บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

สิ่งมีชีวิตที่ได้อุบัติขึ้นมาในโลกมีความมหัศจรรย์ในความแตกต่างกันของแต่ละชนิด ซึ่งเกิดจากการที่แต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงตัวเองให้เข้ากับการดำเนินชีวิตหรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัย สิ่งมีชีวิตที่ปรากฏในโลกปัจจุบันมีประมาณ 3-5 ล้านชนิด ซึ่งก่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีความน่าสนใจที่จะศึกษาอย่างยิ่ง โดย ศาสตราจารย์วิสุทธิ์ ใบไม้ ได้ให้นิยามความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ไว้ว่ามีความกว้างขวางครอบคลุมถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด (species diversity) ไม่ว่าจะเป็นพวกจุลินทรีย์ พืช สัตว์รวมทั้งมนุษย์ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดล้วนแต่มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่แตกต่างแปรผันกันออกไปมากมาย (genetic diversity) เพื่อให้เกิดความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยในแต่ละท้องถิ่นอันเป็นระบบนิเวศที่ซับซ้อนและหลากหลายในบริเวณต่าง ๆ ของโลก (ecological diversity) ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม การที่เราทำลายสภาพธรรมชาติ จากการรุกล้ำเพื่อทำการเพาะปลูก อยู่อาศัย รวมไปถึงการปล่อยขยะสารพิษ ของเสียต่าง ๆ ลงสู่สภาพแวดล้อม ถือได้ว่าเป็นการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพโดยตรง ผลจากการขาดความรู้เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ อาจจะดูว่าไม่มีผลกระทบต่อคนโดยตรง แต่สิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้วนั้นอาจมีประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ชาติอย่างมหาศาล นอกจากนี้การที่เราสูญเสียสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งจากระบบนิเวศ ยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่นกัน

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตหนึ่งที่มีการปรับตัวให้มีการดำรงชีวิตที่ดีขึ้น แต่ละสปีชีส์จะมีการวิวัฒนาการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปตั้งแต่สมัย Paleozoic สมัยเริ่มต้นของยุค Precambriam ซึ่งนับกาลเวลายังไม่ได้ โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จัดได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตแรกที่กำเนิดบนโลกในช่วงระยะที่พื้นผิวของโลกมีภูเขาไฟระเบิดอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นก็มีวิวัฒนาการไปตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้แต่ละสปีชีส์มีความต่างกัน มีผลให้สาหร่ายมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมาก โดยที่ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสาหร่ายมีด้วยกันมากมายตามแต่สภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศที่ต่างกันโดยเฉพาะสาหร่ายที่เจริญในน้ำไหลและน้ำนิ่งจะมีความแตกต่างกันในด้านรูปร่างลักษณะอย่างชัดเจน(ยุวดี, 2542)

ปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำมีด้วยกันมากมายหลายปัจจัย ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของลำน้ำ ยากที่จะจัดจำแนกออกได้อย่างชัดเจน และส่วนใหญ่จะเนื่องมาจากน้ำมีการเคลื่อนตัวก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำนั้น (Goldman and Horne, 1983) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ทาง หลัก ๆ ได้แก่ ด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่มีในระบบนิเวศ จะมีความสัมพันธ์กันเพื่อให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในระบบนิเวศนั้น (นันทนา, 2536;Kann, 1985)

ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล (lolic system) กระแสน้ำ มีผลต่อประชากรของแพลงก์ตอนพืชโดยตรง โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำไหล จะมีชนิดคล้ายกับที่พบในน้ำนิ่งแต่ปริมาณที่พบจะน้อย

