawaensis* แต่มีการแพร่กระจายมากที่สุด ใน 9 จุดเก็บเช่นเดียวกับ *Thorea clavata* แต่กระจายน้อยกว่าคือเพียง 3 พื้นที่ต้นน้ำเท่านั้น ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้มีรายงานว่าการกระจายเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้คือจังหวัดกระบี่และพังงา (สรจักร และคณะ, 2550) (Table 1) *Ballia prieurii* เป็นชนิดมีการกระจายค่อนข้างกว้างโดยพบใน 6 จุดเก็บ ใน 3 พื้นที่ต้นน้ำ สำหรับการแพร่กระจายสาหร่ายชนิดนี้มีรายงานพบเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามันคือจังหวัดระนอง กระบี่และพังงา (มณฑนา และคณะ, 2550) ในส่วนของสาหร่ายในวงศ์ *Compsopogonaceae* ซึ่งมีจำนวน 2 สกุล 3 ชนิดพบว่าเป็นกลุ่มที่มีการแพร่กระจายน้อยมาก

Table 1 Species of freshwater red algae in each sampling sites, season and percentage occurrence of 7 watershed area. (* = % occurrence less than 40%, ** = % occurrence between 40-69%, *** = % occurrence more than 69 %)

Species	Seasonal distribu- tion			Occur- rence (%)	Sites distribution
	Dry	Wet	Wet		
<i>Audouniella</i> sp.1	+	-	+	**	TR1, TT1, PP1
<i>Audouniella subtilis</i>	+	-	-	*	KY2
<i>Ballia prieurii</i>	+	+	-	***	TR1,TR2, TR4, ST1, KL2, KL3, KL5
<i>Batrachospermum</i> sp.1	+	+	+	**	TR1, TT2
<i>Batrachospermum hypogynum</i>	+	-	-	*	TR2, TP2
<i>Batrachospermum khaoluangensis</i>	+	+	-	*	KY2
<i>Caloglossa ogasawaensis</i>	+	+	+	***	TR3, TR5, TR6, KL1, KL4, KL5, KL6 KL7, KL8
<i>Compsopogon aeruginosus</i>	+	+	+	***	TR2, TR3
<i>Compsopogon sparus</i>	+	-	-	*	ST1
<i>Compsopogonopsis fruticosa</i>	+	-	-	*	PP1,PP3,PP4
<i>Kumanoa gibberosa</i>	+	+	+	***	TR3
<i>Kumanoa hirosei</i>	+	+	-	**	ST1,PP1,PP3,PP4
<i>Kumanoa tagabatensis</i>	+	-	-	*	KY3
<i>Kumanoa tiomanensis</i>	+	+	-	**	TP1, KL1
<i>Sirodotia hullensis</i>	+	+	-	**	ST1 KY3
<i>Sirodotia suecica</i>	+	+	-	**	TR2,TR3, PP4
<i>Sirodotia</i> sp.1	+	+	+	**	TT2, KL4, KL9
<i>Thorea clavata</i>	+	+	+	***	TR1,ST1,PP2,PP4,KL1,KL2,KY1,KY2, KY4
<i>Thorea siamensis</i>	+	+	-	**	TR1,KY2

See **Table 1**, Materials and Methods for abbreviations; + = found , - = not found

เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ต้นน้ำทั้งหมดพบว่าต้นน้ำตรง พบจำนวนชนิดสาหร่ายมากที่สุด (10 ชนิด) ลำธารของน้ำตกธารทิพย์เป็นพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายของสาหร่ายสีแดงมากที่สุด (5ชนิด) รองลงมาพื้นที่ต้นน้ำปากพญา (6ชนิด) และน้อยที่สุดในพื้นที่ต้นน้ำตาปีตอนบนเพียง 2 ชนิด จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การแพร่กระจายของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดมากที่สุดในฤดูร้อนซึ่งอาจมีผลสืบเนื่องมาจากความเร็วกระแส น้ำช้ากว่าสาหร่ายสามารถยึดเกาะได้ดีกว่าซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ มัณฑนา และคณะ (2550)

เมื่อนำชนิด และปริมาณของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในรอบปี มาทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยโปรแกรม MVSP โดยใช้วิธีการจัดกลุ่ม UPGMA เพื่อวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของการแพร่กระจายพบว่าชนิดและปริมาณของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด ทั้ง 7 พื้นที่ต้นน้ำ มี

