

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาหร่าย

สาหร่าย หรือ ภาษาอังกฤษเรียกว่า algae เป็นสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความสนใจในด้านความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากความสำคัญและประโยชน์ของสาหร่ายในหลายๆ ด้าน อาทิ เช่น สาหร่ายเป็นผู้ผลิตอันดับแรกในห่วงโซ่อาหาร ผลิตออกซิเจนให้กับสิ่งแวดล้อม เป็นแหล่งอาหาร แหล่งวางไข่ ที่พักอาศัยและหลบภัยของสัตว์น้ำ รวมไปถึงอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนบางชนิดได้ (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2544) นอกจากนี้สาหร่ายหลายชนิดสามารถนำมาสกัดสารที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง และยา (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2538) สาหร่ายไค (*Cladophora* spp.) มาปรุงอาหาร ในรูปขนม เช่น ขนมกรอบเค็ม ข้าวเกรียบ ข้าวตัง และกะหรี่ปั๊ป ในชุมชน อันเนื่องจากสาหร่ายไคเป็นสาหร่ายที่ให้สารอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย โดยมีปริมาณโปรตีนสูงใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีเส้นใยอาหาร 17.5% ส่วนเกลือแร่ยังมีแคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และเหล็ก ซึ่งถือว่าสาหร่ายชนิดนี้มีเกลือแร่ค่อนข้างมาก (ยุวดี พิรพรพิศาล, 2548) ในส่วนของสาหร่ายลอน ไชหิน หรือดอกหิน (*Nostochopsis* spp.) ที่นำมาบริโภค เนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้มีคุณสมบัติช่วยเป็นยาแก้ร้อนใน และมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มภูมิคุ้มกันต่อโรคต่างๆ

สาหร่ายจัดแบ่งได้เป็น 2 อาณาจักร 8 ดิวิชัน (Chapman, 1969) คือ

1. อาณาจักรโมเนรา (Kingdom monera) ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จัดอยู่ในดิวิชันไซยาโนไฟตา (Division Cyanophyta)
2. อาณาจักรโพรติสตา (Kingdom Protista) ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวในดิวิชันคลอโรไฟตา (Division Chlorophyta) สาหร่ายยูกลีโนอยด์ จัดอยู่ในดิวิชันยูกลีโนไฟตา (Division Euglenophyta) สาหร่ายไฟ (Stoneworts) จัดอยู่ในดิวิชันแรโรไฟตา (Division Charophyta) สาหร่ายสีน้ำตาล จัดอยู่ในดิวิชันฟีโอไดตา Division Phaeophyta สาหร่ายพวกไดอะตอม สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง สาหร่ายสีน้ำตาลแกมเหลือง จัดอยู่ในดิวิชันคริปโตไฟตา (Division Cryptophyta) สาหร่ายพวกไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellates) จัดอยู่ในดิวิชัน (Division Pyrrophyta) สาหร่ายสีแดง จัดอยู่ในดิวิชัน (Division Rhodophyta)

Division Cyanophyta มีชื่อสามัญคือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือ Cyanobacteria ชื่อ ดิวิชันอีกชื่อหนึ่งคือ ดิวิชัน Cyanochlorota (Bold and Wynne, 1978) จัดเป็นพืชชั้นต่ำที่เรียกว่า prokaryotic cell สามารถสังเคราะห์แสง ให้ออกซิเจน เปลี่ยนสีของเซลล์ได้ และตรึงไนโตรเจนได้ สาหร่ายในกลุ่มนี้ไม่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พบได้ทั่วไปทุกแห่งในโลก ทั้งในน้ำจืด ทะเล น้ำพุร้อน และอาจอยู่รวมกับสิ่งมีชีวิตอื่นได้ทั้งพืชและสัตว์ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2548) ประกอบด้วย ผนังเซลล์ (cell wall) ซึ่งมี 2 ชั้นได้แก่ ผนังเซลล์ชั้นนอกและผนังเซลล์ชั้นใน ด้านนอกมีซิท มีสารเมือกหุ้มอยู่, plasma membrane, เยื่อหุ้มไซโตพลาสซึม อาจมีสารสีกระจายอยู่เรียกว่า chromoplasm, gas vacuole มีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเล็กกระจายอยู่

ในโครโมพลาสซึม, heterocyst มักพบในสาหร่ายพวกเส้นสาย ถ้าขาดท่อนเราจะเรียกแต่ละท่อนของเซลล์ว่า homogone หรือ homogonia และ akinete หรือ gonidia เป็นเซลล์ที่สร้างสปอร์ อยู่ติดกับเฮเทอโรซีสต์ สารสีสำหรับการสังเคราะห์แสง (photosynthetic pigments) ประกอบด้วย chlorophyll a ส่วน carotenoids ประกอบด้วย β -carotene และ แซนโทฟิลล์ ได้แก่ myxoxanthin, myxoxantophyll, phycobiloproteins ประกอบด้วย c-phycoyanin, c-allophycoyanin และ c-phycoerythrin ผนังเซลล์ (cell wall) มี 2 ชั้น องค์ประกอบคล้าย bacteria gram negative รอบนอก เซลล์มีเมือกใสๆ หุ้มโดยรอบเรียกว่า sheath อาจมีหรือไม่มีสี และอาจ แบ่งเป็นชั้นๆ หนวด (flagella) ไม่มีหนวดทั้งเซลล์ปกติและเซลล์สืบพันธุ์ เคลื่อนที่แบบเลื่อนไหล (gliding movement) ผลผลิตจากการสังเคราะห์แสง (photosynthetic product) ได้แก่ แป้ง cyanophycin granule เป็นเม็ดเล็กๆ กระจายอยู่ เรียกว่า cyanophycin granule ลักษณะพิเศษประจำตัวชั้นคือ เป็นพีซชั้นต่ำ procaryote สารสีไม่อยู่ในพลาสติด กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม ไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริงและสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โครงสร้างของเซลล์ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีรูปร่างลักษณะ 2 แบบ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2548) ได้แก่

1. แบบไม่มีหนวด เรียกว่า coccoid form พบทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยว โคโลนี และเป็นแบบ พามลลา พวกที่เป็น coccoid มีรูปร่างหลายแบบเช่น กลม ทรงกระบอก กระสวย ฯลฯ เซลล์หุ้มด้วย sheath เช่น *Lyngbya* sp.

2. แบบเส้นสาย เรียกว่า filamentous form (filament คือ trichome+sheath) เช่น *Spirulina* และ *Oscillatoria* เซลล์เรียงกันเป็นแถว เรียกว่า trichome และเซลล์เรียงตัวกันตลอดเป็นแบบปกติ (vegetative cell) บางสกุลมีเซลล์พิเศษ เรียกว่า heterocyst ซึ่งมีผนังหนาและมีสีเหลืองจางๆ ภายในเซลล์ เช่น *Anabaena* sp.

