บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

เบนทิกไมโครแอลจี (benthic microalgae) เป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 20 – 200 ไมโครเมตร อาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ โดยยึดเกาะกับวัสดุ กระจายอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำทุกประเภท เช่น หนอง บึง ลำธาร น้ำตก ปากแม่น้ำ ป่าชายเลน แนวหญ้าทะเล แนวสาหร่ายทะเล และแนวปะการัง โดยมีจำนวนและชนิดแตกต่างกันไปตามแหล่งที่อยู่อาศัย เบนทิกไมโครแอลจีมีบทบาทสำคัญในแหล่งน้ำ โดยทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ ที่ดำรงชีวิตอยู่บริเวณผิวดิน นอกจากนี้ก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของเบนทิกไมโครแอลจียังมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในแหล่งน้ำ นอกจากนี้เบนทิกไมโครแอลจีบางชนิดยังสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศให้เป็นแอมโมเนีย ซึ่งเป็นประโยชน์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ในแหล่งน้ำ และเบนทิกไมโครแอลจีบางชนิดยังใช้เป็นดัชนีในการบอกคุณภาพน้ำได้อีกด้วย

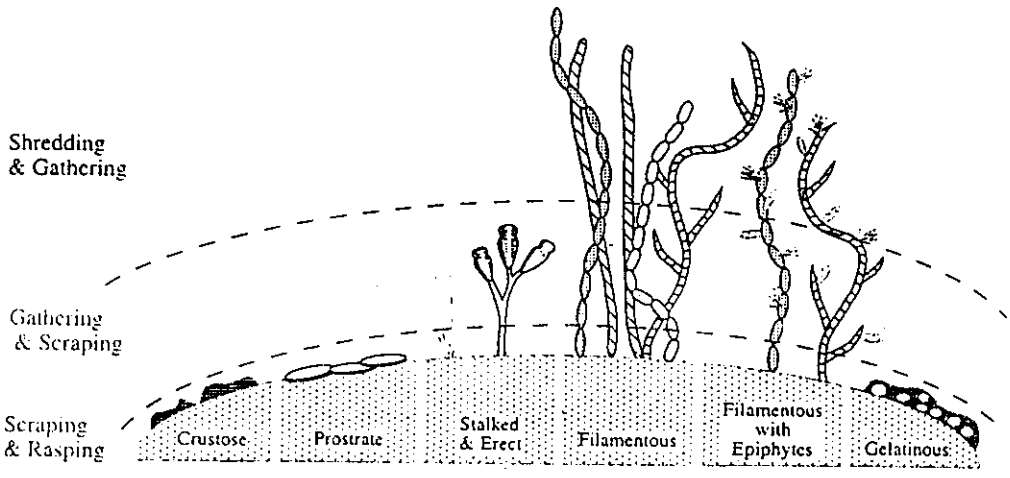
ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ แล้ว ระบบนิเวศแนวปะการังจัดเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงและมีความสำคัญมากพื้นที่หนึ่ง แนวปะการังกระจายอยู่ทั่วไปตามชายฝั่งทะเล และรอบเกาะแถบเส้นศูนย์สูตร ประกอบด้วยปะการังหลายชนิด แต่ละชนิดมีรูปร่างแตกต่างกัน (สมสุข มัจฉาชีพ, 2528) นอกจากปะการังแล้วในแนวปะการังยังประกอบด้วยพืชนานาชนิดและสัตว์น้ำนานาพันธุ์ที่ดำรงชีวิตร่วมกัน เป็นแหล่งสำคัญในห่วงโซ่อาหารให้แก่สิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์ และวางไข่ของสัตว์น้ำ เพราะแนวปะการังเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ มีแหล่งที่อยู่อาศัยหลายแบบ เช่น พื้นดิน ก้อนปะการัง และซอกปะการัง จึงมีสิ่งมีชีวิตเข้ามาอาศัยอยู่มากเพื่อเป็นที่หลบกำบังและเป็นที่หลบหลีกศัตรูได้เป็นอย่างดี (บานชื่น ชลสวัสดิ์, 2536) สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังจะมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน โดยมีสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันหลายชนิดทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา ซึ่งมีมากมายหลายชนิด บางชนิดมีการปรับตัวเพื่ออาศัยอยู่บริเวณนี้โดยเฉพาะ นอกจากนี้ยังมีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั้ง