ความคล้ายคลึงกันไม่มาก และเมื่อแบ่งกลุ่มที่ 40 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งสาหร่ายได้ 10 กลุ่ม โดยกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกันมาก มีจำนวน 6 พื้นที่จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งส่วนประกอบด้วยจุดเก็บของต้นน้ำคลองกลายและตรง (Figure 1 A) แต่ความคล้ายคลึงของค่าคุณภาพน้ำของทุกจุดเก็บตัวอย่างและฤดูกาลทั้งหมดกลับพบว่า มีความคล้ายคลึงกันสูงมาก และเมื่อแบ่งกลุ่มที่ 90 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งสาหร่ายได้เพียง 2 กลุ่มเท่านั้น (Figure 1B) ทั้งนี้ในการศึกษาคุณภาพน้ำในครั้งนี้มีจำนวน 13 พารามิเตอร์ทั้งด้านกายภาพและเคมีภาพซึ่งจำเป็นต้องศึกษาความสัมพันธ์ที่ของแต่ละพารามิเตอร์ต่อไปนอกจากนี้ ลักษณะของพื้นที่หรือลักษณะทางภูมิศาสตร์ของจุดเก็บตัวอย่างไม่แตกต่างกันมากนัก

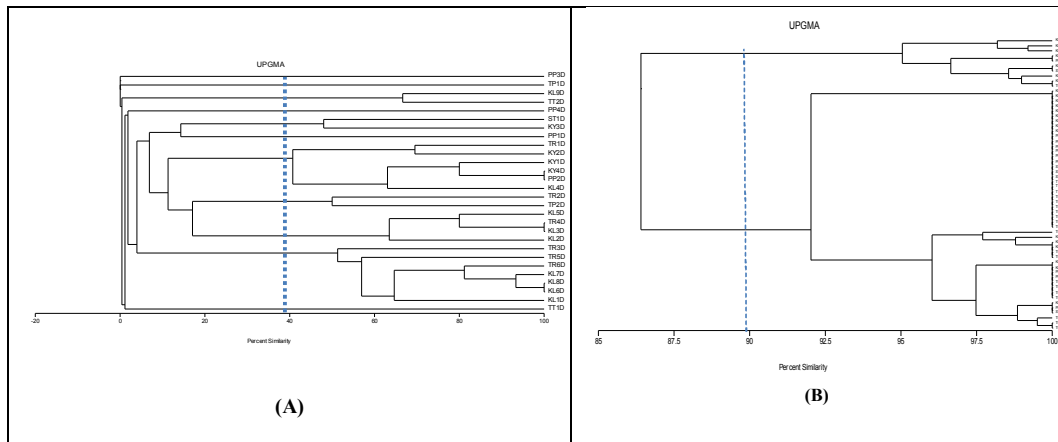


Figure 1 Cluster analysis of freshwater red algae (A) and water quality(B) of sampling sites in 7 watershed area of Nakhon Si Thammarat province.

2.ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่าย *Comp-sopogon aeruginosus*

ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ BHT (ร้อยละ) ของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายด้วยตัวทำลาย 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล, เอทิลอะซิเตท และ น้ำ ในช่วงความเข้มข้น 5-3,200 $\mu\text{g/ml}$. พบว่าให้ % inhibition ระหว่าง 16.64-57.41, 48.39-74.73 และ 48.84-76.29 ตามลำดับส่วน BHT ที่ใช้เป็นสารมาตรฐานให้ % inhibition ระหว่าง 91.60-98.06 (Table 2) ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ BHT ของสารสกัดทั้งสามตัวทำลายพบว่าทุกความเข้มข้นมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ BHT ได้น้อยกว่า อย่างไรก็ตามหากใช้ขนาดความเข้มข้นที่สูงจึงจะมีค่ายับยั้งอนุมูลอิสระ BHT มากขึ้นใกล้เคียงกับกับ BHT (97.26) โดยพบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีร้อยละการยับยั้งสูงสุด (76.29 ± 1.25) รองลงมาคือสารสกัดด้วยเอทิลอะซิเตท (74.73 ± 2.76) น้อยที่สุดในสารสกัดด้วยเอทานอล (57.41 ± 2.03) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดน้ำมีฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH ได้ดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดเอทิลอะซิเตท และน้ำมีผลยับยั้งที่ใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่การรายงานครั้งนี้ได้ศึกษาที่ความเข้มข้นเพียง 3.2 g/ml เท่านั้นเนื่องจากเมื่อเพิ่มความเข้มข้นส่งผลให้สารละลายมีความขุ่นมากจนไม่สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไปสำหรับรายงานฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสาหร่ายสีแดงน้ำจืดนั้นยังไม่มีในประเทศไทย ทั้งนี้สาหร่าย *Comp-sopogon* นั้นมีการศึกษาโดย Shanab and Shalaby

