

บทที่ 2

บททวนเอกสาร

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว (unicellular) หรือหลายเซลล์ ลักษณะอาจเป็นเส้นสาย (filament) หรือ เป็นกลุ่ม (colony) ไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง รวมเรียกทั้งหมดว่า ทัลลัส (thallus) โดยทั่วไปสาหร่ายขึ้นอยู่ในน้ำ บางกลุ่มขึ้นในที่ชื้นในดิน บนพืช และบนสัตว์ เนื่องจากสาหร่ายมีขนาดต่าง ๆ กัน และการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน การจัดแบ่งประเภทของสาหร่ายจึงมีหลายรูปแบบหากจัดตามการดำรงชีวิตแบ่งได้เป็น สาหร่ายพวกที่ไม่มีที่ยึดเกาะ (unattached หรือ suspended form) การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่ต้องอาศัยกระแสน้ำและกระแสน้ำพัดพาจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เรียกอีกอย่างว่า แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และสาหร่ายยึดเกาะ (attached algae หรือ benthic algae) อาจยึดเกาะกับพืช บนดิน หรือบนสัตว์ จึงสามารถเรียกสาหร่ายยึดเกาะตามที่อยู่อาศัย โดยจำแนกออกเป็น Epipellic algae หมายถึงสาหร่ายที่เจริญอยู่บนและในเลน Epiphytic algae หมายถึงสาหร่ายที่เจริญอยู่บนพืช Epilithic algae หมายถึง สาหร่ายที่เจริญอยู่ บนหิน และ Aufwuchs หมายถึง กลุ่มสิ่งมีชีวิตซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวพวกเส้นสายและไดอะตอมโดยมีโคลนปกคลุมอยู่จนมองเห็นเป็นเมือกโคลนและมีสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดอยู่รวมกัน (ศิริเพ็ญ , 2537 ; Round, 1973 ; Round, 1979 ; Stevenson *et al.*, 1996)

ในการจำแนกชนิดสาหร่ายต้องอาศัยลักษณะต่างๆ อาทิเช่น รังควัตถุภายในเซลล์, ชนิดของอาหารสะสม, องค์ประกอบของผนังเซลล์, จำนวน ลักษณะ และตำแหน่งของแฟลกเจลลัม, วงจรชีวิต และ การสืบพันธุ์ (กาญจนภรณ์, 2527 ; อักษร, 2529 ; ลัดดา, 2542 ; Boney, 1975) จึงจัดหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยึดเกาะตาม Bold and Wynne (1978) ได้เป็น 9 Divisions ดังนี้

- Division Cyanophyta : สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae)
- Division Chlorophyta : สาหร่ายสีเขียว (green algae)
- Division Euglenophyta : ยูกลีโนออยด์ (euglenoids)
- Division Chrysophyta : สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง (yellow-brown algae)
- Division Pyrrophyta : ไดโนแฟลกเจลเลตส์ (dinoflagellates)
- Division Cryptophyta : คริปโตโมแนดส์ (cryptomonads)

Division Phaeophyta : สาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae)

Division Rhodophyta : สาหร่ายสีแดง (red algae)

Division Charophyta : สาหร่ายไฟ (stoneworts)

สาหร่ายเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิในห่วงโซ่อาหารทั้งในลำธาร ทะเลสาบ และพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland) รวมทั้งในทะเลและมหาสมุทร สาหร่ายสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสงโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการเปลี่ยนสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ที่สลับซับซ้อน โดยอัตราเร็วของการสังเคราะห์แสงขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง ความลึก อุณหภูมิ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และแอมโมเนีย (Round, 1973 ; Hammer, 1975 ; Goldman and Horne, 1983 ; Stevenson *et al.*, 1996) ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสาหร่าย ได้แก่ ฤดูกาล ความเข้มแสง อุณหภูมิ ชนิดของสาหร่าย และปริมาณสารอาหาร โดยพบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความชุกชุมหรือปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งในเขตร้อนแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในช่วงฤดูร้อน (Darley, 1982 ; Smith, 1950 ; Lackey, 1979 ; Reynolds, 1984) โดยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบริเวณผิวน้ำและสาหร่ายสีเขียวพบทุกระดับชั้นน้ำ (ประเทือง, 2534 ; นันทนา, 2539) และพบว่าความเร็วของกระแสน้ำ ชนิดของวัสดุยึดเกาะ และจำนวนผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายยึดเกาะ (Frost *et al.*, 1998 ; Munn, 1998) สามารถพบสาหร่ายยึดเกาะในลำธาร แม่น้ำ ทะเลสาบ และบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งในบริเวณที่แสงส่องถึงสาหร่ายยึดเกาะที่พบมักเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม และสาหร่ายสีแดง (Goldsborough, 1993 ; Greene *et al.*, 1997)