พวกสัตว์หน้าดินที่เกาะติดและคืบคลานอยู่ เช่น หอยสองฝา ฟองน้ำ ไส้เดือนทะเล เม่นทะเล ดาวทะเล และดอกไม้ทะเล เป็นต้น จากความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่มากในแนวปะการังดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนของความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศแนวปะการัง เบนทิกไมโครแอลจีเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาท และหน้าที่ที่สำคัญต่อสังคมของสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง โดยทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่สำคัญ และจากลักษณะภูมิประเทศของภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมีชายฝั่งติดมหาสมุทรคือมหาสมุทรอินเดียด้านชายฝั่งตะวันตก และมหาสมุทรแปซิฟิกด้านชายฝั่งตะวันออก ซึ่งประกอบด้วยระบบนิเวศหลากหลายแบบ ทั้งแนวปะการัง หญ้าทะเล และป่าชายเลน โดยลักษณะชายฝั่งทั้งฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกมีลักษณะชายฝั่งที่แตกต่างกัน ทั้งยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่แตกต่างกันด้วย อาจส่งผลให้ชายฝั่งทั้งสองมีความหลากหลายของเบนทิกไมโครแอลจีที่แตกต่างกัน แต่จากรายงานการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีในประเทศไทยที่ผ่านมาเป็นการศึกษาบริเวณฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย ซึ่งเป็นชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกทั้งสิ้น (Pholpunthin, 1986; Piyakarnchana, 1986) แต่สำหรับชายฝั่งทะเลอันดามัน ซึ่งเป็นชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกยังไม่มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจี ความแตกต่างของลักษณะชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันอามัน ส่งผลให้มีลักษณะความหลากหลายของระบบนิเวศมีความแตกต่างกัน ความหลากหลายของระบบนิเวศดังกล่าวอาจส่งผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเล และจากบทบาทความสำคัญของเบนทิกไมโครแอลจีดังกล่าวแล้ว จึงน่าที่จะมีการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

การศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังในประเทศไทยยังมีอยู่น้อย อาจเนื่องจากความยากลำบากในการเก็บตัวอย่างและการจำแนกชนิด เป็นผลให้ขาดข้อมูลในเรื่องของชนิด ความชุกชุมและการกระจายของเบนทิกไมโครแอลจีในประเทศไทย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นศึกษาความชุกชุมและการกระจายของเบนทิกไมโครแอลจีบริเวณแนวปะการังโดยศึกษาจากบริเวณอ่าวดังเข็น จังหวัดภูเก็ต เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการอธิบายถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศในแนวปะการังต่อไป

การตรวจเอกสาร

เบนทิกแอลจี (benthic algae) หมายถึง สาหร่ายที่ดำรงชีวิตอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำที่มีแสงส่องถึง โดยยึดเกาะกับวัสดุประเภทต่าง ๆ เช่น ก้อนหิน เศษปะการัง เป็นต้น เบนทิกแอลจีมักมีรูปแบบการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เนื่องจากบริเวณพื้นท้องน้ำมักจะประสบปัญหาในเรื่องของแสง โดยมักมีความเข้มแสงต่ำอันเนื่องมาจากการบดบังแสงของพืชน้ำ หรือเกิดจากอิทธิพลของกระแสน้ำที่ไหลจากฝั่งลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลให้ความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น และทำให้เกิดปัญหาตะกอนปกคลุมเบนทิกแอลจี (Darley, 1982 อ้างโดย Borchardt 1996) นอกจากปัญหาทางด้านกายภาพดังกล่าว บริเวณพื้นท้องน้ำยังเป็นบริเวณที่มีความชุกชุมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะพวกที่ทำหน้าที่เป็นผู้บริโภค (heterotroph) อยู่มาก ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เบนทิกไมโครแอลจีลดปริมาณลงได้ ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้เบนทิกแอลจีต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยรูปแบบการปรับตัวของเบนทิกแอลจีเพื่อการดำรงชีวิตตามพื้นท้องน้ำมีหลายแบบ เช่น บางชนิดเกาะกับวัสดุหรือพื้นดิน (crustose and prostrate) บางชนิดสร้างส่วนที่ช่วยในการยึดเกาะ (stalked) บางชนิดมีลักษณะเป็นเส้นสาย (filament) ยึดเกาะกับพื้นวัสดุ บางชนิดเกาะกับเส้นสายของสาหร่ายชนิดอื่น (filamentous with epiphytes) หรือบางชนิดสร้างเมือกหุ้ม (gelatinous) เพื่อช่วยยึดเกาะ (Steinman, 1996) เป็นต้น (รูปที่ 1) จากความสามารถในการปรับตัวของเบนทิกไมโครแอลจีเพื่อดำรงชีวิตตามพื้นท้องน้ำ ทำให้เบนทิกไมโครแอลจีมีรูปแบบเซลล์แตกต่างกัน (ตารางที่ 1)



รูปที่ 1 รูปแบบการเจริญเติบโต (growth forms) ของเบนทิกแอลจี

ที่มา : Steinman (1996)