(2012) โดยศึกษากับ *C. helwanii* ซึ่งสกัดด้วยเมทานอล พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงกว่าวิธี ABTS รวมทั้งมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (EACC) ด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{g/ml}$ สารสกัดทั้งเอทิลอะซิเตท และน้ำ ได้ค่าฤทธิ์ต้านสูงกว่า แต่สารสกัดด้วยเอทานอลมีค่าต่ำกว่า จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความโน้มว่าฤทธิ์ต้านดังกล่าว มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดซึ่งจากศึกษาซึ่งพบ 0.721, 0.362 และ 7.09 mg/g ของสาหร่ายแห้ง ในสารสกัดด้วยเอทานอล เอทิลอะซิเตท และน้ำ ตามลำดับ กล่าวคือสารสกัดจากน้ำมีสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด นอกจากนี้แนวทางในการศึกษาครั้งต่อไปจำเป็นต้องศึกษาเปรียบเทียบการเก็บสาหร่ายในฤดูกาลที่ต่างกัน ซึ่งจากการรายงานการศึกษาในสาหร่ายเตา (*Spirogyra* sp.) พบว่าในฤดูหนาวมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด (ธีรวัฒน์ และคณะ, 2555) รวมทั้งการทดสอบด้วยวิธีการอื่นๆ โดยเฉพาะวิธี ABTS และปริมาณกรดควิโนเชลล์ของสาหร่ายด้วย

จากผลการศึกษาครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นรายงานครั้งแรกของประเทศไทย ซึ่งพบว่าสาหร่ายสีแดงน้ำจืดมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกับพืชและสาหร่ายทะเลอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับภูมิปัญญาที่มีรายงานการนำสาหร่ายกลุ่มนี้มาบริโภคในรูปแบบต่างๆ เช่นในประเทศอินเดีย (Bosale et al., 2012) และประเทศบราซิล (Tonetto et al., 2014) ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่น่าสนใจจะเป็นทางเลือกใหม่ในการนำสาหร่ายมาเป็นอาหารแต่จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเช่นเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ

Table 2 Antioxidant activity of ethanolic, ethyl acetate and aqueous extract of *Compsopogon aeruginosus* against DPPH radical assay in various concentration.

Concentration (µg/ml)	% inhibition			
	ethanolic extract	ethyl acetate extract	aqueous extract	BHT
5	16.64±6.07 ^a	48.39±3.52 ^e	48.84±3.90 ^e	91.60±0.20 ^k
50	19.38±8.01 ^b	51.90±1.16 ^{ef}	52.71±1.91 ^{ef}	95.23±1.43 ^l
100	27.38±5.11 ^c	58.76±2.18 ^{ef}	55.67±0.98 ^{ef}	96.04±0.62 ^l
400	45.69±7.74 ^d	62.36±0.07 ^g	61.38±0.97 ^g	96.77±0.12 ^{lm}
800	49.66±6.00 ^e	66.76±0.99 ^{hi}	65.70±2.09 ^h	97.32±0.30 ^m
1,600	53.83±4.30 ^e	70.04±2.80 ⁱ	72.55±0.33 ⁱ	97.79±0.54 ^m
3,200	57.41±2.03 ^e	74.73±2.76 ⁱ	76.29±1.25 ^j	98.06±0.81 ^m

Remark: different superscript alphabets, mean significantly different; $\alpha = 0.05$

สรุป

การแพร่กระจายของสาหร่ายสีแสดน้ำจืดในเจ็ดพื้นที่ต้นน้ำในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช พบสาหร่าย 19 ชนิด ใน 9 สกุล ฤดูร้อนพบจำนวนสาหร่ายมากกว่าฤดูฝน พื้นที่ต้นน้ำแม่น้ำตรังมีจำนวนชนิดสาหร่ายมากที่สุด การคล้ายคลึงของการแพร่กระจายตามจุดเก็บตัวอย่างมีค่าต่ำส่วนค่าความคล้ายคลึงสูงมากของค่าคุณภาพน้ำ สำหรับชนิด *Compsopogon aeruginosus* เป็นสาหร่ายสีแสดที่พบเพียงสองจุดเก็บตัวอย่างแต่มีปริมาณมากที่สุดในฤดูร้อนในพื้นที่ต้นน้ำตรัง จึงได้นำมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ปริมาณฟีนอลิก ด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิดและพบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกที่สกัดจากน้ำมีค่าสูงสุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยประจำปี 2556 และ Professor Dr. Shigeru Kumano สำหรับการยืนยันชนิดของสาหร่ายสีแสดน้ำจืด รวมทั้งนักศึกษาสาขาประมง