กว่าอย่างมาก และส่วนใหญ่จะเป็นพวก diatom (Hynes, 1970;ยุวดีและคณะ, 2538) ซึ่งเนื่องมาจาก diatom บางชนิดเป็นสาหร่ายจำพวก benthic algae ทำให้เกาะติดกับพื้น substrate ได้ ดังที่กล่าวมาแล้วว่าในระบบนิเวศน้ำไหลสาหร่ายส่วนใหญ่จะเป็นพวกเกาะติด ซึ่งสาหร่ายขนาดใหญ่ก็เป็นสาหร่ายพวก benthic algae ดังนั้นสิ่งสำคัญต่อการกระจายของสาหร่ายคือ ลักษณะของ substrate ที่ต่างกัน เช่น หิน กรวด ทราย หรือโคลน ต่างก็มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ทั้งสิ้น (สมสุข, 2538) และลักษณะของท้องน้ำยังเกี่ยวเนื่องไปถึงกระแสน้ำ และปริมาณน้ำอีกด้วย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะเป็นองค์ประกอบของลักษณะลำธารและการที่ลักษณะลำธารเปลี่ยนแปลงไปก็มีผลกระทบโดยตรงต่อการกระจายของปริมาณสาหร่าย (Chapman and Chapman, 1973) ลักษณะของ substrate เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่มีผลต่อการกระจายของสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยจะเห็นได้ว่าลักษณะของพื้นท้องน้ำที่เป็นกรวดและก้อนหินขนาดเล็ก จะพบความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่สูง เนื่องจากสาหร่ายขนาดใหญ่เจริญบน substrate ชนิดนี้ได้ดีซึ่ง Niiyama (1989)พบว่า สาหร่ายขนาดใหญ่ *Cladophora* spp. จะมีการเจริญเกาะติดบน substrate ที่เป็นทรายหยาบ และ substrate ที่แข็งในระบบนิเวศแบบน้ำไหล ส่วนในระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง จะพบว่า *Cladophora* spp. จะจับกลุ่มกันเป็นลูกบอล เรียกว่า lake ball ต่างกับสาหร่ายขนาดใหญ่ใน Division Cyanophyta ที่ส่วนใหญ่จะพบบนก้อนหินหรือริมของฝั่งน้ำที่มีความชุ่มชื้น ซึ่งสาหร่ายขนาดใหญ่จะพบเจริญเป็นเมือกอยู่บน substrate ที่เป็นก้อนหินหรือดินริมฝั่งแม่น้ำ และที่สำคัญจะต้องมีความชุ่มชื้นสูง (Kovacik and Komarek, 1988) ซึ่งในปี1988 Mollenhauer รายงานไว้ว่า *Nostoc* spp. จะเจริญริมฝั่งที่น้ำกระเซ็นถึง เมื่อระดับน้ำลดลงหรือไม่มีน้ำก็จะไม่พบการเจริญของ *Nostoc* spp.

Goldman and Horne (1983) กล่าวว่า ฤดูกาลก็มีผลทำให้ลักษณะสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในฤดูร้อนน้ำจะมีน้อยและมีแสงแรงตลอดวัน ทำให้แสงที่ตกสู่แหล่งน้ำมีมาก แต่กลับกันในฤดูฝนปริมาณน้ำจะมากและท้องฟ้ามีเมฆบัง ทำให้ปริมาณแสงน้อย อุณหภูมิของน้ำก็จะต่ำ ซึ่งเหล่านี้จะเป็นการคัดเลือกการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ เช่น ความสัมพันธ์สาหร่ายสีแดง *Batrachospermum macrosporum* และ *Audoniella violacae* พบว่า *B. macrosporum* จะเจริญก่อนในหน้าร้อนที่มีแสงมากและอุณหภูมิน้ำสูง เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน *A. violacae* จะเจริญแทนที่เนื่องจากสภาพและอุณหภูมิน้ำเปลี่ยนไป (Dillard, 1966)

ปัจจัยต่อมาที่มาจากสภาพแวดล้อมของลำน้ำและฤดูกาลคือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen : DO) โดยในแหล่งน้ำนิ่ง ค่า DO จะเกิดจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่ล่องลอยในน้ำในช่วงกลางวัน (ยุวดี, 2538) ซึ่งจะต่างจากในระบบน้ำไหล ซึ่งออกซิเจนที่ละลายในน้ำส่วนใหญ่จะได้มาจากการแพร่ของอากาศลงสู่น้ำจากการไหล ซึ่งในระบบนิเวศปกติปริมาณออกซิเจนในน้ำไหลจะมากกว่าในน้ำนิ่งเสมอ (ประมาณ, 2531) ซึ่งออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำคือมากกว่า 5 mg/l (Wetzel, 1983) แต่สาหร่ายในแหล่งน้ำก็จะมีความต้องการออกซิเจนละลายต่างกัน บางชนิดต้องการปริมาณออกซิเจนน้อย เช่น *Phacus* spp., *Trachelomonas* spp. และ *Oscillatoria* spp. จะเจริญได้ดีในสภาพน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ (นารี, 2539) และ