ตารางที่ 1 รูปแบบเซลล์ของเบนทิกแอลจี

Division	Unicellular		Colonial		Filamentous		Means of motility
	Mot.	N-M	Mot	N-M	Mot	N-M	
Cyanophyta		✓		✓	✓	✓	Sheaths
Chlorophyta	✓	✓	✓	✓		✓	Flagella and pectin
Bacillariophyta	✓	✓		✓		✓	Raphe
Rhodophyta						✓	
Chrysophyta	✓	✓	✓	✓		✓	Flagella
Xanthophyta						✓	
Euglenophyta	✓						Flagella
Pyrrophyta	✓	✓		✓			Flagella
Cryptophyta	✓						Flagella

หมายเหตุ : Mot. = Motile (เคลื่อนที่ได้), N-M = Non-motile (เคลื่อนที่ไม่ได้)

ที่มา : Stevenson (1996)

จากตารางที่ 1 เบนทิกแอลจีในแต่ละดิวิชั่นมีลักษณะแตกต่างกันทั้งเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ (unicellular) กลุ่มเซลล์ (colony) และเป็นเส้นสาย (filamentous) สามารถเคลื่อนที่ได้ และเคลื่อนที่ไม่ได้ โดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากการผลิตสารเมือกแล้วปล่อยออกทางรูเล็กบนผนังเซลล์ การยืดหดตัวของเซลล์ภายในเส้นสายและการแลกเปลี่ยนน้ำกับสารละลายภายในเซลล์ ทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีการเคลื่อนที่แบบเลื่อนไหล (gliding movement) การเคลื่อนที่อาจเป็นแบบถอยหน้าถอยหลัง (backward and forward gliding) หรือเป็นแบบแกว่งไปข้างซ้ายและข้างขวาสลับกัน โดยเคลื่อนไหวเฉพาะปลายเส้นสาย เคลื่อนที่แบบเป็นคลื่น (waving movement) หรือหมุนเป็นเกลียวแบบควงสว่าน (spiral movement) (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) ในขณะที่สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง ดิวิปโตโมแนด และไดโนแฟลกเจลเลต สามารถเคลื่อนที่โดยใช้แฟลกเจลลา สำหรับไดอะตอมสามารถเคลื่อนที่โดยใช้ราฟี (raphe)

เบนทิกแอลจีมีบทบาทสำคัญในแหล่งน้ำโดยทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ ที่ดำรงชีวิตอยู่บริเวณผิวดิน (Robertson, 1984; Stevenson, 1996; วิภูษิต มัณฑะจิตร, 2542) นอกจากจะเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่นแล้ว ก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของเบนทิกแอลจียังมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในแหล่งน้ำอีกด้วย เบนทิกแอลจีมีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันมาก หากพิจารณาขนาดของเบนทิกแอลจี พบว่ามีขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่เป็นเซลล์เดียวมีขนาดเล็กมากเพียงไม่กี่ไมโครเมตรจนถึงสาหร่ายขนาดใหญ่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและมีความยาวหลายฟุต สำหรับบทบาทและความสำคัญของเบนทิกแอลจีที่มีขนาดใหญ่ นอกจากความสำคัญในเชิงนิเวศแล้ว ยังพบว่ามีการนำเบนทิกแอลจีเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในแง่ของการนำมาเป็นอาหารสัตว์เลี้ยง เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีประโยชน์ต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ วุ้น carrageenans, gelans และ laminaran เป็นต้น รวมทั้งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ยา ผลิตภัณฑ์สิ่งทอและกระดาษ เป็นต้น (สมภพ อินทสุวรรณ, 2524) สำหรับเบนทิกแอลจีที่มีขนาดเล็กซึ่งมีความหลากหลายและมีความสำคัญมากเช่นกัน ได้แก่ เบนทิกไมโครแอลจี ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 20-200 ไมโครเมตร ประกอบด้วยเบนทิกแอลจีหลายกลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต เป็นต้น เบนทิกไมโครแอลจีในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีทั้งชนิดที่มีเฮเทอโรซิสต์และไม่มีเฮเทอโรซิสต์ซึ่งมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) ผลที่ได้จากการตรึงไนโตรเจนคือ

แอมโมเนีย ซึ่งจะเปลี่ยนรูปเป็นกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ เช่น กรดแอสพาติก (aspartic acid) กรดกลูตามิก (glutamic acid) เป็นต้น พบว่าประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่ถูกตรึงโดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะถูกปล่อยสู่มวลน้ำ ซึ่งกลายเป็นแหล่งสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อสาหร่ายและพืชน้ำชนิดอื่น ๆ ในแหล่งน้ำ (Graham and Wilcox, 2000) จากความสามารถของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศทำให้มีการศึกษาเพื่อเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวเพื่อเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่ข้าวโดยไม่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและทำให้ได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เบนทิกไมโครแอลจียังสามารถใช้เป็นดัชนีสำหรับการตรวจวัดผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของสารอาหาร และใช้เป็นดัชนีบอกคุณภาพน้ำ (pollution index) ได้อีกด้วย