3. รูปแบบของเส้นสาย (filament) มี 2 แบบคือ unbranched filament เส้นสายไม่แตกแขนงเช่น *Lyngbya* sp., *Oscillatoria* sp., *Anabaena* sp., *Anabaenopsis* sp. แบบที่สอง branched filament เส้นสายแตกแขนง แบ่งย่อยได้ 2 ชนิดคือ การแตกแขนงแท้ (true branching) เป็นการแตกแขนงที่เกิดจากเซลล์ใดเซลล์หนึ่งในเส้นสาย ทำการแบ่งตัวในแนวตั้งฉากกับแนวการแบ่งเซลล์ปกติและการแตกแขนงเทียม (false branching) เกิดขึ้นเนื่องจากเซลล์ในเส้นสายแบ่งตัวตามปกติให้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ผนังเซลล์ส่วนที่ชนกันจะโค้งมน หลังจากนั้นเซลล์ใหม่ทั้ง 2 เซลล์ทำการแบ่งตัวเกิดเป็นแขนงใหม่ ดันออกจากด้านข้างของสายเดิม เกิดเป็นแขนงเทียม ประกอบด้วย ผนังเซลล์ (cell wall) ซึ่งมี 2 ชั้น ได้แก่ ผนังเซลล์ชั้นนอกและผนังเซลล์ชั้นใน ด้านนอกมีซีท มีสารเมือกหุ้มอยู่, plasma membrane, เยื่อหุ้มไซโตพลาสซึม อาจมีสารสีกระจายอยู่ เรียกว่า chromoplasm, gas vacuole มีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเล็กกระจายอยู่ในโครโมพลาสซึม, heterocyst มักพบในสาหร่ายพวกเส้นสาย ถ้าขาดท่อนเราจะเรียกแต่ละท่อนของเซลล์ว่า homogone หรือ homogonia และ akinete หรือ gonidia เป็นเซลล์ที่สร้างสปอร์ อยู่ติดกับเฮเทอโรซีสต์

Division Chlorophyta ได้แก่สาหร่ายสีเขียว (green algae) มีทั้งหมดประมาณ

17,500 สปีชีส์ พบอยู่ในน้ำจืดมากกว่าในน้ำเค็ม พบในดินที่เปียกชื้น แม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ และในทะเล พบทั่วไปตามน้ำจืด และในทะเล เช่น อะเซตาบูลาเรีย รงควัตถุที่พบจะเป็น เช่นเดียวกับที่พบในพืชชั้นสูง คือ มีคลอโรฟิลล์ เอ, คลอโรฟิลล์ บี, คาโรทีน และแซนโทฟิลล์ รงควัตถุทั้งหมดนี้จะประกอบกันด้วย อัตราส่วนที่เหมือนกับพวกพืชชั้นสูงจึงทำให้มีสีเขียวสด รงควัตถุทั้งหมดนี้จะรวมกันอยู่ในเม็ดสี หรือ พลาสติด (Plastid) ที่เรียกว่า คลอโรพลาสต์ โดยอาจจะมี 1 อัน หรือมากกว่า 1 อัน คลอโรพลาสต์ของสาหร่ายสีเขียวมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปร่างเป็นเม็ดๆ พบใน ไบรอปซิส (*Bryopsis*) รูปร่างเป็นเกลียว พบใน สไปโรไจรา (*Spirogyra*) รูปร่างเป็นคล้ายร่างแห พบใน อีโดโกเนียม (*Oedogonium*) รูปร่างเป็นแผ่น พบใน ยูโลทริกซ์ (*Ulothrix*) รูปร่างเป็นรูปดาว พบใน ซิกนีมา (*Zygnema*) รูปร่างเป็นรูปตัว U พบใน คลอเรลลา (*Chlorella*) โครงสร้างของผนังเซลล์ ประกอบด้วย เซลลูโลส (Cellulose) บางชนิด มีเพกติน (Pectin) เคลือบอยู่ภายนอกบางๆ บางชนิดมีแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate)

อาหารที่เก็บไว้ คือ ไพรินอยด์ (Pyrenoids) อยู่ในเม็ดคลอโรพลาสต์ เข้าใจว่าไพรินอยด์เป็นโครงสร้างที่มีโปรตีนเป็นแกนกลาง และมีแผ่นแป้งหุ้มล้อมรอบอยู่ สาหร่ายสีเขียวมีรูปร่างลักษณะ

- จำนวนเซลล์มีทั้งพวกเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์ต่อกันเป็นสายยาว หรือรวมกันเป็นกลุ่ม มีทั้งเคลื่อนที่ได้ และเคลื่อนที่ไม่ได้
- พวกเซลล์เดี่ยวที่เคลื่อนที่ได้ โดยมีแฟลกเจลลัมใช้โบกพัด จำนวน 2-4 เส้น เช่น แคลมโมโด-โมแนส (*Chlamydomonas*)
- พวกเซลล์เดี่ยวที่เคลื่อนที่ไม่ได้ โดยไม่มีแฟลกเจลลัม เช่น คลอเรลลา (*Chlorella*) คลอโรคอคคัม (*Chlorococcum*)
- พวกหลายเซลล์ต่อกันเป็นสายยาว เช่น ยูโลทริกซ์ (*Ulothrix*) อีโดโกเนียม (*Oedogonium*) สไปโรไจรา หรือเทาน้ำ (*Spirogyra*)
- พวกหลายเซลล์เป็นกลุ่ม (Clonal forms) เช่น วอลวอกซ์ (*Volvox*) เพดิแอสตรัม (*Pediastrum*) ซีนินิตสมัน (*Scenedesmus*)

โครงสร้างของผนังเซลล์ ประกอบด้วย เซลลูโลส (Cellulose) บางชนิดมีเพกติน (Pectin) เคลือบอยู่ภายนอกบางๆ บางชนิดมีแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) อาหารที่เก็บไว้ก็คือ ไพรินอยด์ (Pyrenoids) อยู่ในเม็ดคลอโรพลาสต์ เข้าใจว่าไพรินอยด์เป็นโครงสร้างที่มีโปรตีนเป็นแกนกลาง และมีแผ่นแป้งหุ้มล้อมรอบอยู่ การสืบพันธุ์ แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ในพวกเซลล์เดี่ยว หรือหักสาย (Fragmentation) หรือสร้างสปอร์ และ แบบอาศัยเพศ โดยคอนจูเกชัน (Conjugation) หรือการปฏิสนธิ (Fertilization)

Macrocystis และ Nereocystis พวกที่มีขนาดใหญ่จะมีลักษณะอวัยวะต่างๆ คล้ายพืชชั้นสูง คือ มีโฮลฟาสต์ (holdfast) ทำหน้าที่ยึดเกาะกับวัตถุคล้ายราก และมีสไตป์ (stipe) คล้ายลำต้นและก้านใบ และมีตัวที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนๆ ขนาดใหญ่สีน้ำตาล ซึ่งทำหน้าที่คล้ายใบ ลักษณะสีน้ำตาลเกิดจากรงควัตถุที่ชื่อ ฟุโคแซนทีน (fucoxanthin) ซึ่งมีอยู่

มากกว่ารงควัตถุชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ผนังเซลล์ยังมีสารประกอบกรดอัลจีนิค (alginic acid) สะสมอยู่มาก ซึ่งสามารถสกัดเอากรดนี้ออกมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายอย่างในรูปของสารประกอบแอลจिन (algin) เช่น การทำสี การทำยา และการทำขนมหวานบางชนิด (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2553)

สาหร่ายสีเขียวได้ชื่อว่าเป็นผู้ผลิตแป้งต้นในแหล่งน้ำ เพราะว่าสังเคราะห์แสงได้ดีและมักเก็บสะสมอาหารไว้ในพรีริรอยด์ในรูปของแป้ง ซึ่งประกอบด้วยอะไมเลส (amylase) และอะไมโลเพกติน (amylopectin) สาหร่ายบางชนิดที่ไม่มีพรีริรอยด์ก็จะเก็บอาหารไว้ในรูปของน้ำมัน (oil) (กาญจนภาชน์ ลีวมโนมนต์, 2527) ตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวที่ได้ออกได้แก่ *Chlamydomonas braunii*, *Pandorina morum*, *Gemmellicystis neglecta*, *Ankistrodesmes bibrainus*

Division Euglenophyta สาหร่ายในดิวิชันนี้ เรามักเรียกว่ายูกลีโนอยด์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ พวกที่สาหร่ายสังเคราะห์แสงได้ กับพวกที่สังเคราะห์แสงไม่ได้ (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2553) ส่วนมากพบในน้ำจืด พวกนี้ไม่มีผนังเซลล์เหมือนกับสาหร่ายชนิดอื่นๆ ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ในขณะที่เคลื่อนที่ได้ที่ไปเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวที่มีเส้น ซึ่งปกติจะมี 2 อันหรือหลายอันทางด้านหน้าใช้โบกพัดน้ำให้เคลื่อนที่ไป