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับการช่วยเก็บตัวอย่างสาหร่ายในภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- ธีรวัฒน์ รัตนพจน์, เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน, ชูติมา ศรีมะเร็ง, รัตนาภรณ์ จันทฤทธิ์ และดวงพร อมรเลิศพิศาล. 2555. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและผลจากการเสริมสาหร่ายเตาต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในกระชัง.วารสารเทคโนโลยีการประมง 6(2):23-34.
- มณฑนา นวลเจริญ, จันทนา แสงแก้ว, ประทีป นวลเจริญ, ยุวดี พิรพรพิศาล และชเชษฐ คุมมาโน. 2550. ความหลากหลายและการแพร่กระจายของสาหร่ายน้ำจืดสีแสดในภาคใต้ของประเทศไทย.วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6: 95-105.
- วรรณิณี จันทร์แก้ว และ ชยากร ภูมาศ. 2556. ปริมาณรงควัตถุในสาหร่ายสีแสดน้ำจืดบางชนิดจากจังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารเทคโนโลยีการประมง 7(S1): 61-70.
- สรจักร เทียมดาว, มณฑนา นวลเจริญ, ชูเกตุ คุมมาโน, ชังมิน บุญสุทธวรรณ สุพรรณ, ธนิศรา อินทโสทธิ และยุวดี พิรพรพิศาล. 2550. ความหลากหลายสาหร่ายสีแสดน้ำจืดในแหล่งน้ำภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย.วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6: 85-93.
- สุทธวรรณ สุพรรณ, ยุวดี พิรพรพิศาล และทัตพร คุณประดิษฐ์. 2547. การกระจายของสาหร่ายสีแสดน้ำจืดสกุล

- Batrachospermum* ในบางบริเวณของประเทศไทย. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6: 159-167.
- Bhosale, R., Jayashree R., and Chaugule, B., 2012. The ethnobotanical study of an edible freshwater red alga, *Lemanea fluviatilis* from Manipur, India. A Journal of Plants, People and Applied Research. 30: 69-76.
- Farvin, K.H. and Jacobsen, C. 2013. Phenolic compounds and antioxidant activities of selected species of seaweeds from Danish coast. Food Chemistry. 138:1670-1680.
- Kumano, S. 2002. Freshwater red algae of world. Biopress Limited. Bristol, England.
- Kunpradid, T. and Peerapornpisal, Y. 2001. Diversity of macroalgae and water quality in Maesa Stream, Doi Suthep-Pui National Park. Chiang Mai, Thailand. Phycologia. 40(4):117
- Necchi, O. Jr. 1993. Distribution and seasonal dynamics of Rhodophyta in the Preto River basin, southeastern Brazil. Hydrobiologia. 250: 81-90.
- Necchi J, O. and M.L. Vis. 2012. Monograph of the genus *Kumanoa* (Rhodophyta, Batrachospermales). Bibliotheca Phycologica. 116: 1-79.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., and Rice-Evan. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorisation assay. J. Free. Radic. Biol. Med. 26 (9/10):1231-1237.
- Shanab, S.M. and E. A. Shalaby, 2012. The first record of biological activities of the Egyptian red algal species *Compsopogon helwanii*. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics. 2(4): 291-296.
- Sachindra N.M., Airanthi M.A., Hosokawa M., and K. Miyashita. Radical scavenging and singlet oxygen quenching activity of extracts from Indian seaweeds. J Food Sci Technol. 47:94-99
- Tonetto, A.F., Oliveira, K.S.M., and T. M. Domingues. 2014. Analysis of biochemical composition of three stream macroalgae species. International Journal of Applied Science and Technology. 4(5):111-115.
- Traichaiyaporn, S., S. Kumano, T. Chainapong, T. Khuantrairong, and B. Waraegsiri. 2003. New record of freshwater red algae (Rhodophyta) in Thailand: *Batrachospermum cayennense* Montagne et Kützinger. ScienceAsia. 29: 85-87.
- Traichaiyaporn, S., S. Kumano, T. Chainapong, T. Khuantrairong, and B. Waraegsiri. 2004. New record of freshwater red algae (Rhodophyta) in Thailand: *Batrachospermum mahlacense* Kumano et Boden-Kerby. ScienceAsia. 30: 313-315.
- Traichaiyaporn, S., Khuantrairong, T. and S. Kumano. 2008. *Thorea siamensis* sp. nov. (Thoreaceae: Rhodophyta) from Thailand. The Nat. Hist. J. of Chulalongkorn Univ. 8(1): 27-33.
- Traichaiyaporn, S., S. Kumano, and B. Waraegsiri. 2012. A freshwater red algae, *Thorea clavata* Seto et Ratnasabapathy, from Thailand with special reference to sexual reproductive organs. Maejo Int. J. Sci. Technol. 6(2): 216-223.