ชนิดของเบนทิกไมโครแอลจี

เบนทิกไมโครแอลจีที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ ไดอะตอม ไดโนแฟลกเจลเลต และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จากรายงานของ Faust และ Gulledge (1996) ศึกษาบริเวณป่าชายเลน พบไดโนแฟลกเจลเลตมีความชุกชุมมากที่สุด (50-90%) รองลงมาได้แก่ ไดอะตอม และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีไดโนแฟลกเจลเลตที่มีการเข้าเกราะด้วย แต่พบในปริมาณน้อย การศึกษาชนิดของเบนทิกไมโครแอลจีบริเวณ Danish Wadden โดยบริเวณที่พื้นทรายเขตน้ำขึ้นน้ำลงพบว่าไดโนแฟลกเจลเลตมีความหลากชนิดมากที่สุด (Larsen, 1985) สำหรับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดที่มีลักษณะเป็นเส้นสายพบมากบริเวณที่เป็นทรายละเอียด ในขณะที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดที่มีลักษณะเป็นโคโลนีพบได้บ่อยในบริเวณทีเป็นทรายหยาบ (Kaas *et al.*, 1985) จากการศึกษาความชุกชุมและการกระจายของเบนทิกไมโครแอลจีบริเวณปากแม่น้ำในประเทศสเปน เบนทิกไมโครแอลจีที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ ไดอะตอมชนิดที่พบสามารถทนความเค็มในช่วงกว้าง เนื่องจากบริเวณปากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มไม่คงที่ รองลงมาได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Delgado ,1989) ซึ่งตรงกับรายงานการศึกษาบริเวณป่าชายเลนในประเทศมาเลเซีย (Newell *et al.*, 1995)

เบนทิกไมโครแอลจีในกลุ่มไดอะตอมที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกเพนเนตไดอะตอม (pennate diatom) จากการศึกษาการกระจายของเบนทิกไดอะตอมบริเวณอ่าว Riga ทะเล Baltic พบไดอะตอมชนิดที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นผิวดิน (episammic species) ชนิดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ *Martyana atomus* และ *Achnanthes delicatula* ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโคร

แอลจีบริเวณโขดหินซึ่งศึกษาในแง่ของการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในการยึดเกาะพบ ไดอะตอมทั้งสิ้น 58 ชนิด โดย ไดอะตอมสกุล *Navicula* เป็นสกุลที่ปรากฏขึ้นก่อน และสกุลที่ปรากฏขึ้นในช่วงเวลาถัดมาคือ *Cocconeis* และ *Nitzschia* (Niell and Varela, 1984) และจากการศึกษาของ Delgado (1989) เกี่ยวกับความชุกชุมและการกระจายของเบนทิกไมโครแอลจี บริเวณอ่าว Ebro delta ประเทศสเปน พบไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่น ได้แก่ *Cocconeis placentula, Gyrosigma wansbeckii, Nitzschia scalaris, Surirella ovata* และ *Synedra tabulata* สำหรับไดโนแฟลกเจลเลตที่พบจากการศึกษาบริเวณป่าชายเลนคือ *Gambierdiscus, Coolia, Ostreopsis, Amphidinium, Dinophysis* และ *Prorocentrum* (Faust, 1996a) ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นสาย ได้แก่ *Anabaena, Beggiatoa, Microcoleus, Oscillatoria, Phormidium* และ *Pseudoanabaena* นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เป็นโคโลนี ได้แก่ *Merismopedia, Microcrocis* และ *Microcystis* (Kaas *et al.*, 1985 ; Delgado, 1989)

การกระจายของเบนทิกไมโครแอลจี

จากการที่เบนทิกไมโครแอลจีมีการกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั่วโลก ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม (Pan *et al.*, 1999 ; De Jong and De Jonge, 1995 ; Gilbert, 1991) หรือแม้กระทั่งบริเวณขั้วโลกซึ่งเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำตลอดปีและมีปริมาณแสงน้อย มีน้ำแข็งและหิมะปกคลุมเกือบตลอดทั้งปีก็ยังพบว่าเบนทิกไมโครแอลจีสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดย Palmisano และคณะ (1985) ศึกษาบริเวณเขต Antarctic พบว่าไดอะตอมมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในบริเวณที่มีแสงน้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ Gilbert (1991) ซึ่งศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของเบนทิกไมโครแอลจี พบว่าไดอะตอมมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้บริเวณใต้พื้นน้ำแข็งที่มีแสงส่องถึง โดยไดอะตอมที่มักจะพบ ได้แก่ *Nitzschia curta* และ *Navicula glacei* นอกจากนี้บริเวณลำธารและแม่น้ำซึ่งมีน้ำไหลแรง แพลงก์ตอน อาจถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำ แต่เบนทิกไมโครแอลจีก็ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยสามารถปรับตัวยึดเกาะวัตถุใต้พื้นท้องน้ำ