รูปร่างลักษณะของคลอโรพลาสต์แตกต่างกันออกไป ส่วนมากมีลักษณะกลมแบน ขนาดเล็กใหญ่ต่างๆ กันขอบเรียบหรือมีหยักบางชนิดเป็นแถวยาวและเป็นแฉกรูปดาว คลอโรพลาสต์มีสีเขียวสดประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ - เอ และบีเกือบทั้งหมด ถ้าเลี้ยงยูกลีนาไว้ในที่ไม่มีแสง จะพบว่าจำนวนคลอโรฟิลล์ และจำนวนคลอโรพลาสต์จะลดลง จนในที่สุดจะไม่มีสี นอกจากนี้ยังมียูกลีนาบางชนิดมีแกรนูล (granule) สีแดงอยู่ในเซลล์ซึ่งพวกนี้มักจะพบอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง และอุณหภูมิเกิน 30 องศาเซลเซียส จะลอยอยู่ผิวน้ำในเวลาที่แสงแดดจัดยูกลีนาจะมีสีแดงเพราะแกรนูลสีแดงจะมาห่อหุ้มคลอโรพลาสต์ไว้เพื่อป้องกันอันตรายให้กับคลอโรพลาสต์เมื่อแสงแดดลดลง แกรนูลสีแดงจะเคลื่อนที่ไปรวมกันอยู่กลางเซลล์ และคลอโรพลาสต์สีเขียวจะเคลื่อนที่มาอยู่รอบๆ เซลล์ ทำให้มองเห็นเป็นสีเขียวได้ (กาญจนภาชน์ ลีวมโนมนต์, 2527)

อาหารสะสมจะอยู่ในรูปของแป้งพาราไมลอน (paramylon) แป้งชนิดนี้ไม่ให้สีเมื่อถูกไอโอดีน พาราไมลอนมีขนาด จำนวน และรูปร่างแตกต่างกันไปจึงใช้จำแนกจิ้นส์ (genus) ได้ ตัวอย่างสาหร่ายในดิวิชันนี้ได้แก่ *Euglena acus*, *Phacoc kemesesii*, *Trachelomonas oblonga*, *Colacium simplex*

Division Charophyta ตัวอย่างพวกนี้ได้แก่ สาหร่ายไฟ (stoneworts) เช่น *Chara* spp. และ *Nitella* spp. ชอบขึ้นในบ่อน้ำจืดในทะเลสาบที่มีพื้นดินเป็นทรายหรือตามลำธารที่มีหินปูนและลอยอยู่ในน้ำมีลักษณะบางอย่างคล้ายพืชชั้นสูงคือ มองเห็นข้อและปล้องได้ชัดเจน คล้ายลำต้น แต่ละข้อมีแขนงแตกออกไปรอบๆ และมีความยาวจำกัดซึ่งทำหน้าที่คล้ายใบ และส่วนปลายสุดยังมีเซลล์ที่ไม่มีสีแตกออกไปยึดกับพื้นทราย ซึ่งทำหน้าที่คล้ายเป็นราก ตามผิวนอกของสาหร่าย 2 ชนิดนี้ นอกจากจะมีเซลล์โลสแล้วยังมีพวกแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่มาก จึง

ทำให้มีลักษณะแข็งและหยาบ และสามารถคงสภาพอยู่ได้นานเมื่อสาหร่ายตายลง (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2553)

Division Phaeophyta พวกนี้เป็นสาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) ส่วนมากมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าไม่ปรากฏว่ามีพวกเซลล์เดี่ยวหรืออยู่เป็นโคโลนี (กาญจนภาชน์ ลีวมนนธ์, 2527) พวกที่มีขนาดเล็กมักมีลักษณะเป็นเส้นสาย เช่น พวกที่อยู่ใน Order Ectocarpales บางพวกที่มีขนาดใหญ่จะประกอบด้วยเซลล์พาราไคมา บางชนิดมีลักษณะเป็นหลอดกลวงหรือก้นกลมกลวง พวกที่มีขนาดใหญ่หลายๆ เราเรียกพวกนี้ว่า เคลป์ (kelp) ซึ่งอาจมีความยาวถึง 60 – 70 เมตร เช่น Genus

Division Cryptophyta สาหร่ายกลุ่มนี้ประกอบด้วยสาหร่าย 3 กลุ่มคือ สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง และพวกไดอะตอม ซึ่งพวกไดอะตอมจะมีมากชนิดที่สุด (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2523) ดังนั้น รงควัตถุที่พบในสาหร่ายดิวิชันนี้จึงเป็นพวกแซนโทฟิลล์ ซึ่งมียหลายชนิดโดยเฉพาะฟูโคแซนทินมีมากที่สุด อาจมีปริมาณสูงถึง 75% ของรงควัตถุทั้งหมด (กาญจนภาชน์ ลีวมนนธ์, 2527) ซึ่งจะเห็นว่ามีรงควัตถุคล้ายสาหร่ายสีน้ำตาล แต่มีสัดส่วนน้อยกว่า (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2553) นอกจากนั้นก็เป็นคลอโรฟิลล์ - เอ ซี และแคโรทีน (กาญจนภาชน์ ลีวมนนธ์, 2527)

เซลล์ของไดอะตอมส่วนมากเป็นเซลล์เดี่ยว มีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว สามารถแบ่งไดอะตอมออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกมีสมมาตรซ้ายขวาเหมือนกัน เรียกพวกนี้ว่า เพนเนตไดอะตอม (pennate diatom) ส่วนมากพบในน้ำจืดและอีกพวกหนึ่งมีสมมาตรในแนวรัศมี เราเรียกพวกนี้ว่า เซนตริกไดอะตอม (centric diatom) ส่วนมากอยู่ในน้ำทะเล ผนังของเซลล์ไดอะตอม เป็นพวกซิลิคอน (silicon) ซึ่งทำให้มีลวดลายที่สวยงามและสลายตัวได้ยาก ดังนั้นเมื่อสะสมตายทับถมกันเป็นเวลาพันๆ ปี จึงกลายเป็น ไดอะตอมเอเซียสเอิร์ธ (diatomaceous earth) ซึ่งเราสามารถนำมาทำประโยชน์ได้ เช่น เป็นส่วนผสมในพริกยาสกัดเงาต่างๆ เป็นส่วนผสมในยาสีฟัน เป็นฉนวน และเป็นตัวช่วยกรอง เป็นต้น (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2553)

อาหารสะสมของสาหร่ายกลุ่มนี้ เป็นพวกคริสโซลามินาแรน (chryolaminaran) ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายลามินาแรนในสาหร่ายสีน้ำตาลเดิมเรียกพวกนี้ว่า ลิวโคซิน ข้อแตกต่างของสาหร่ายทั้ง 3 กลุ่ม นั้นคือ แตกต่างกันในเรื่องส่วนประกอบของรงควัตถุ ผนังเซลล์ และลักษณะของเซลล์ ที่มีแฟลกเจลลัม (กาญจนภาชน์ ลีวมนนธ์, 2527) ตัวอย่างของสาหร่ายในดิวิชันนี้ได้แก่ *Tribonema elegans*, *Pseudosyncrypta volvox*, *Diatoma elongatem*, *Fragilaria construens*

Division Pyrrophyta สาหร่ายกลุ่มนี้เรียกว่า ไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagelles) มีลักษณะเป็นสาหร่ายเซลล์เดี่ยว มีแฉก 2 เส้น เส้นหนึ่งชี้ไปข้างหน้า อีกเส้นหนึ่งพันอยู่รอบตัวตามขวางของเซลล์แบ่งได้เป็น 2 พวก พวกแรกคือไดโนแฟลกเจลเลตเปลือยคือ ไม่มีผนังเซลล์คล้ายพวกยูกลีนาออยด์ อีกพวกหนึ่งมีผนังเซลล์ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเรียงกันอยู่รอบเซลล์ เรียกพวกนี้ว่า ไดโนแฟลกเจลเลตผนังหนา (กาญจนภาชน์ ลีวมนนธ์, 2527) สาหร่ายกลุ่มนี้ส่วนมากมีรงค

วัตถุคล้ายพวกไดอะตอมและนอกจากนี้ยังมีรงควัตถุเพอริดีนิน (peridinin) และไดแซนทิน (dinoxanthin) อยู่ด้วย มีลักษณะคล้ายสัตว์เซลล์เดียว