Nitzschia spp.และ *Pleurosigma* spp. จะเจริญได้ในน้ำที่มีค่าออกซิเจนละลายน้อยมาก (Round, 1973)

ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล (lolic ecosystem) น้ำจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เมื่อน้ำเกิดการเคลื่อนตัว จะก่อให้เกิดการละลายของอนุภาคต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ (Alochthonous source) ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังอาจเกิดอนุภาคแร่ธาตุภายในลำน้ำเอง โดยไม่ได้รับจากระบบภายนอก (Autothonous) ซึ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแร่ธาตุที่พบอยู่ในแหล่งน้ำทั้งสิ้น (Goldman and Horne, 1983;สาครและคณะ, 2539 อ้างถึงวิจิตร, 2538)

ในแหล่งน้ำที่มีการละลายของสสารมาก แหล่งน้ำนั้นจะแสดงทั้งปริมาณประจุบวกและประจุลบในแหล่งน้ำ ทำให้เกิดความสามารถที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ดังนั้นการที่มีสสารละลายในน้ำมากหรือน้อยเพียงไร สามารถแสดงได้โดยการวัดความสามารถที่จะนำไฟฟ้านั่นเอง (กรรณิการ์, 2525) เมื่อน้ำมีการละลายของสสารลงไปมาก สสารเหล่านั้นอาจเป็นแร่ธาตุอนินทรีย์ที่สามารถแตกตัวได้ หรืออาจจะเป็นบางสารที่แตกตัวไม่ได้ เช่น สารอินทรีย์ เป็นต้น (ชลินดา, 2539 อ้างถึง วิจิตร 2538)

ดังนั้นในแหล่งน้ำเราจึงควรพิจารณาถึงสสารที่อยู่ในน้ำที่เป็นอินทรีย์สารด้วย ซึ่งได้แก่ การศึกษาค่า BOD หรือค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจะบ่งชี้ถึงความรุนแรงของการปนเปื้อนหรือเน่าเสียของน้ำที่เกิดจากสารอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากถ้าน้ำมีค่า BOD สูง หมายถึงมีสารอินทรีย์อยู่สูง ซึ่งต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสูงตามไปด้วย (วิไลลักษณ์, 2538)

จากการที่แหล่งน้ำมีสสารต่างๆ ละลายอยู่ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นสารที่สนับสนุนการเจริญของสาหร่ายทั้งสิ้น โดยสาหร่ายต้องการธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตถึง 20 ชนิด เช่นเดียวกับพืชอื่นๆ ธาตุที่ต้องในปริมาณมาก (macronutrients) คือ C H O N P K S Mg Ca Na และ Cl ส่วน Fe Mn Cu Zn B Si Mo V และ Co สาหร่ายต้องการในปริมาณน้อย (micronutrient) (ศิริเพ็ญ, 2537) ซึ่งธาตุเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญของสาหร่ายอย่างยิ่ง บรรดาสารอาหารต่างๆ ในธรรมชาติที่ได้จากการที่นำฝนละลายชะล้างแร่ธาตุและดิน ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นที่สุดต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ ได้แก่ ไนเตรท และฟอสเฟต (Foged, 1971) ซึ่งสุคนธ์ (2534) พบว่าปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม ออร์โธฟอสเฟต ไนโตรเจนทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับการเจริญของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำและชลินดา (2539) พบว่าแพลงก์ตอนพืชที่กระจายในอ่างเก็บน้ำ เขื่อนแม่กวง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสัมพันธ์กับไนเตรทไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาคือออร์โธฟอสเฟต ส่วนงานวิจัยต่อมาโดย ปริญญา (2540) และ ธีรศักดิ์ (2541) พบว่าการกระจายของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณฟอสฟอรัส นอกจากปริมาณสารอาหารจะมีความสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำแล้ว ยังมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสาหร่ายด้วย เช่น *Cladophora* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดหนึ่งจะมีรูปร่างที่เปลี่ยนไปเมื่อปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับไนโตรเจนคือแพลงก์ตอนพืชสามารถใช้สารประกอบไนโตรเจนได้หลายรูป เช่น แอมโมเนียม ไนเตรท และไนไตรท์อิออน โดยแอมโมเนียมไนโตรเจนเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ถูกนำไปใช้มาก ประมาณ 79% ของปริมาณสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมด รองลงมาคือไนเตรทและไนไตรท์ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชสามารถนำแอมโมเนียมไปสร้างกรดอะมิโนได้โดยตรง ต่อเมื่อปริมาณแอมโมเนียมลดลงถึงจะใช้ไนเตรทและไนไตรท์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าถ้าปริมาณแอมโมเนียมเกิน 0.5-1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร จะยับยั้งการใช้ประโยชน์ของไนไตรท์และไนเตรทในสาหร่าย (Darley, 1982) ซึ่งสอดคล้องกับ Keeney (1970) ที่กล่าวว่าแอมโมเนียมเป็นไนโตรเจนตัวแรกที่แพลงก์ตอนพืชจะเลือกใช้ก่อนไนโตรเจนตัวอื่นๆ เพราะมันเอาแอมโมเนียมไปสร้างกรดอะมิโนได้โดยตรง แต่ถ้าใช้ไนเตรทหรือไนไตรท์ต้อง reduce ไนเตรทและไนไตรท์ก่อนเซลล์จึงจะนำไปใช้ได้ ซึ่งการ reduce ไนไตรท์ต้องอาศัยแสงสว่าง โดยใช้ ferredoxin ที่ถูก reduce โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงแล้วไป reduce ไนไตรท์ไปเป็นแอมโมเนียมอีกที ส่วนไนเตรทถูก reduce โดยอาศัยเอนไซม์ nitrate reductase ซึ่งไม่ขึ้นกับแสงสว่าง ศิริเพ็ญ (2537) กล่าวว่า ไนเตรทเป็นสารประกอบของไนโตรเจนที่พบได้มากที่สุดในลำธารและทะเลสาบ เนื่องจากไนเตรทเป็นสารประกอบที่สามารถถูกชะล้างไปได้ง่ายเมื่อมีการไหลผ่านของน้ำไปบนพื้นดิน ทำให้ปริมาณไนเตรทไหลลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้นเมื่อมีการพังทลายของดินมาก