บริเวณแนวชายฝั่งมีระบบนิเวศหลากหลายแบบ ได้แก่ แนวหญ้าทะเล แนวปะการัง แนวสาหร่ายทะเล เป็นบริเวณซึ่งเบนทิกไมโครแอลจีสามารถเข้าไปใช้เป็นวัสดุยึดเกาะได้ จากการศึกษาของ Fukuyo (1981) โดยการเก็บตัวอย่างเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลตที่อาศัยบนสาหร่ายในแนวปะการัง พบเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่ม *Prorocentrum, Amphidinium, Ostreopsis,*

Coolia และ *Gambierdiscus* นอกจากนี้บริเวณแนวปะการังยังมีการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีเช่นกัน โดยมีรายงานการศึกษาไดโนแฟลกเจลเลตและไดอะตอมจากปะการัง 7 ชนิด บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี พบไดโนแฟลกเจลเลต 50 ชนิด และไดอะตอม 92 ชนิด (Piyakamchana *et al.*, 1986) และ Pholpunthin (1986) รายงานการพบเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลต 7 ชนิด จากซากปะการัง บริเวณเกาะค้างคาว

เบนทิกไมโครแอลจียังสามารถกระจายและเจริญเติบโตได้บริเวณทะเลสาบ จากการศึกษาบริเวณทะเลสาบน้ำเค็ม พบไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่น เช่น *Denticula* sp., *Nitzschia frustulum, N. monoenisi* เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายสีเขียว (*Ctenocladus circinnatus*) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (*Oscillatoria* spp.) (Herbst and Blinn, 1998) จากการศึกษาเบนทิกไมโครแอลจีบน detritus จากป่าชายเลน พบเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลต 22 ชนิด ได้แก่ *Gambierdiscus toxicus, Coolia monotis, Ostreopsis lenticularis, Amphidinium carterae, Dinophysis caudata ,D. rotundata, Prorocentrum mexicanum, P. concavum, P. hoffmannianum, P. maculosum* และ *P. lima* และพบว่า *P. hoffmannianum* เป็นชนิดที่สามารถผลิตสารพิษ โดยผลิตสารในกลุ่ม okadaic acid (Faust, 1996a)

บทบาทของเบนทิกไมโครแอลจี

เบนทิกไมโครแอลจีมีบทบาทเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่สำคัญในแหล่งน้ำรองจากแพลงก์ตอนพืช โดยจากการศึกษาของ De Jong และ De Jonge (1995) พบว่าค่าผลผลิตเบื้องต้นของเบนทิกไมโครแอลจีมีค่าเท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ของค่าผลผลิตเบื้องต้นทั้งหมดบริเวณปากแม่น้ำ นอกจากนี้จากรายงานการศึกษาเบนทิกไมโครแอลจีบริเวณป่าชายเลนในประเทศมาเลเซีย พบว่าเบนทิกไมโครแอลจีที่เกาะติดกับซากใบไม้จะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของกุ้ง (Newell *et al.*, 1995)

เบนทิกไมโครแอลจีสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำได้ จากการศึกษาของ ยุวดี พีรพรพิศาล และคณะ (2544) เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของไดอะตอมพื้นท้องน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง มีคุณภาพน้ำต่ำ พบ *Gamphonema parvulum* และ *Nitzschia palea* และแหล่งน้ำคุณภาพน้ำดี ไม่มีมลพิษมีปริมาณไนโตรเจนต่ำพบ *Acnanthes minutissima, Cocconeis placentula, Gyrosigma nodiferum, Nitzschia dissipata* และ *Gomphonema augur*

นอกจากเบนทิกไมโครแอลจีจะมีบทบาทเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นแล้ว เบนทิกไดอะตอมบางชนิด เช่น *Nitzschia* sp. (Kotaki *et al.*, 1999) และเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิด เช่น *Gambierdiscus toxicus* (Holmes *et al.*, 1990) สามารถสร้างสารพิษได้ ซึ่งสารพิษที่สร้างขึ้นนี้จะไปสะสมและทำให้เกิดภาวะความเป็นพิษในสัตว์น้ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อเบนทิกไมโครแอลจี

1. ปัจจัยทางกายภาพ

1.1 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงของเบนทิกไมโครแอลจี แต่การศึกษาปัจจัยเรื่องแสงที่มีผลต่อเบนทิกไมโครแอลจียังมีน้อย ทั้ง ๆ ที่ผลผลิตเบื้องต้นจากเบนทิกไมโครแอลจีเป็นผลผลิตหลักในแหล่งน้ำหลายประเภท (Hill, 1996) จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของเบนทิกไมโครแอลจี พบว่าเบนทิกไมโครแอลจีตอบสนองต่อความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น (Gilbert, 1991) Kendrick และคณะ (1996) รายงานว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเบนทิกไมโครแอลจีมีค่ามากบริเวณพื้นผิวด้านบนจนถึงที่ระดับถัดลงไป 2 เซนติเมตร เนื่องจากบริเวณพื้นผิวดินด้านบนได้รับแสงมากกว่าดินด้านล่าง นอกจากนี้การปกคลุมของพืชน้ำอาจส่งผลให้ปริมาณแสงที่ส่องถึงพื้นด้านล่างของแหล่งน้ำมีปริมาณน้อยลง ทำให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของเบนทิกไมโครแอลจี (Lassen *et al.*, 1995)