Division Rhodophyta เราเรียกรวมสาหร่ายกลุ่มนี้ว่า สาหร่ายสีแดง (red algae) เนื่องจากมีรงควัตถุที่ให้สีแดงหรือชมพูคือ อาร์-ไฟโคอิริทริน ซึ่งเป็นไฟโคบิลินชนิดหนึ่ง ทำให้พวกนี้สามารถเจริญอยู่ได้ในน้ำลึกๆ เพราะในน้ำที่ลึกแสงสีน้ำเงินเท่านั้นที่ผ่านลงไปได้ และอาร์-ไฟโคอิริทรินทำให้สามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กาญจนภาชน์ ลิ้มโนมนต์, 2527) อัตราส่วนของคลอโรฟิลล์ และไฟโคบิลินจะแตกต่างกันไปเนื่องจากแสง ถ้าความเข้มของแสงต่ำ ค่าอัตราส่วนของไฟโคบิลิน : คลอโรฟิลล์จะสูงทำให้สาหร่ายมีสีแดง แต่ถ้าความเข้มแสงมาก ค่าอัตราส่วนนี้จะลดลงทำให้สาหร่ายมีสีเขียว (Calabrese, 1972 อ้างโดย กาญจนภาชน์ ลิ้มโนมนต์, 2527)

สาหร่ายสีแดงมีทั้งหมดประมาณ 4,000 ชนิด มากกว่าสาหร่ายสีอื่น ๆ รวมกันทั้งหมด (กาญจนภาชน์ ลิ้มโนมนต์, 2527) ส่วนมากเป็นสาหร่ายทะเล สาหร่ายน้ำจืดมีเพียง 2-3 ชนิดเท่านั้น ปกติผนังเซลล์มีสารที่มีลักษณะเป็นเมือกเหนียวเคลือบอยู่ สามารถสกัดออกมาใช้ได้ เรียกว่า คาร์ราจีแนน (carrageenan) นำมาผลิตเป็นวุ้น ใช้ในอุตสาหกรรมทำอาหาร กระป๋องและการทำเครื่องสำอาง เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประกอบอาหารได้โดยตรง ได้แก่ จีไฉ่ (*Porphyra* spp.) ตัวอย่างสาหร่ายในทวีปซันนี้ ได้แก่ *Polysiphonia* spp. , *Batrachospermum* spp. และ *Porphyridium* spp. (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2553)

จากสาหร่ายทั้ง 8 ชนิดที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าสาหร่ายนั้นมีขนาดหลายขนาด ตั้งแต่เล็กมากต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ และขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูง เช่น ในสาหร่ายสีน้ำตาล เป็นต้น พวกที่มีขนาดเล็กและลอยไปมาในน้ำเราเรียกว่า แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียวพุกกีนอยด์ ไดอะตอม ไดโนแฟลกเจลเลต เป็นต้น สาหร่ายที่มีขนาดเล็กเหล่านี้จะเพิ่มปริมาณในน้ำได้มากถ้าสภาพแวดล้อมและการมีอาหารเหมาะสม ดังนั้นบางครั้งเมื่อเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า วอลเตอร์บลูม (water blooms) ซึ่งอาจจะทำให้คุณภาพน้ำนั้นเสียไป ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค และอาจมีสารพิษทำอันตรายต่อสัตว์น้ำ หรืออาจมีพิษถึงคนได้ ถ้าคนไปกินสัตว์น้ำนั้น ดังนั้นพวกแพลงก์ตอนพืชนี้จะเห็นได้ว่ามีทั้งประโยชน์และโทษ ประโยชน์ก็คือเป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน หรือสัตว์น้ำอื่นๆ ได้แก่ ปลา หอย กุ้ง ปู เป็นต้น ซึ่งสัตว์น้ำเหล่านี้ถ้ามีจำนวนมากก็จะทำให้ผลผลิตในแหล่งน้ำนั้นสูงขึ้น ดังนั้นจึงนับว่าแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้มีประโยชน์ถ้ามีในปริมาณที่พอเหมาะ และไม่มากจนเกินไป แต่แพลงก์ตอนพืชบางชนิดถ้ามีปริมาณมากจะทำให้เสียไม่เหมาะที่จะใช้บริโภคก็จะเกิดโทษได้ ดังนั้นการมีสารอาหารอุดมสมบูรณ์ในแหล่งน้ำก็อาจเกิดเป็นโทษได้ ถ้ามีแพลงก์ตอนพืชเจริญมากเกินไป และต้องการนำน้ำในแหล่งน้ำนั้นไปใช้บริโภค เช่น นำไปทำน้ำประปา เป็นต้น นอกจากงานด้านอนุกรมวิธานแล้ว การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของสาหร่ายก็เป็นสิ่งที่ละเลยไม่ได้เช่นกัน เนื่องจากปัจจัยด้านนิเวศวิทยาเป็นลักษณะสำคัญข้อหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาด้านการวินิจฉัยและจัดจำแนกสาหร่ายในกลุ่มนี้ ด้วยการสังเกตลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสาหร่ายที่พบในสภาพแวดล้อมธรรมชาติเป็น

สำคัญ ดังนั้นสาหร่ายกลุ่มที่ถูกพบเห็นก่อนคือ สาหร่ายกลุ่มที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ซึ่ง Sheath and Cole (1992) ได้ให้คำนิยามสาหร่ายกลุ่มที่สามารถมองเห็นลักษณะการรวมตัวเป็นโคโลนี (colony) หรือทลลัส (thallus) ด้วยตาเปล่าหรือในสภาพธรรมชาตินี้ว่าสาหร่ายขนาดใหญ่ หรือ macroalgae หากสาหร่ายที่พบเป็นสาหร่ายในกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน ก็จะเรียกว่า blue green macroalgae หรือบางครั้งอาจเรียกอีกแบบว่า blue green macroflora ในภาษาไทยนั้นยังไม่มี การบัญญัติศัพท์เฉพาะสำหรับเรียกสาหร่ายกลุ่มนี้ ในงานวิจัยนี้จึงขอใช้คำภาษาไทยว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินขนาดใหญ่ ในการเรียกสาหร่ายกลุ่มนี้

2.2 การแพร่กระจาย แหล่งที่อยู่ (Habitat) ยวดี (2538) และศิริเพ็ญ (2537)

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบทุกหนทุกแห่งที่มีความชื้น แต่แหล่งที่อยู่ที่สาหร่ายเจริญได้ดีที่สุดก็คือในน้ำ ซึ่งจะมีคุณสมบัติทางเคมีหรือกายภาพที่เหมาะสมกับสาหร่ายชนิดนั้น ๆ แหล่งที่อยู่อาศัยของสาหร่ายแบ่งออกได้ดังนี้

2. 2.1 สาหร่ายที่เจริญภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นอากาศ

สาหร่ายพวกนี้มักจะทนทานต่อความแห้งแล้ง เมื่อมีความชื้นน้อยก็เจริญน้อยหรืออยู่ในสภาพที่เป็นสปอร์ แต่เมื่อมีความชื้นสูงก็สามารถเจริญได้ดีจะพบได้ตามเปลือกไม้ ใบไม้ ขอนไม้ รั้วบ้านที่เป็นไม้ เรียกพวกนี้ว่า สาหร่ายอีพิไฟติก (Epiphytic algae) เช่น สาหร่ายสีเขียวพวก *Protococcus* (*Desmococcus* หรือ *Plaurococcus*), *Trentepohlia* และ *Prasiola* เป็นต้น สาหร่ายที่ขึ้นตามก้อนหินเป็นสาหร่ายอีพิลิติก (Epilithic algae : lithic = stone) บนก้อนหินมีสภาพเป็นกรด (acidicrock) จะมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวก *Chroococcus*, *Gleoeapsa*, *Galothrix* ซึ่งจะเป็นบริเวณสีเขียวคล้ำ ถ้าเป็นบริเวณที่มีน้ำตาลมักจะเป็นพวกไดอะตอม เช่น *Diatoma*, *Tabellaria*, *Eunotia* และ *Pinnularia* เป็นต้น สาหร่ายที่เจริญภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นอากาศเหล่านี้มักจะไม่ได้รับความชื้นอย่างเต็มที่ จึงมีการปรับตัวโดยมีเมือกซึ่งเป็น gelatinous sheath หุ้ม