ฟอสฟอรัสก็เป็นธาตุที่มีผลต่อการเจริญและการกระจายของสาหร่ายด้วยเช่นกัน โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปพลังงานในระบบและเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช โดยจะเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์โดยเฉพาะกระบวนการถ่ายเทพลังงาน การสร้างกรดนิวคลิอิก (ลัดดา, 2538) ฟอสฟอรัสที่ปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำในรูปของออร์โธฟอสเฟตและอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำมีอยู่ปริมาณน้อยในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ยกเว้นในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อน (Round, 1973) กรรณิการ์ (2525) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติและในน้ำโสโครกจะอยู่ในรูปต่างๆ ของฟอสเฟต เช่น ออร์โธฟอสเฟต อินทรีย์ฟอสเฟต ฟอสเฟตเหล่านี้อาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือในรูปของซากพืช ซากสัตว์ ฟอสเฟตรูปต่างๆ เข้ามาปะปนในน้ำธรรมชาติและน้ำโสโครกได้หลายทาง เช่น มาจากน้ำที่ใช้ผงซักฟอก (detergent) (รูปฟอสเฟตหรือโพลีฟอสเฟต) หรือจากปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตร (ในรูปออร์โธฟอสเฟต) ที่ถูกชะล้างมากับน้ำฝน ซึ่งสารประกอบพวกอินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายลงสู่น้ำเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะ eutrophication ในแหล่งน้ำและจะพบสาหร่าย *Oscillatoria rabescas*, *Aphanizomeron flosaquae*, *Anabaena spiroides* และ *Microcystis aeruginosa* (Goulden *et. al.*, 1970) ซึ่ง Martin and Whitton (1987) ได้ทำการศึกษาผลของฟอสฟอรัสต่อสาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิด พบว่า ฟอสเฟตในรูปต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งออร์โธฟอสเฟตมีผลโดยตรงต่อความยาวของทัลลัสของสาหร่าย *Chaetophora* spp., *Draparnaldia* spp. และ *Stigeoclonium* spp.