ถึงแม้ว่าแสงจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการสังเคราะห์แสงของเบนทิกไมโครแอลจี แต่หากปริมาณแสงมากเกินไปก็จะทำให้การสังเคราะห์แสงของเบนทิกไมโครแอลจีลดลงได้ เช่น เบนทิกไมโครแอลจีที่อาศัยอยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงจะได้รับอิทธิพลของรังสี UVB จากแสงแดด จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่ารังสี UVB มีผลทำให้ผลผลิตเบื้องต้นของเบนทิกไมโครแอลจีลดลง (Peletier *et al.*, 1996 ; Sundbäck *et al.*, 1997 ; Underwood *et al.*, 1999 ; Wulff *et al.*, 2000) นอกจากนี้ยังลดอัตราการเจริญเติบโต (Peletier *et al.*, 1996) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และความหนาแน่นของเซลล์ โดยหากแสงมีปริมาณมากเกินไปเบนทิกไมโครแอลจีจะเคลื่อนย้ายลงไปอยู่ระหว่างอนุภาคของดิน (Underwood *et al.*, 1999)

แสงยังมีผลต่อการกระจายของเบนทิกไมโครแอลจี กล่าวคือ บริเวณขั้วโลกซึ่งเป็นบริเวณที่ปกคลุมด้วยน้ำแข็งและหิมะ ทำให้มีปริมาณแสงที่ส่องถึงน้อย ส่งผลต่อผลผลิตเบื้องต้นและการกระจายของเบนทิกไมโครแอลจีให้มีอยู่อย่างจำกัด จากการศึกษา ของ Palmisano และ

คณะ (1985) บริเวณ Antarctica พบไดอะตอม *Trachyneis aspera* ที่ระดับความลึก 20 – 30 เมตร โดยสามารถปรับตัวอาศัยอยู่บน spicule ของฟองน้ำ และจากการศึกษาของ Hawes และ Schwarz (2000) บริเวณทะเลสาบ 2 แห่งที่มีน้ำแข็งปกคลุมในเขต Antarctica โดยการวัดค่าช่วงความยาวคลื่นแสงที่ถูกดูดกลืน พบว่าความยาวคลื่นแสงที่ถูกดูดกลืนเป็นช่วงความยาวคลื่นที่ตรงกับรงควัตถุ phycoerythrin ซึ่งพบมากในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

1.2 **อุณหภูมิ**

เบนทิกไมโครแอลจีสามารถอาศัยอยู่ได้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ๆ ซึ่งมีน้ำแข็งหรือหิมะปกคลุมเกือบตลอดทั้งปี (Palmisano, *et al.*, 1985; Hawes and Schwarz, 2000) จนถึงบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง โดยอุณหภูมิมีผลทั้งในด้านสรีระวิทยา ประชากร สังคมสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศ (DeNicola, 1996) จากการศึกษาบริเวณปากแม่น้ำ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเบนทิกไมโครแอลจีมีค่ามากที่สุดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิสูงและปริมาณแสงมาก Goldsborough และ Robinson (1996) กล่าวว่าบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland) ซึ่งเป็นที่ตื้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความลึกมากนัก ดังนั้นอุณหภูมิจึงไม่ส่งผลต่อการเจริญของเบนทิกไมโครแอลจีในบริเวณดังกล่าว อย่างไรก็ตามอุณหภูมิอาจมีผลต่อเบนทิกไมโครแอลจีที่อาศัยในบริเวณที่มีพืชน้ำปกคลุมอยู่ด้านบน

1.3 **วัสดุยึดเกาะ (substratum)**

วัสดุยึดเกาะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับเบนทิกไมโครแอลจี (Burkholder, 1996) โดยพบว่าในกระบวนการแทนที่ (succession) วัสดุยึดเกาะเป็นปัจจัยจำกัดของเบนทิกไมโครแอลจี (Hoagland *et al.*, 1982 อ้างโดย Lowe, 1996) และเบนทิกไมโครแอลจีแต่ละกลุ่มต้องการวัสดุยึดเกาะแตกต่างกัน เช่น หิน กรวดทรายและตะกอนขนาดเล็ก พืช และสัตว์