2.2.2 สาหร่ายที่เจริญอยู่ในน้ำ (Aquatic algae)

สาหร่ายที่อยู่ในน้ำจะมีจำนวนชนิดและปริมาณมากที่สุดมีทั้งอยู่ในน้ำจืด (Freshwater algae) และในน้ำทะเล (Marine algae) จะขอแยกกล่าวดังนี้

ก. สาหร่ายที่เจริญในน้ำจืด มีสภาพของแหล่งน้ำที่แตกต่างกันดังนี้

1. น้ำไหล (Flowing water) ได้แก่แม่น้ำ ลำคลอง น้ำตก สาหร่ายที่ขึ้นในสภาพที่น้ำไหลมักมีโครงสร้างภายนอกไว้อยู่เรียกว่า โฮลฟาสต์ (Holdfast) เช่น น้ำตกมักพบสาหร่ายสีเขียว เช่น *Ulothrix* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Rivularia* สาหร่ายสีแดงพวก *Batrachospermum* และ *Lemanea* เป็นต้น

2. บ่อน้ำและสระน้ำ (Ponds) น้ำมักจะนิ่งจะมีสาหร่ายหลายชนิดเจริญอยู่ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความอุดมสมบูรณ์ของอินทรีย์สารในแหล่งน้ำนั้น สาหร่ายที่เจริญในบ่อน้ำ สระน้ำ และทะเลสาบแยกออกกล่าวได้ดังนี้

2.1 พวกที่ลอยอยู่เป็นอิสระในมวลน้ำ เรียกว่า แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) ได้แก่ พวกสาหร่ายสีเขียวใน Order Desmidiaceae เช่น *Cosmarium*, *Closterium*, *Staurastrum* เป็นต้น และ ได้แก่พวกที่เป็นโคโคลนีหรือมีเซลล์เดี่ยว เช่น *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Chlorella* หรืออาจจะได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Microcystis*, *Anabaena* เป็นต้น

2.2 พวกที่ขึ้นอยู่บนต้นไม้ น้ำ เช่น ผักตบชวา จอก แหน เรียกสาหร่ายพวกนี้ว่า สาหร่าย อีพีไฟติก (epiphytic algae) เช่น สาหร่ายสีเขียวพวก *Cladophora*, *Pithophora* เป็นต้น

2.3 พวกที่ขึ้นหรือนอนกันอยู่ตามพื้นน้ำ เรียกสาหร่ายพวกนี้ว่า สาหร่ายอีพีเพลลิก (epipellic algae) แบ่งออกเป็น 3 พวก

2.3.1 พวกที่ขึ้นอยู่ตามพื้นดินหรือทรายก้นท้องน้ำ เช่น สาหร่ายไฟ พวก *Chara*, *Nitella*, *Tolypella* เป็นต้น

2.3.2 พวกที่เคลื่อนที่ไม่ได้ ลักษณะเป็นเมือกอยู่ตามตะกอนก้นท้องน้ำ เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด สาหร่ายใน Division Chrysophyta

2.3.3 พวกที่เคลื่อนที่ได้ ตามตะกอนก้นท้องน้ำ เช่น ไดอะตอมและสาหร่ายสีเขียวพวกเดสมีต

2.4 พวกที่เกาะตามเม็ดทรายเรียกว่า สาหร่ายอีพีแซมมิก (episammic algae)

2.5 พวกที่เจริญเติบโตอยู่ในพืชเรียกว่า เอนโดไฟติก (endophytic algae)

2.6 พวกที่เกาะติดอยู่ตามตัวสัตว์ เช่น ปู หอย เต่า ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ เรียกว่า สาหร่ายอีพิซุอิก (epizooic algae)

2.7 พวกที่อาศัยอยู่ในตัวสัตว์เรียกว่า สาหร่ายเอนโดซุอิก (endozoic algae) เช่น *Chlorella* ที่อาศัยอยู่ใน *Hadra viridis*, *Peramecium bursaria* และในฟองน้ำน้ำจืด บางชนิด

3. ทะเลสาบ (Lakes) เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่มี ปริมาณแสง อุณหภูมิและลม มีผลให้น้ำในทะเลสาบแต่ละฤดูกาล แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ เปลี่ยนแปลง และมีผลทำให้ประชากรสัตว์น้ำในทะเลสาบมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปแต่ละฤดูกาล เช่นกัน ศึกษาบริเวณที่แพลงก์ตอนพืชสามารถเจริญเติบโตได้ในทะเลสาบแต่ละฤดูกาลในฤดูร้อน ผิวน้ำชั้นบนและชั้นล่างมีความแตกต่างกันมาก ชั้นบนร้อนในขณะที่ชั้นล่างเย็นจึงเกิดปรากฏการณ์เทอร์โมไคลน์ (thermocline) เป็นชั้นรอยต่อกันไม่ให้น้ำชั้นล่างและชั้นบน หมุนเวียนถึงกันได้ ในต้นฤดูแพลงก์ตอนพืชยังเจริญเติบโตได้ดี เพราะยังมีสารอาหารอยู่บริเวณ ชั้นบน ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ก็ยังคงกินแพลงก์ตอนพืชที่ยังเหลืออยู่บริเวณกลางและก้นทะเลสาบ หลังจากนั้นไม่นานแพลงก์ตอนพืชบริเวณอื่น ๆ ก็หมดไป แพลงก์ตอนสัตว์จึงตายไปด้วย กลายเป็นสารอาหารตกตะกอนอยู่บริเวณก้นทะเลสาบไป และไม่สามารถหมุนเวียนขึ้นไปใช้ได้ ในชั้นผิวน้ำ แพลงก์ตอนพืชบริเวณชั้นบนจึงตายไปด้วย อย่างไรก็ตามซากของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ก็จะกลายเป็นสารอาหารสะสมไว้ใช้ในฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วงในฤดูหนาวผิว

น้ำถูกปกคลุมด้วยน้ำแข็ง ในต้นฤดูแพลงก์ตอนพืชเจริญได้บ้าง เพราะแสงผ่านน้ำแข็งลงไปได้ แต่ก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านลงไปไม่ได้ ในไม่ช้าการสังเคราะห์แสงก็จะหยุดลง แพลงก์ตอนพืชจึงลดจำนวนลงมีผลให้แพลงก์ตอนสัตว์ลดจำนวนลงด้วยในฤดูใบไม้ผลิและใบไม้ร่วง อุณหภูมิของน้ำตั้งแต่ผิวน้ำจนถึงก้นแหล่งน้ำไม่แตกต่างกันมากจึงไม่เกิดชั้นรอยต่อ ในสองฤดูนี้ลมมักจะพัดแรงทำให้เกิดการหมุนเวียน นำเอาแร่ธาตุอาหารจากก้นแหล่งน้ำมาให้แพลงก์ตอนพืชที่ชั้นผิวน้ำใช้ได้ตลอดฤดู แพลงก์ตอนพืชจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้แพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารมีจำนวนมากขึ้นด้วย และมีผลให้สัตว์น้ำอื่น ๆ เพิ่มจำนวนขึ้นด้วยสำหรับประเทศในแถบเขตร้อน เช่น ประเทศไทย ความแตกต่างแต่ละฤดูไม่ชัดเจนนัก แพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างกันทางชนิดและปริมาณอยู่บ้างในแต่ละฤดูกาล แต่ก็ไม่มีผลต่อสัตว์น้ำอื่น ๆ ชัดเจนเหมือนประเทศในเขตอบอุ่นส่วนสาหร่ายที่เจริญอยู่ในแอ่งน้ำ (pools) คูน้ำ (ditches) บึง (bogs) และหนองน้ำ (swamp) ก็จะคล้ายกับพวกที่เจริญอยู่ในบ่อน้ำ สระน้ำ และในทะเลสาบในแหล่งน้ำจืดทุกแหล่งที่กล่าวมาแล้ว บางครั้งเราอาจสังเกตเห็นสาหร่ายรวมตัวกันลอยเป็นแพตามผิวน้ำมีลักษณะเป็นเมือก ๆ เรียกปรากฏการณ์เช่นนี้ว่า วอเตอร์บลูม (water bloom) หรือพอนด์สคัม (pond scum) เกิดจากสาหร่ายหลาย ๆ ชนิดเจริญขึ้นมากมายภายใต้สภาวะที่เหมาะสม อาจจะมีพวกฟังไจและพวกสัตว์น้ำเล็ก ๆ ปะปนอยู่ด้วย