จากการศึกษาสาหร่ายยึดเกาะในแม่น้ำ Wye และแม่น้ำอีก 3 สายที่ไหลมารวมกันในประเทศอังกฤษ พบว่าสาหร่ายยึดเกาะเจริญได้ดีบนวัสดุที่อ่อนนุ่มมากกว่าวัสดุที่แข็งและการที่วัสดุยึดเกาะมีพื้นที่ว่างมากจำนวนสาหร่ายที่ยึดเกาะก็จะมากด้วย นอกจากนี้ระยะเวลาที่วัสดุจมอยู่ในน้ำและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมก็มีผลต่อจำนวนของสาหร่ายเช่นกัน (Antoine and Benson – Evans, 1986a ; 1986b)

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยืดเกาะ (diversity of phytoplankton and benthic algae)

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทยพบว่ามีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น การศึกษาในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย (oligo-mesotrophic status) ได้แก่ อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว แพลงก์ตอนพืชที่พบมากได้แก่ *Dinobryon divergens* Imhof., *Planktolyngbya limnetica* Lemmermann, *Aufacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs, *Rhodomonas* sp., *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg และ *Cryptomonas* sp. (หทัยทิพย์, 2539 ; Peerapornpisal et al., 1999b) การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยพบ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba และ *Lyngbya limnetica* Lemmermann. เป็นชนิดเด่นแต่แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบอยู่ใน Division Chlorophyta รองลงมาคือ Division Chrysophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta และ Cryptophyta ตามลำดับ (ธำรงค์, 2542 ; นันทขลิ และ ศิริเพ็ญ, 2543 ; Tularak et al., 2000) มีรายงานการศึกษาสาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสมิดส์และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โดยพบ *Cosmarium moniliforme* (Turp.) Ralfs. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวที่มักพบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารต่ำ (คมสัน, 2543) และพบ *Nostoc*, *Calothrix*, *Anabaena* และ *Hapalosiphon* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ (ทวีเดช และคณะ, 2543) การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 divisions ได้แก่ Cyanophyta, Chlorophyta และ Chromophyta แพลงก์ตอนพืชที่พบมากได้แก่ *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Eudorina*, *Scenedesmus*, *Trachelomonas*, *Pediastrum*, *Peridinium*, *Surirella*, *Synedra* และ *Ceratium* (ศทวภู, 2542) กล่าวได้ว่าแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารน้อยถึงปานกลางมักมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมาก

ส่วนแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารมาก (eutrophic status) แพลงก์ตอนพืชที่พบมีความหลากหลายน้อย อาทิเช่น การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพไทย-เยอรมัน แพลงก์ตอนพืชที่พบ ได้แก่ Division Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta โดยพบ *Oscillatoria* และ *Chlorella* เป็นชนิดเด่น (Traichaiyaporn and Liangkrilas, 1997) จากรายงานการศึกษาสาหร่ายในคูเมืองเชียงใหม่ พบสาหร่ายทั้งหมด 6 divisions ส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ *Euglena*, *Cryptomonas*, *Trachelomonas*, *Rhodomonas*, *Phacus*, *Oscillatoria*, *Chroococcus*, *Cymbella* และ *Navicula* (ถาวร, 2538 ; ธเนศ, 2539 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543) การศึกษาสาหร่ายในคลองแม่ข่า พบสาหร่าย