ประโยชน์ของสาหร่ายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

สาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายทะเลได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายและแพร่หลายกันมานานแล้ว ยุวดี (2538) กล่าวว่า สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเป็นอาหารของมนุษย์ รวมไปถึงการสกัดสารต่าง ๆ จากสาหร่ายทะเล เพื่อนำมาใช้ในทางด้านอุตสาหกรรม เช่น สาหร่ายสีแดง *Gracilaria* เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารที่สามารถสกัดได้จากสาหร่ายทะเลอีกมากมาย ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายน้ำจืดก็ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์เช่นเดียวกัน โดย อักษร (2532) กล่าวว่า สาหร่ายมีความสำคัญอย่างมากต่อชีวิตประจำของคนเรา ยกตัวอย่างเช่น การนำเอามาประกอบอาหารโดยมีการนำเอา สาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) *Spirogyra* มีชื่อเรียกว่า เทา เทาน้ำ เตาน้ำ หรือผักไกโดยนำมายำ พบในแหล่งน้ำทั่วไปที่เป็นน้ำนิ่ง สะอาด หรือไหลเอื่อย ๆ คนอีสานนิยมรับประทานมาก นอกจากนี้ยังมีการนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) *Nostochopsis* หรือมีชื่อสามัญว่า ไข่หิน หรือดอกหิน พบที่เชียงใหม่และจันทบุรี โดยขึ้นเกาะอยู่บนก้อนหินในลำธารน้ำไหลหรือบริเวณน้ำตก ยุวดี (2543) ยังพบว่ามีรายงานการนำเอา *Nostochopsis* มาใช้เป็นสมุนไพรแก้ร้อนในและนำมาเป็นของหวานอีกด้วย นอกจากนี้ในประเทศต่าง ๆทั่วโลกมีการนำเอาสาหร่ายขนาดใหญ่มาประกอบอาหารมากมาย เช่น *Nostoc* ชาวจีนนำมาตากแห้งชงน้ำร้อนดื่ม *Phormidium* และ *Chroococcus* ชาวเม็กซิกัน นำมาผสมกันเป็นอาหาร นอกจากนี้ Baker และ Holton (1973) ได้ทำการสกัดโปรตีนจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชื่อ *Schizothrix colcicola, Oscillatoria lutia* และ *Microcoleus vaginatus* ได้ ซึ่งอาจใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอนาคตได้ สาหร่ายสีแดงในน้ำจืดก็ได้มีผู้นำเอามาทำเป็นอาหารในประเทศอินเดีย โดย Sheath (1984) อ้างถึง Khan (1973) รายงานว่า *Lemanea mamillasa* ได้ถูกนำมารับประทาน โดยประชาชน 2 ฝั่งของแม่น้ำ Imphal และ Chakpi ซึ่งรับประทานโดยการนำมาทำให้แห้งมีชื่ออาหารว่า Nungham ซึ่งแปลว่า อาหารจากผมของหิน

สาหร่ายขนาดใหญ่ยังมีประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม มนุษย์เรารู้จักนำเอาสาหร่ายมาใช้เป็นปุ๋ยตั้งแต่ศตวรรษที่ 12 เนื่องจากสาหร่ายทะเลมีคุณสมบัติช่วยดูดซับน้ำและรักษาความชุ่มชื้นของดิน ให้แร่ธาตุต่าง ๆแก่ดิน สาหร่ายน้ำจืดก็มีประโยชน์ทางเกษตรกรรม โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลายจีนัสมีคุณสมบัติตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศแล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบไนเตรทที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น *Nostoc* spp., *Anabaena* spp., *Calothrix* spp., *Cylindrospermum* spp. และ *Tolypothrix* spp. เป็นต้น

สาหร่ายไฟที่เจริญในน้ำจืดบางชนิด เช่น *Chara* สามารถดึงสารประกอบพวกหินปูนจากน้ำได้ จึงช่วยทำให้ความกระด้างของน้ำลดลง *Nitella* สามารถสะสมธาตุโปแตสเซียมได้มากกว่าในสิ่งแวดล้อมที่ขึ้นอยู่ สาหร่ายที่ขึ้นอยู่ตามพื้นดิน ช่วยทำให้อนุภาคของดินเกาะกันเป็นก้อน ทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีและป้องกันมิให้ผิวดินถูกกัดเซาะได้ง่าย ซากของสาหร่ายพวกนี้จะกลายเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช อักษร (2532) อ้างถึง Gupta และ Agarval (1973) ว่าได้สกัดสารชนิดหนึ่งจาก *Phormidium foveolarum* สารนี้มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมน gibberellin ในพืชเมื่อนำมาใช้กับพืชทำให้มีการสะสมโปรตีนในพืชมากขึ้น