ข. สาหร่ายที่เจริญในน้ำทะเล สาหร่ายที่เจริญในน้ำทะเลมีทั้งสาหร่ายที่เป็นเซลล์เดี่ยว โคลโคณี และที่เป็นทลัสส์ที่มีขนาดยาวหลาย ๆ ฟุต ในทะเลแบ่งออกเป็นหลาย ๆ บริเวณสาหร่ายที่เจริญได้ในแต่ละบริเวณก็ไม่เหมือนกัน แยกกล่าวได้ดังนี้

1. บริเวณชายฝั่ง บริเวณนี้จะมีรอยต่อระหว่างทะเลและแผ่นดิน ซึ่งแบ่งย่อยได้เป็น 4 ส่วนคือ

- 1.1 บริเวณที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลา (subtidal zone)
- 1.2 บริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal zone)
- 1.3 บริเวณที่อยู่เหนือบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (supratidal zone)
- 1.4 ส่วนผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง

1.1 บริเวณที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลา จะมีสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นทลัสส์ขึ้นอยู่ โดยมีส่วนที่คล้ายกับรากที่เรียกว่า ไรโซอิด (rhizoid) ฝังลงไปในพื้นที่ทรายปัจจัยจำกัด (limiting factor) ของสาหร่ายในบริเวณนี้คือ ปริมาณแสง สาหร่ายสามารถจะขึ้นได้ในบริเวณที่มีแสงส่องถึงระดับลึกที่สุดประมาณ 300 ฟุต น้ำในระดับ 1 เมตรแรกจะดูดช่วงคลื่นของสีแดงไปก่อน แสงที่ผ่านลงไปในระดับลึกจึงเป็นแสงในช่วงคลื่นสีน้ำเงิน สีเขียวและเหลืองสาหร่ายพวกที่ขึ้นบริเวณนี้ ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำตาล เช่น *Laminaria* และ *Sargassum* เป็นต้นพวกนี้จะมีทลัสส์ยาวมากโดยมีส่วนของสไตป์ (stipe) และเบลด (blade) ยาว เพื่อให้ส่วนที่สังเคราะห์ได้ขึ้นมาอยู่บริเวณผิวน้ำ ส่วนสาหร่ายสีแดงก็พบได้บริเวณนี้และบริเวณที่ลึกลงไปเพราะสาหร่ายสีแดงมีรงควัตถุที่สามารถดูดเอาช่วงคลื่นสีน้ำเงิน เขียวและเหลืองมาใช้ได้

1.2 บริเวณน้ำขึ้นน้ำลง เป็นบริเวณที่พบสาหร่ายได้มาก เช่นกัน ขณะที่น้ำลงสาหร่ายก็จะโผล่พ้นน้ำ ทำให้ได้รับแสงเพิ่มขึ้นและอาจจะถูกเผาไหม้แห้งไปได้สาหร่ายในบริเวณนี้จึงต้องมี

การปรับตัวป้องกันไม่ให้ทลัสแห่งเวลาน้ำลง เช่น สาหร่ายสีน้ำตาลพวก *Fucus* จะมีพวกไฟโคคอลลอยด์ (phycocolloid) เป็นเมือกหุ้มทลัสช่วยให้ต้นไม่แห้งเวลาน้ำลง สาหร่ายสีน้ำตาลที่พบได้บริเวณนี้อีกชนิดหนึ่งคือ *Padina*

1.3 ส่วนบริเวณที่อยู่เหนือบริเวณน้ำขึ้นสูงสุดเป็นบริเวณที่น้ำกระเซ็นถึง จะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลายชนิด สาหร่ายสีเขียวพวก *Enteromorpha* สาหร่ายพวกนี้ทนต่อสภาพน้ำน้อย

1.4 ส่วนผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง จะมีแพลงก์ตอนพืชพวกไดอะตอม ไดโนแฟลกเจลเลต อยู่มากกว่าชนิดอื่น นอกจากนั้นก็มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินประเภทเซลล์เดี่ยว และโคโลนีล่องลอยปะปนอยู่

2. บริเวณกลางทะเลและมหาสมุทร บริเวณนี้จะมีแต่พวกแพลงก์ตอนพืชล่องลอยอยู่เป็นจำนวนมาก ถ้าเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะมีไดโนแฟลกเจลเลต พวก *Ceratium* เป็นจำนวนมาก ถ้าอุณหภูมิต่ำ เช่น แถบแอนตาร์คติก ($1.8-3.5^{\circ}\text{C}$) จะมีไดอะตอมอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะพวก *Thalassiosira antarctica* นอกจากนั้นก็มีสาหร่ายสีเขียวหรือสีเขียวแกมน้ำเงินประเภทเซลล์เดี่ยวหรือโคโลนีล่องลอยปะปนอยู่เสมอในน้ำทะเลนี้มักจะมีปรากฏการณ์ที่น่าสนใจเกี่ยวกับสาหร่ายเกิดขึ้นเสมอ เช่น ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า เรดดิชบลูม (reddish bloom) ซึ่งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวก *Oscillatoria* เจริญขึ้นอย่างมากมาย เนื่องจากสภาพแวดล้อมเหมาะสมในบริเวณทะเลแดงหรือมหาสมุทรอินเดีย ทำให้สัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมาก ปรากฏการณ์อีกประเภทหนึ่งเรียกว่า เรดไทล์ (red tide) หรือที่เรียกว่า ซีปลาฟ เกิดจากสาหร่ายไดโนแฟลกเจลเลตพวก *Gonyaulax* และ *Gymnodinium* เจริญขึ้นอย่างมากมาแล้วปล่อยสารพิษลงในน้ำทะเลเป็นสีแดง และทำให้สัตว์น้ำบริเวณนั้นตายเป็นจำนวนมาก ปรากฏการณ์ทั้งสองประการดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งวอเตอร์บลูมในน้ำจืดที่กล่าวมาแล้วรวมเรียกว่า ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) ซึ่งมีความหมายถึง การที่สาหร่ายประเภทแพลงก์ตอนพืชเจริญขึ้นอย่างรวดเร็วเต็มผิวน้ำ เนื่องจากสภาพแวดล้อมทางเคมี และทางกายภาพเหมาะสม การที่สาหร่ายเจริญเต็มผิวน้ำทำให้เกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำนั้นได้ เช่น ทำให้สัตว์น้ำตายดังที่กล่าวมาแล้ว และอาจจะมีผลทำให้สัตว์น้ำอพยพไปอยู่ที่อื่น น้ำขาดออกซิเจน กลิ่น รส และสีของน้ำเปลี่ยนแปลงไป แหล่งน้ำจะตื้นเขิน

2.1.3 สาหร่ายที่เจริญในสภาพผิดปกติ (Unusual Habitat Algae)

สาหร่ายสามารถเจริญอยู่ได้ตามสภาพที่ผิดปกติหลายแหล่ง ดังต่อไปนี้

1. สาหร่ายที่ขึ้นอยู่บนหิมะ (snow algae) มักจะพบในแถบอาร์คติกและแอนตาร์คติก หรือบนยอดเขาสูง ๆ ที่มีหิมะตลอดปี สาหร่ายเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้หิมะมีสีแดง เหลือง เขียว และสีอื่น ๆ เช่น *Chlamydomonas yellowstonensis* และ *Euglena* ทำให้หิมะมีสีแดง เนื่องจากมีรงควัตถุแคโรทีนอยด์เป็นเกราะป้องกันแสง ซึ่งมีความเข้มข้นสูง เนื่องจากหิมะมีสีขาว สาหร่ายสีเขียวพวกเดสมิดบางชนิดทำให้หิมะมีสีน้ำตาล หรือสีม่วง สาหร่ายที่มีชีวิตอยู่ในสภาพที่เย็นจัดนี้เรียกว่า สาหร่ายไครโอฟลอร่า (kryoflora algae)