จากการศึกษาของ Cattaneo และคณะ (1997) พบว่าขนาดของวัสดุยึดเกาะมีผลต่อการกระจายและความชุกชุมของเบนทิกแอลจี โดยเบนทิกไมโครแอลจีที่ยึดเกาะบนก้อนหินขนาดใหญ่ (cobbles) มีมวลชีวภาพสูงสุด ในขณะที่เบนทิกไมโครแอลจีที่ยึดเกาะบนก้อนกรวด (gravels) มีมวลชีวภาพต่ำสุด นอกจากนี้ลักษณะวัสดุยึดเกาะที่แตกต่างกันมีเบนทิกไมโครแอลจีแตกต่างกันด้วย โดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและไดอะตอมที่สามารถเคลื่อนที่ได้จะพบมากบนพื้นที่ยึดเกาะที่มีลักษณะละเอียดในขณะที่เบนทิกไมโครแอลจีกลุ่มที่เป็นเส้นสายและสร้างส่วนยึดเกาะจะพบมากบนวัสดุยึดเกาะที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้จากการศึกษาโดยการวัดค่า

คลอโรฟิลล์ เอ ของเบนทิกไมโครแอลจี พบว่าบริเวณที่เป็นดินโคลนมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่าบริเวณที่เป็นทราย (Delgado, 1989)

1.4 สารอาหาร

เบนทิกไมโครแอลจีมีความต้องการสารอาหารแตกต่างกัน สารอาหารที่มีความจำเป็นต่อเบนทิกไมโครแอลจี ได้แก่ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซิลิกอน โพแทสเซียม ซัลเฟอร์ แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง ฯลฯ โดยมีความสำคัญทั้งในทางตรงและทางอ้อมต่อชนิดและปริมาณเบนทิกไมโครแอลจี (Darley 1982 อ้างโดย Borchardt, 1996) จากการศึกษาของ Tomas และ Baden (1993) พบว่า *Prorocentrum lima* ซึ่งเป็นเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลตที่เลี้ยงในสารอาหารที่มีอนินทรีย์ฟอสเฟต มีอัตราการเจริญ และมีการผลิต okadaic acid สูงกว่า *P. lima* ที่เลี้ยงในอินทรีย์ฟอสเฟต และจากการศึกษาของ Fong และคณะ (1993) เรื่องผลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่จำกัดการเจริญของมวลชีวภาพของ สาหร่ายขนาดใหญ่ แพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดที่ดำรงชีวิตแบบเบนทิก พบว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินโดยเฉพาะในช่วงฤดูใบไม้ผลิ ในขณะที่ไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่ควบคุมมวลชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่และแพลงก์ตอนพืช

2. ปัจจัยทางชีวภาพ

2.1 สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

การเจริญของเบนทิกไมโครแอลจีมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ในระบบนิเวศ โดยสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กับเบนทิกไมโครแอลจีอาจเป็นเบนทิกไมโครแอลจีด้วยกันเอง หรือเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น จากการศึกษาของ Kromkamp และคณะ (1995) พบว่าในแหล่งน้ำที่มีแพลงก์ตอนพืชปริมาณมากจะส่งผลต่อเบนทิกไมโครแอลจี โดยจะบดบังแสงทำให้ผลผลิตเบื้องต้นของเบนทิกไมโครแอลจีลดลง จากการศึกษาของ Tosteson และคณะ (1989) รายงานว่าแบคทีเรียที่อาศัยร่วมกันกับเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลต 2 ชนิด มีผลต่อการผลิตสารพิษของเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลตแตกต่างกัน โดย *Gambierdiscus toxicus* ที่มีแบคทีเรีย มีเพียงแค่ 1 clone จาก 5 clone ที่สามารถผลิตสารพิษได้ ในขณะที่ *Ostreopsis lenticularis* ที่มีแบคทีเรียทุก clone สามารถผลิตสารพิษได้

นอกจากนี้ยังมีสิ่งมีชีวิตที่บริโภคเบนทิกไมโครแอลจี โดยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีขนาดแตกต่างกัน ได้แก่ โปรโตซัว โอลิโกคีท คลาโดเซอรา ออสตราคอด หอย และปลา เป็นต้น

(Lamberti, 1996; Cattaneo, 1997) จากการที่เบนทิกไมโครแอลจีถูกครูดกินส่งผลให้มวลชีวภาพของเบนทิกไมโครแอลจีลดลง (Cattaneo, 1983 อ้างโดย Cattaneo, 1990) นอกจากนี้ยังลดองค์ประกอบชนิดของเบนทิกไมโครแอลจีอีกด้วย (Hann, 1991 อ้างโดย Goldsborough and Robinson,1996)

การศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจี

จากการที่เบนทิกไมโครแอลจีมีการกระจายกว้างทั่วโลก และจากความสำคัญของเบนทิกไมโครแอลจีดังกล่าว ทำให้มีการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีเพิ่มมากขึ้น โดยส่วนใหญ่มักมีการศึกษาในแม่น้ำ ลำธาร แนวปะการัง แนวหญ้าทะเล และบริเวณป่าชายเลน โดยส่วนใหญ่เน้นศึกษาด้านการจำแนกชนิดของเบนทิกไมโครแอลจี (Fukuyo, 1981; Piyakarnchana *et al.*, 1986; Pholpunthin, 1986) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของเบนทิกไมโครแอลจี เช่น การศึกษาความชุกชุมและการกระจายของเบนทิกไมโครแอลจี (Delgado, 1989) และการศึกษาพลวัตรประชากรของเบนทิกไมโครแอลจี (Ballantine *et al.*, 1988; De Jong and De Jonge, 1995) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีบางชนิดที่สามารถสร้างสารพิษได้ โดยเบนทิกไมโครแอลจีกลุ่มที่การสร้างสารพิษ ได้แก่ ไดโนแฟลกเจลเลต และไดอะตอม โดยเบนทิกไดโนแฟลกเจลเลตที่สามารถสร้างสารพิษได้ ได้แก่ *Prorocentrum lima, Gambierdiscus toxicus* และ *Ostreopis lenticularis* (Zhou and Fritz, 1994; Durand, 1987; Faust, 1995a; Faust, 1995b; Jackson *et al.*, 1993) เป็นต้น สำหรับเบนทิกไดอะตอมที่มีการสร้างสารพิษ ได้แก่ *Pseudo-nitzschia multiseries, Nitzschia navis-varingica* และ *Nitzschia pungens* cf. *multiseries* เป็นต้น (Kotaki *et. al.*, 1999; Douglas and Bates, 1992; Kotaki *et al.*, 2000) สารพิษที่ถูกสร้างขึ้นจะสะสม หรือทำให้เกิดความเป็นพิษในสัตว์น้ำที่บริโภคเบนทิกไมโครแอลจีชนิดที่สร้างสารพิษ ดังนั้นจึงมีการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีที่สามารถสร้างสารพิษมากขึ้น โดยมีการศึกษาทั้งทางด้านสัณฐานวิทยา นิเวศวิทยา การสืบพันธุ์ ชีวเคมีของสารพิษที่สร้างขึ้น และปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการสร้างสารพิษ (Faust, 1993; Faust, 1996b; Morton and Tindall, 1995; Morton *et al.*, 1994)

นอกจากการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีที่สามารถสร้างสารพิษได้แล้ว ยังมีรายงานการศึกษาเบนทิกไมโครแอลจีกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งจากรายงานการศึกษาเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้อธิบายการศึกษาทางด้านอื่น เช่น จากรูปแบบการกระจายตามสถานที่ของเบนทิกไมโครแอลจี

และจากการวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้สามารถจัดแบ่งพื้นที่เป็นกลุ่มโดยใช้ชนิดของเบนทิกไดอะตอมเป็นพื้นฐานในการจัดแบ่ง (Pan *et al.*, 1999) นอกจากนี้จากรายงานการศึกษาเบนทิกไมโครแอลจีบริเวณป่าชายเลนในประเทศมาเลเซีย พบว่าเบนทิกไมโครแอลจีที่เกาะติดกับซากใบไม้เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของกุ้ง ซึ่งในอนาคตน่าจะได้มีการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการนำมาเพาะเลี้ยงเป็นอาหารของสัตว์น้ำ (Newell *et al.*, 1995)

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับเบนทิกไมโครแอลจีในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกชนิด ความหลากหลาย และดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งมีการศึกษาในเบนทิกไมโครแอลจีบางกลุ่มและในบางบริเวณเท่านั้น โดย Piyakarnchana และคณะ (1986) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณของไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต บนพื้นผิวปะการัง 7 ชนิด บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี และ Pholpunthin (1986) ศึกษาเบนทิกไมโครแอลจีในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตบนผิวซากปะการังบริเวณเกาะค้างคาว นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับไดอะตอมน้ำจืด โดยศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของเบนทิกไดอะตอม บริเวณลำน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ พบทั้งหมด 244 ชนิด และเป็นชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยมีรายงานในประเทศไทย 66 ชนิด (ยุวดี พีรพรพิศาล และคณะ, 2544) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้เบนทิกไดอะตอมเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ และเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ โดยพบว่า *Bacillaria paradoxa* Gmelin เป็นชนิดที่บ่งบอกสภาพน้ำที่มีคุณภาพดี ในขณะที่ *Gommphonema parvulum* Kützing และ *Nitzschia palea* Kützing ซึ่งเป็นชนิดที่บ่งบอกสภาพน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง (ตรัย เป็กทอง และยุวดี พีรพรพิศาล, 2544 ; ทัตพร คุณประดิษฐ์ และยุวดี พีรพรพิศาล, 2544)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาชนิดและปริมาณของเบนทิกไมโครแอลจีในแนวปะการัง บริเวณอ่าวตังเข็น จังหวัดภูเก็ต

2. ศึกษาความผันแปรของชนิดและปริมาณของเบนทิกไมโครแอลจีในรอบ 1 ปี