ส่วนทางด้านประโยชน์ทางด้านการแพทย์ ประเทศไทยยังไม่ได้มีการนำสาหร่ายมาใช้ทางการแพทย์เลย แต่ชาวจีนโบราณได้นำสาหร่ายสีน้ำตาลจีนัส *Sargassum* และ *Laminaria* ตากแห้งแล้วต้มน้ำดื่ม แก้ร้อนใน แก้ไข้ ฟอกเลือด แก้โรคคอพอก และต่อมน้ำเหลืองอักเสบ สาหร่ายสีแดง ชื่อ *Digenia simplex* ใช้เป็นยาฆ่าพยาธิหรือแก้โรคตาลขโมย *Gelidium* sp. ใช้รักษาโรคกระเพาะอาหาร ได้มีการวิจัยแล้วว่า *Chlorella* sp. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชื่อ *Staphyllococcus aureus* ได้ จีนัส *Nitzschia* ให้สารซึ่งยับยั้งการเจริญของ *E. coli* ได้ *Rhodymenia* spp. ใช้เป็นยาแก้เมาคลื่นและท้องเสีย นอกจากนี้ alginic acid จากสาหร่ายทะเลบางชนิดสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของยา aureomycin สาร laminarin ซึ่งสกัดได้จาก *Laminaria* spp. ใช้เป็นสารต่อต้านการแข็งตัวของเลือด ปัจจุบันสาร carageenin ที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดงใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตยาแก้ไอ

นอกจากประโยชน์ด้านต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นแล้วสาหร่ายยังมีความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาโดย สาหร่ายเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร มีบทบาทที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนทางเคมีระหว่างบรรยากาศกับน้ำโดยควบคุมวัฏจักรของแก๊ส O_2 และ CO_2 ซึ่งเป็นประโยชน์แก่แหล่งน้ำและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ นอกจากนี้สาหร่ายน้ำจืดใช้ในขบวนการกำจัดน้ำเสียได้โดยสามารถลดปริมาณสารอาหารในน้ำเสียได้(นันทนา, 2536) สาหร่ายน้ำจืดบางชนิดมีประสิทธิภาพในการดูดซึมโลหะหนักได้สูงมากโดย Wong *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาการสะสมสารจำพวก organomettallic ของสาหร่ายขนาดใหญ่ *Cladophora* sp. พบว่า *Cladophora* sp. สามารถสะสมสาร organometallic ไว้ใน neutral lipid ซึ่ง Whitton *et. al.* (1989) รายงานว่าสามารถนำเอา*Cladophora* sp. มาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนจากโลหะหนักได้

สาหร่ายน้ำจืดใช้เป็นดัชนีแสดงสภาพของน้ำดีและน้ำเสียได้ ทั้งนี้เพราะมีสาหร่ายบางสกุลที่เจริญเติบโตและสามารถทนทานได้ในแหล่งน้ำที่มีสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน และสาหร่ายแต่ละชนิดมีความต้องการสารอาหารต่างๆ ไม่เท่ากัน

การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้โดยแพลงก์ตอนพืชบางชนิดคงจะมีความต้องการสารอาหารต่างๆไม่เท่ากัน โดยในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยจะพบแพลงก์ตอนพืชหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีจำนวนปานกลาง ซึ่งมักพบสาหร่ายพวกไดอะตอม เช่น *Cyclotella* spp., *Tubellar* spp, สาหร่ายสีเขียวพวก desmids เช่น *Cosmarium* spp, *Closterium* spp, *Staurastrum* spp, และสาหร่ายใน division Chrysophyta เช่น *Dinobryon* spp. ส่วนแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง จะพบแพลงก์ตอนพืชหลายชนิดมากกว่าแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวนมาก โดยพบสาหร่ายสีเขียวสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และไดอะตอมบางชนิด แต่ส่วนใหญ่จะเป็นพวก Dinoflagellates เช่น *Peridinium* spp และ *Ceratium* spp. ส่วนแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมากจะพบว่ามีชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อยมาก แต่จะพบเป็นจำนวนมาก โดยจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวก *Oscillatoria* spp และสาหร่ายพวกยูกลีนอยด์ เช่น *Euglena* spp.,

Phacus spp. *Trachelomonas* spp. และไดอะตอมพวก *Nitzchia* spp. (Wetzel, 1975;Rahim, 1994;Akter, 1995)

มีการใช้สาหร่ายบางชนิด เช่น *Oscillatoria* spp., *Euglena* spp., *Spirulina jennenvic* spp. และ *Polycystic* spp. เป็นดัชนีทำนายสภาพการเน่าเสียของน้ำ เพราะสาหร่ายเหล่านี้เจริญได้ในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย (Round, 1973)

แพลงก์ตอนพืชสามารถจะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง(Hegwal *et. al.* ,1978) แต่ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล ถึงแม้ว่าแพลงก์ตอนพืช จะมีชนิดคล้ายกับระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง แต่จะพบในปริมาณที่น้อยกว่ามาก ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับลำน้ำโดยจะมีการกระจายมากขึ้นตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และการกระจายของแพลงก์ตอนพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายประการ เช่น อายุของแม่น้ำ ความยาวของแม่น้ำ ขนาดของแม่น้ำ เป็นต้น (Hynes, 1970) ดังนั้นการศึกษาสาหร่ายเพื่อนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ จึงเน้นหนักมายังสาหร่ายกลุ่มที่เป็นพวก benthic หรือกลุ่มที่เกาะติด ซึ่ง Whitton *et al.* (1991) ได้กล่าวไว้ว่า ระบบนิเวศแบบน้ำไหลจะพบว่าสามารถนำเอาสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดกับลำน้ำมาใช้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสม

การใช้สาหร่ายขนาดใหญ่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

สาหร่ายขนาดใหญ่ก็เป็นสิ่งมีชีวิตพวก benthic algae อีกกลุ่มหนึ่งที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ โดยสาหร่ายขนาดใหญ่จะสามารถมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้ไม่เหมือนกัน โดยบางชนิดจะสามารถพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารน้อยหรือน้ำสะอาดเท่านั้น ส่วนบางชนิดจะพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารมากหรือน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic โดย Binavides(1994) กล่าวว่าในแม่น้ำที่ถูกทำให้เกิดมลพิษจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ในดิวิชั่น Cyanophyta จีนัส *Plactonema* spp., *Pleutocapsa* spp. และ *Oscillatoria* spp. เป็นสปีชีส์เด่น นอกจากนี้สาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น *Stigeoclonium lubricum* และ *Stigeoclonium tunne* พบได้บ่อยในแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic (Palmer, 1970) ซึ่ง *Stigeoclonium* spp. จะเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เจริญอยู่ทั่วไปในแม่น้ำที่มีสารอาหารสูง (Entswisle, 1989) สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดยังสามารถที่จะใช้ทำนายการปนเปื้อนของลำน้ำได้ เช่น *Vaucheria bursata* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำที่มีแนวโน้มว่าจะมีลักษณะเป็น eutrophic โดยจะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดแรก ๆที่เจริญขึ้นมาเมื่อแหล่งน้ำถูกปนเปื้อนจากมลพิษ สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดจะพบได้ทั่วไป เช่น *Cladophora* spp. ที่สามารถพบในแหล่งน้ำที่มีสภาพน้ำค่อนข้างดีจนถึงน้ำเสีย(Entwisle, 1989;Gardarsky,1986) แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนได้ โดย *Cladophora* spp. จะสามารถสะสมสารพวก organometallic complex ใน neutrallipid ซึ่งเมื่อนำ *Cladophora* ที่เก็บสะสมสารเหล่านี้มาศึกษาดูก็จะเห็นความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของสารจำพวก organomettalic ในแหล่งน้ำได้ (Whitton *et. al.*, 1989 ; Wong *et. al.*,1997)

ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในน้ำที่มีคุณภาพดี ได้แก่ สาหร่ายสีแดง ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบได้น้อยมากในน้ำจืด(Sheath, 1984;Flint, 1960) ยกตัวอย่างเช่น *Batrachospermun* spp. และ

Nemalionopsis spp. ซึ่ง Palmer (1970) รายงานว่าพบได้ในแหล่งน้ำสะอาดมากเท่านั้น นอกจากนี้ บัญญัติ (2532)รายงานว่า *Batrachospermum* spp. และ *Lamanea* spp. จะสามารถเจริญได้ดีในน้ำสะอาดที่มีออกซิเจนมาก และสารอาหารต่ำ นอกจากนี้สาหร่ายสีแดงอีกชนิดคือ *Compsopogon coeruleus* สามารถพบได้ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารไม่สูงนัก(Necchi and Pascoaloto, 1995) ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Chlorophyta ทีพบในน้ำสะอาด ได้แก่จีนัส *Microspora* spp. ซึ่งจะพบในน้ำที่มีสารอาหารไม่สูงมากนัก(Entwise, 1989)

สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จะเห็นได้ว่า แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล มีความน่าสนใจที่จะศึกษา และมีคุณประโยชน์มากมาย การศึกษาความรู้ในเรื่องแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายในแหล่งน้ำบนที่สูงหรือต้นน้ำลำธารมีการศึกษากันน้อยมาก ในขณะที่ในปัจจุบันความรู้ในเรื่องความหลากหลายแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายได้มีผู้ทำการศึกษากันอย่างมากมายในแหล่งน้ำในที่ราบทั่วไป เช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อน ทะเลสาบ แม่น้ำ คลอง บึงต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยที่เป็นข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวเนื่องกับงานวิจัยจะมีค่อนข้างน้อย โดย ERA for Tropical Ecosystem (1997) รายงานวิจัยของนักศึกษาโครงการ ERA ทำการประเมินระบบนิเวศบนบกและในน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา (Mae Sa Watershad) พร้อมทั้งทำการศึกษาข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมทำการประเมินความเสี่ยงด้านสภาวะแวดล้อมออกมาในรูปแบบแผนที่และข้อมูลทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณภาพน้ำและเงื่อนไขทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่รับน้ำเข้าไว้ด้วยกันรวมทั้งการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ โดยใช้สิ่งมีชีวิตพวก macroinvertebrates ได้ประเมินคุณภาพน้ำว่า คุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยทั่วไปว่าเป็นน้ำผิวดินที่มีความสะอาดมากจนถึงปานกลาง ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเกิดจากการใช้ยาฆ่าแมลง และปุ๋ยเคมี จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมไปถึงการชะล้างหน้าดิน (soil erosion) ลงสู่แหล่งน้ำ เป็นผลให้แหล่งน้ำได้รับสารอินทรีย์ในปริมาณสูงซึ่งเกิดผลกระทบด้านลบต่อแหล่งน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะภูมิศาสตร์และสังคมของลำน้ำแม่สา ส่วนการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในน้ำไหลโดย ประเสริฐ (2541) ได้ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคแอลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 1,075 ถึง 600 เมตร โดยเก็บตัวอย่างจาก 6 จุดช่วงบนของลำน้ำ และตรัย (2541) ได้ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคแอลจีในลำน้ำแม่สา เช่นเดียวกัน ในระดับความสูง 550-300 เมตร โดยเก็บตัวอย่างต่อจากประเสริฐอีก 6 จุด ในช่วงล่างของลำน้ำ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 12 จุด พบแพลงก์ตอนพืช 123 สปีชีส์ โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบส่วนใหญ่จะเป็นพวกไดอะตอม เช่น *Melosira varians*, *Cymbella tumida*, *Fragilaria ulna* และ *Nitzschia* spp. เป็นต้น นอกจากนี้ประเสริฐและตรัยยังได้รายงานการพบสาหร่ายขนาดใหญ่ 6 จีนัส 11 สปีชีส์เท่านั้น โดยสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดที่เด่นคือ *Cladophora* spp. และยังพบสาหร่ายสีแดงอีก 1 สปีชีส์คือ *Compsopogon* spp. ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความรู้ทางด้านการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่ในประเทศไทยหรือแม้กระทั่งในทวีปเอเชียยังมีน้อยมาก ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยของชาวตะวันตก โดยEntwisle (1989) ได้ทำการศึกษา

สาหร่ายขนาดใหญ่ในแม่น้ำ Yarra Basin ในประเทศออสเตรเลีย พบสาหร่ายขนาดใหญ่ 43 สปีชีส์ โดยพบสาหร่ายขนาดใหญ่ใน Division Chlorophyta 55 %, Rhodophyta 18%, Cyanophyta 14% และ Chrysophyta 13% พบว่าการกระจายและการแทนที่ของสาหร่ายขนาดใหญ่จะขึ้นอยู่กับปัจจัย อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง แสง และปริมาณสารอาหาร สาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดที่เด่นคือ *Cladophora glomerata* และ *Stigeoclonium tennue* นอกจากนี้ Sheath (1992) ได้ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ ใน Florida Spring Fresh Stream ในรัฐ Florida โดยศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว พบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายสีแดง 3 ชนิด ได้แก่ *Audoninella violacea*, *Compsopogon coeruleus* และ *Thorea ramosisima* จากแหล่งเก็บตัวอย่าง 7 จุด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University