2. สาหร่ายแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiotic algae) สาหร่ายบางชนิดมีความเป็นอยู่แบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) กับสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น ไลเคน (lichen) เป็นตัวอย่างของสาหร่ายที่อยู่ร่วมกับรา *Anabaena azollae* จะอยู่บริเวณช่องว่างภายในใบของแห่นแดง (*Azolla Anabaena*) บางชนิดอาศัยอยู่ที่รากของต้นปรง (*Cycas*) สาหร่ายเหล่านี้จะตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้กับต้นพืชที่อาศัยอยู่

3. สาหร่ายพาราไซติก (parasitic algae) สาหร่ายบางชนิดขึ้นอยู่กับพืชอื่นแล้วทำให้พืชชนิดนั้นเกิดโรคขึ้นได้ เช่น สาหร่ายสีเขียวพวง *Cephaleuros* ขึ้นตามใบชา ทำให้ต้นชาเป็นโรค หรืออาจจะขึ้นตามต้นแมกโนเลีย (*Magnolia*) กุหลาบพันปี (*Rhododendron*) แล้วทำให้ต้นไม้เหล่านี้เป็นโรคได้ จะเห็นว่าสาหร่ายเจริญได้ในแหล่งที่อยู่อาศัยแตกต่างกันไป สาหร่ายชนิดหนึ่ง ๆ ก็มีแหล่ง ที่อยู่อาศัยอย่างหนึ่ง ไม่สามารถจะเจริญได้ในสภาพที่อยู่อาศัยอื่น ๆ หรืออาจจะเจริญได้บ้างแต่ก็ไม่ทุกแห่งเสมอไป ดังนั้นสาหร่ายแต่ละชนิดอาจจะเป็นตัวชี้ (indicator) ถึงแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นๆ ได้พอสมควร

2.3 สภาพทางนิเวศวิทยาที่มีผลต่อการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายของสาหร่าย

การแพร่กระจายของสาหร่ายในระบบนิเวศต่างๆ ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ดังนี้ คือ ก. สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment)

2.3.1 แสงสว่าง (illumination) การเจริญเติบโตของสาหร่ายมีลักษณะคล้ายกับพืชสีเขียวต่างๆ ไป กล่าวคือ ต้องอาศัยแสงสว่างเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ถ้าได้รับแสงมากเกินไป จะขัดขวางการสังเคราะห์แสง สาหร่ายแต่ละชนิดมีความต้องการแสงต่างกัน เช่น สาหร่ายสีเขียวต้องการแสงที่เหมาะสมที่จะให้เกิดการสังเคราะห์แสงได้มากที่สุดที่ 500–750 ฟุต – กำลังเทียน (Venkataraman, 1983)

2.3.2 อุณหภูมิ (temperature) เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อระบบนิเวศของสาหร่าย อุณหภูมิมีบทบาทในการเร่งการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของสาหร่าย (จิระพรรณ รักข์มณี. 2525. หน้า 13) ปกติสาหร่ายน้ำจืดเกือบทุกชนิดเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิตั้งแต่ 15–25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส สาหร่ายจะตาย สาหร่ายน้ำเค็มชอบอุณหภูมิตั้งแต่ 5–15 องศาเซลเซียส และจะตายถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส (Venkataraman, 1983)

2.3.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเลี้ยง เพราะค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และธาตุอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลทั้งทางตรงทางอ้อมต่อขบวนการเมตาโบลิซึมของสาหร่าย และสาหร่ายแต่ละชนิดนั้นมีความต้องการ pH ที่แตกต่างกัน เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสภาพเป็นกลางจนถึงมีสภาพเป็นด่าง หรือมีค่า pH ประมาณ 6.5–7.5 (Venkataraman, 1983)

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขจรเกียรติ ศรีนวลสม (2552) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนตลอดจนปัจจัยคุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงปลาชนิดเชิงพาณิชย์ที่มีการเพิ่มจำนวนอย่างหนาแน่นของสาหร่าย *Euglena sanguinea* Ehrenberg ผลการศึกษา พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชัน 44 ชนิด โดยองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชัน Chlorophyta และแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่น คือ *Euglena sanguinea* Ehrenberg, *Trachelomonas* sp., *Ankistrodesmus* sp. และ *Scenedesmus* sp. ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์พบทั้งหมด 2 ไฟลัม 17 ชนิด โดยองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่อยู่ในไฟลัม Rotifera ชนิดเด่นอยู่ในไฟลัม Arthropoda กลุ่มโคเฟพอด คือ Cyclopoida, Calanoida และ Nauplius larva สำหรับผลการศึกษาคูณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี พบว่าคุณภาพน้ำบางปัจจัยมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาชนิดเชิงพาณิชย์ที่มีการเพิ่มจำนวนอย่างหนาแน่นของสาหร่ายชนิดนี้ต่อไปในอนาคต

สรณ์ตร เทียมดาว และ ยุวดี พิรพรพิศาล (2552) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืดกินได้ในภาคเหนือของประเทศไทย ได้กระทำการระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 โดยเก็บตัวอย่างจาก 7 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่ง 3 จุดเก็บตัวอย่างอยู่ในแม่น้ำแม่โขง จังหวัดเชียงราย และ 4 จุดเก็บตัวอย่างอยู่ในแม่น้ำน่าน จังหวัดน่าน พบสาหร่ายน้ำจืดกินได้ทั้งหมด 9 ชนิด 3 สกุล 2 วงศ์ และ 2 อันดับ พบว่าแต่ละจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปานกลาง

สันติ สาระพล และคณะ (2553) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในลุ่มน้ำคลองกำแพงน ตำบลกำแพงน อำเภอสหัสขันธ์จังหวัดระนอง ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน รวม 3 ครั้ง และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 10 จุด ศึกษาตัวอย่างสาหร่ายในรูปแบบแพลงก์ตอนพืชเพื่อศึกษาองค์ประกอบของชนิดโดยเก็บน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร จากการลากถุงแพลงก์ตอนขนาดช่องตาข่าย 21 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 26 เซนติเมตร ที่ระดับผิวน้ำเป็นเวลา 90 วินาที และเก็บตัวอย่างสาหร่ายในรูปแบบยัดเกาะจากก้อนหิน พร้อมกันนี้ได้ตรวจวัดปัจจัยแวดล้อมในจุดเก็บน้ำตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าน้ำในคลองกำแพงนมีความใสตลอดความลึกของคลอง และมีความลึกเฉลี่ย 28.50–47.20 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 5.58–6.86 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ย 18.36–44.38 ppm ค่าความเค็มเฉลี่ย 21.55–38.56 ppm ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ย 8.29–9.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 27.09–28.32 องศาเซลเซียส และค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 35.31–58.46 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทยประเภทที่สอง และพบสาหร่ายจากตัวอย่างน้ำทั้งหมด 4 หมวด 40 สกุล แบ่งเป็น หมวด Chlorophyta จำนวน 24 สกุล สกุลเด่น ได้แก่ *Cosmarium*, *Stigeoclonium*, *Cylindrocystis* และ *Spirogyra* หมวด Bacillariophyta จำนวน 12 สกุล สกุลเด่น ได้แก่ *Cymbella*, *Navicula*

และ *Synedra* หมวด Cyanophyta พบ 2 สกุล คือ *Oscillatoria* และ *Pseudanabaena* หมวด Euglenophyta พบ 2 สกุล คือ *Euglena* และ *Phacus* นอกจากนี้ยังพบว่าสกุล *Cosmarium*, *Cylindrocystis*, *Cymbella*, *Synedra* และ *Netrium* สามารถบ่งบอกคุณภาพของน้ำค่อนข้างดีถึงดี

ไพริน สุตทั้ง และคณะ (2553) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม 2553 เก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน รวม 4 ครั้ง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 8 จุด เก็บตัวอย่างสาหร่ายเพื่อศึกษาชนิดด้วยกระบอกเก็บแพลงก์ตอน โดยเก็บน้ำปริมาตร 2 ลิตร กรองผ่านถุงแพลงก์ตอน ผลการศึกษาพบว่าแพลงก์ตอนพืชในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ที่ระดับความลึก 105 ซม. พบมากที่สุด 38 สกุล รองลงมาจุดที่ 5 ที่ระดับความลึก 76 ซม. พบ 37 สกุล จุดที่ 4 ที่ระดับความลึก 74 ซม. พบ 34 สกุล จุดที่ 8 ที่ระดับความลึก 123 ซม. พบ 33 สกุล จุดที่ 1, 2 และ 7 ที่ระดับความลึก 55, 64 และ 114 ซม. พบ 32 สกุล และพบน้อยสุดในจุดที่ 3 ที่ระดับความลึก 65 ซม. พบ 29 สกุลตามลำดับ โดยพบสาหร่าย 6 หมวด 55 สกุล แบ่งเป็น หมวด Chlorophyta มีจำนวนสกุลพบมากที่สุด 24 สกุล สกุลเด่น ได้แก่ *Pediastrum*, *Chlorella* และ *Cosmarium* หมวด Cyanophyta มีจำนวนรองลงมาพบ 13 สกุล โดยสกุลเด่น ได้แก่ *Planktolyngbya*, *Oscillatoria* และ *Merismopedia* หมวด Bacillariophyta มี 12 สกุล พบสกุลเด่น ได้แก่ *Navicula* และ *Synedra* หมวด Euglenophyta พบ 4 สกุลคือ *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas* และ *Strombomonas* หมวด Pyrrophyta พบเพียง 1 สกุลคือ *Peridinium* และ หมวด Chrysophyta พบเพียง 1 สกุล คือ *Dinobryon*

ชูศรี แก้วสุริลิขิต และ ธีระพงษ์ ด้วงดี (2555) จากการสำรวจความหลากหลายชนิดของสาหร่ายทะเล บริเวณกองหินกรูด และหมู่เกาะทะเล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในเดือนกรกฎาคม 2550 เก็บตัวอย่างสาหร่ายทะเลโดยการดำน้ำโดยใช้เครื่องช่วยหายใจ (SCUBA diving) จนถึงระดับความลึกประมาณ 15 เมตร พบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 17 วงศ์ 22 สกุล 25 ชนิด เป็นสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) 7 ชนิด สาหร่ายสีน้ำตาล (Division Phaeophyta) 6 ชนิด และสาหร่ายสีแดง (Division Rhodophyta) จำนวน 12 ชนิด สาหร่ายที่เป็นชนิดเด่นแพร่กระจายทั่วไป ได้แก่ *Lobophora variegata*, *Turbinaria conoides*, *T. decurrens*, *Hypnea spinella*, *Gelidiopsis variabilis*, *Peyssonnelia boergesenii*, *Pterocladia caloglossoides* และสาหร่ายสีแดงที่มีหินปูนเป็น บริเวณที่พบสาหร่ายทะเลมากที่สุด คือ เกาะทะเล พบจำนวนทั้งสิ้น 13 ชนิด และบริเวณกองหินกรูด พบสาหร่ายทะเล 8 ชนิด

ขจรเกียรติ ศรีนวลสม และคณะ (2555) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ตลอดจนคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาบึกด้วยระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน จำนวน 3 บ่อ คือ บ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ (บ่อควบคุม) บ่อที่ 2 มีการสร้างอาหารธรรมชาติโดยใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งในอัตรา 40 กก./ไร่/สัปดาห์ ตลอดจนการทดลองและบ่อที่ 3 มีการสร้างอาหารธรรมชาติโดยใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งในอัตรา 20 กก./ไร่/

สปีดาร์ท ภายหลังจากเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชัน 43 ชนิด ได้แก่ ดิวิชัน Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta โดยองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชัน Chlorophyta และตลอดการศึกษาพบจำนวนชนิดและปริมาณเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดในบ่อที่ 2 ที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติตลอดการทดลอง ทั้งนี้แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นในบ่อเลี้ยงปลาบึงทั้ง 3 บ่อ คือ *Scenedesmus* sp. และ *Euglena* sp. สำหรับคุณภาพน้ำพบว่าบ่อเลี้ยงปลาบึงแต่ละบ่อมีความแตกต่างกันของคุณภาพน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบการเลี้ยงปลาบึงให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

เบญจมาภรณ์ รุจิตร และคณะ (2557) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในบ่อน้ำพื้นที่พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบึงบอระเพ็ด จังหวัดชัยภูมิ ระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 เกิดเหตุการณ์มหาอุทกภัย) ทั้งหมด 2 จุดเก็บตัวอย่าง พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ *Oscillatoria limosa* C. Agardh ex Gomont, *Closterium* sp., *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Nitzschia* sp., *Euglena acus* (O.F. Müller) Ehrenberg, *Phacus pleuronectes* (O.F. Müller) Nitzsch ex Dujardin, *Gymnodinium* sp. และ *Peridinium* sp. ส่วนการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพกับแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่า *Euglena acus* (O.F. Müller) Ehrenberg มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไนเตรต - ไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต สำหรับ *Cyclotella meneghiniana* Kützing มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้า และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์กับค่าการนำไฟฟ้า ทั้งนี้พบว่า *Nitzschia* sp. มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าความเป็นด่าง ในขณะที่ *Gymnodinium* sp. มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และค่าความเป็นด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพน้ำในบ่อบัวเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบัวชนิดต่างๆ ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 หลังเหตุการณ์มหาอุทกภัย ที่พบปริมาณออร์โธฟอสเฟต และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนค่อนข้างสูง จึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบัว

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาชนิดและ/หรือลักษณะทางนิเวศวิทยาของสาหร่าย พบว่ามีรายงานในหลายเขตทั่วโลก โดยเฉพาะในยุโรปและอเมริกาซึ่งก้าวหน้าไปมาก (Necchi *et al.*, 1997 อ้างถึง Kawecka, 1981; Johan, 1982; Whitton, 1984; John and Moore, 1985; Whitton *et al.*, 1991; Sheath and Burkholder, 1985; Sheath and Cole, 1992; Sheath *et al.*, 1996) ดังที่พบรายงานเกี่ยวกับสาหร่ายในเขตเหล่านี้ค่อนข้างมาก เช่น การศึกษาชนิดของสาหร่ายยัดเกาะในทะเลสาบในเขตแอนตาร์กติก (Fumanti *et al.*, 1996) การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ในบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (Neto, 2001) การศึกษานิเวศวิทยาของสาหร่ายในน้ำพุร้อนใน Southern Iceland (Sperling, 1975) งานวิจัย

ที่พบโดยทั่วไปมักทำในลำธารหรือแม่น้ำเช่น Sheath and Cole (1992) ซึ่งทำการสำรวจ
สาหร่ายขนาดใหญ่ในลำธารของอเมริกาเหนือ ส่วนในประเทศแถบอเมริกาใต้ เช่นประเทศ
บราซิล พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายที่สำรวจในแม่น้ำและลำธารบ้างแล้ว อาทิ การ
สำรวจสาหร่ายขนาดใหญ่ของ Necchi *et al.* (1997) และ Branco *et al.* (1999) ในรัฐ Paolo
ทางตอนใต้ของประเทศบราซิล และพบรายงานการศึกษาการกระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำ
เงินและความสัมพันธ์กับลักษณะทางนิเวศวิทยา (Branco *et al.*, 2001) ในพื้นที่เดียวกันนี้ด้วย