ทั้งหมด 5 divisions โดยพบ *Oscillatoria* เป็นชนิดเด่นและพบอย่างสม่ำเสมอทั้งที่เป็น แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยืดยาว (วุดมันท์ และ ศิริพิชญ์, 2543) และการศึกษาสาหร่ายใน ห้วยแม่หยวก อ่างแก้ว และคูเมืองเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Euglenophyta และ Pyrrophyta โดยพบแพลงก์ตอนพืชที่มีแนวโน้มในการใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำเสียได้แก่ *Cryptomonas*, *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Closterium*, *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus* และ *Cyclotella* (Mapairoj et al., 1998 ; Traichaiyaporn and Boonsai, 1998)

ผลการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในต่างประเทศ เช่น การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ Sulejow ประเทศโปแลนด์ พบ *Asterionella Formosa*, *Cyclotella kuetzingiana* และ *Fragilaria pinnata* อยู่บริเวณผิวน้ำและพบ *Melosira granulata*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. astraea* var. *minutulus*, *Fragilaria crotonensis*, *Aphanizomenon flos-aquae* และ *Microcystis aeruginosa* อยู่ระดับกลางน้ำ (mid depth) (Rakowska¹ and Rakowska², 1992) และในอ่างเก็บน้ำ Jeziorsko ซึ่งอยู่ตอนกลางของประเทศโปแลนด์ แพลงก์ตอนพืชที่พบมากเป็นพวกไดอะตอม ได้แก่ *Asterionella formosa* Hass., *Aulacoseira granulata* (Her.) Simonsen, *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz., *Melosira granulata* var. *angustissima* Muller, *Stephanodiscus hantzschii* Grun., และ *Synedra ulna* (Nitzsch) Her. ซึ่งเป็นไดอะตอมส่วนสาหร่ายสีเขียวได้แก่ *Chlorella vulgaris* Beijer., *Coelastrum microporum* Näg., *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. และ *Staurastrum* sp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้แก่ *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs และ *Microcystis aeruginosa* Kütz. และยังพบ euglenophytes, dinophytes และ cryptophytes ในปริมาณที่น้อย (Galicka and Kruk, 1999)

รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในประเทศซาอุดีอาระเบีย พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 107 species ได้แก่ Cyanophyta 37 species, Bacillariophyta 34 species, Chlorophyta 29 species, Euglenophyta 6 species และ Pyrrophyta 1 species แพลงก์ตอนพืชสกุลที่พบมาก ได้แก่ *Oscillatoria* (14 species), *Spirogyra* (8 species), *Navicula* (7 species), *Nitzschia* (7 species), *Gloeocapsa* และ *Euglena* อย่างละ 4 species และยังพบ *Merismopedia elegans*, *Oscillatoria amphibia* และ *O. tenuis* (Naggar, 1994) แพลงก์ตอนพืชที่พบสม่ำเสมอในทะเลสาบ Gulshan ประเทศบังคลาเทศ ได้แก่ *Cryptomonas ovata* Ehr., *Rhodomonas lacustris* Pascher และ *Crucigenia rectangularis* (Näg.) Gay (Khondker et al., 1995) และการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในบ่อ Enan และ El-Abbassa ประเทศ

ซีอีปต์ พบ *Scenedesmus*, *Anabaena*, *Cylindrospermum*, *Oscillatoria*, *Amphora* และ *Nitzschia* อย่างสม่ำเสมอ โดยพบไดอะตอมเป็นชนิดเด่นทั้ง 2 แหล่งน้ำ (El-Ayouty et al., 1999)

การศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายยี่ดเกาะในแหล่งน้ำนิ่งในประเทศไทยมีน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาในแม่น้ำและลำธาร เช่น การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยี่ดเกาะในลำน้ำแม่สา พบว่าส่วนใหญ่เป็นไดอะตอมใน Order Pennales ได้แก่ *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Achnanthes minutissima* Kützing, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg และ *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg (ตรัย, 2541 ; ประเสริฐ, 2541) และพบสาหร่ายยี่ดเกาะขนาดใหญ่พวกสาหร่ายสีเขียว ได้แก่ *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra*, *Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing และพบสาหร่ายสีแดง ได้แก่ *Batrachospermum macrosporum* Montague, *Batrachospermum vugum* Agardh, *Nemalionopsis shawii* Skuja และ *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague (ทัตพร, 2543)

การศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมในลำธารแม่แจ่ม พบว่าในน้ำที่มีสารอาหารน้อย (oligotrophic status) จะพบ *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague (Rhodophyceae) และ *Chamaesiphon guttleri* Luther (Cyanophyceae) และน้ำมีสารอาหารน้อยถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status) พบ *Cladophora glomerata* Kützing (Chlorophyceae) ส่วนน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) พบ *Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kütz (Chlorophyceae) และ *Oscillatoria limnosa* Agardh (Cyanophyceae) ในส่วนของไดอะตอมที่พบเป็นชนิดเด่น ได้แก่ *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Gyrosigma scalpoides* (Rabenhotst) Cleve, *Navicula cryptocephala* Lange-Bertalot และ *N. viridula* (Kützing) Ehrenberg var. *viridula* (พิชณู และคณะ, 2543) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสาหร่ายยี่ดเกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล สาหร่ายส่วนใหญ่ที่พบเป็นไดอะตอม ชนิดที่พบบ่อย ได้แก่ *Navicula*, *Synedra*, *Achnanthes*, *Gomphonema* รองลงมาเป็นสาหร่ายพวกเส้นสาย ได้แก่ *Spirogyra*, *Anabaena* และ *Oscillatoria* (พรศิริ และศิริเพ็ญ, 2542)

การศึกษาสาหร่ายยี่ดเกาะในต่างประเทศ อาทิเช่น การศึกษาในแม่น้ำ Ely ประเทศอังกฤษ พบว่าปริมาณสาหร่ายยี่ดเกาะมีมากในฤดูใบไม้ผลิและน้อยลงในฤดูฝนและฤดูร้อน โดยพบไดอะตอม chlorophytes และ myxophytes ในฤดูใบไม้ผลิ ชนิดสาหร่ายยี่ดเกาะที่พบ

มาก ได้แก่ *Achnanthes lanceolata*, *A. Linearis*, *Gomphonema pavulum*, *Navicula avenacea*, *N. cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Surirella ovata*, *Synedra ulna*, *Chlamydomonas* และ *Cladophora fracta* (Esho and Benson - Evans, 1984) รายงานการศึกษาสาหร่ายยืดยาวในทะเลสาบ Dhanmondi ประเทศบังกลาเทศ พบ *Nitzschia palca* และ *Navicula cuspidate* เป็นชนิดเด่น (Khondker and Rahim, 1993)

สาหร่ายยืดยาวที่พบในแม่น้ำบนเทือกเขา Tyrol ซึ่งอยู่ตอนเหนือของประเทศอิตาลี พบสาหร่ายทั้งหมด 168 species ส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม ใน Order Pennales คือ Naviculaceae และ Bacillariaceae ที่พบมากได้แก่ *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia* และ *Achnanthes* ซึ่งสาหร่ายที่พบส่วนใหญ่นี้มักอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์น้อย (Pfister, 1992)

มีรายงานการศึกษาสาหร่ายยืดยาวในลำธารบนภูเขา Cascade Mountain Range ในรัฐ Oregon ประเทศสหรัฐอเมริกา พบจำนวนชนิดของสาหร่ายที่เกาะบนไม้มีมากกว่าสาหร่ายที่เกาะบนหิน สาหร่ายที่พบมากบนไม้ ได้แก่ *Ceratoneis arcus* Grun., *Cymbella minuta* Hilse ex Rabh., *Zygnema* และพบ *Achnanthes lanceolata* (Brob) Grun. ปริมาณมากบนหิน (Sabater et al., 1998)

สหสัมพันธ์เชิงอาหารของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายยืดยาวที่มีต่อปลากินพืช

แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญทางด้านการประมงโดยเป็นอาหารที่ดีสำหรับสัตว์น้ำซึ่งโดยทั่วไปปลาที่มีขนาดเล็กหรือปลาวัยอ่อนมักจะกินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนเป็นอาหาร (บัญญัติ, 2533) ปลาสร้อยขาวเป็นปลากินแพลงก์ตอนพืชและซากอินทรีย์เป็นอาหารส่วนปลากระมังกินทั้งพืชและสัตว์ เช่น สาหร่าย แมลงน้ำ ลูกกุ้ง และลูกปลานขนาดเล็ก เป็นต้น (สวัสดิ์, 2524 ; กรมประมง, 2540) อาหารที่ปลากินมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล วงจรชีวิต และชนิดของอาหาร รวมทั้งความแตกต่างของนิสัยการกินอาหารของปลา (Lagler, 1956) ในบรรดาสาหร่ายทั้งหมดสาหร่ายพวกที่มีขนาดเล็กจัดว่ามีคุณค่าอาหารสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ไดอะตอมและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แต่สาหร่ายสีเขียวพวกเส้นสายเป็นประเภทที่ย่อยยากที่สุด (ลัดดา, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

ลูกปลาดะเพียนขาว (larvae) กินแพลงก์ตอนพืชพวกสาหร่ายเซลล์เดียวและแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร เช่น พวก cyanophytes ได้แก่ *Nostoc*, *Spirulina*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Rivularia*, *Anabaena* พวก chlorophytes ได้แก่ *Volvox*, *Chlorella*, *Spirogyra*, *Pediastrum*, *Cosmarium*, *Closterium*, *Botryococcus*, *Oocystis* พวก euglenoids ได้แก่ *Euglena* โดยพบในปริมาณมากและ พวก chrysophytes ได้แก่ *Melosira*,

Diatoma, Fragilaria, Navicula, Cymbella, Nitzschia (พินิจ และโยธิน, 2527 ; สุธีรัตน์, 2541) แพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของปลา Sinarapan (*Mistichthys luzonensis*, Smith) ได้แก่ *Botryococcus braunii* ซึ่งพบในปริมาณที่มาก รองลงมาคือ *Microcystis scripta*, *M. Incerta*, *Aphanocapsa rivularis*, *Protococcus viridis* และ *Chlorococcum humicola* (ศิริเพ็ญ, 2530) และสาหร่ายที่เป็นอาหารของปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ได้แก่ *Closterium*, *Spirogyra*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Peridinium*, *Ceratium* และ *Oscillatoria* (ทัศนีย์ และคณะ, 2532) อย่างไรก็ตามแพลงก์ตอนพืชที่ปลากินเป็นอาหารจะแตกต่างกันไปตามชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขนาด และอายุของปลา รวมทั้งลักษณะนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกัน (วิมล, 2528)

ปัจจัยทางกายภาพ

สี (color)

โดยปกติแหล่งน้ำในธรรมชาติจะมีสีเหลืองจนถึงน้ำตาล เกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ (suspended solids) กับพื้นท้องน้ำและท้องฟ้า จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ สีปรากฏ (apparent color) และ สีจริง (true color) สีของน้ำอาจเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ชนิด ปริมาณ ความเข้มข้นของสารละลายและสารแขวนลอยรวมทั้งคุณภาพของแสงก็มีผลทำให้สีของน้ำเปลี่ยนไปได้เช่นกัน โดยทั่วไปถ้าน้ำมีสีเหลืองหรือน้ำตาลมักจะมีความอุดมสมบูรณ์และกำลังการผลิตสูง เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากส่วนแหล่งน้ำที่มีสีค่อนข้างเขียวมักจะมีการผลิตต่ำ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในน้ำหากมีในปริมาณมากก็สามารถทำให้น้ำปรากฏเป็นสีต่าง ๆ ได้ เช่น แพลงก์ตอนพืชและไดอะตอม ทำให้น้ำมีสีเหลืองหรือน้ำตาลทอง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทำให้น้ำมีสีเขียวเข้ม เช่น การ bloom ของ *Microcystis aeruginosa* แพลงก์ตอนพืชพวกไดโนแฟลกเจลเลตส์ และแพลงก์ตอนสัตว์มักทำให้น้ำมีสีแดง (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528 ; นันทนา, 2539 ; ศิริเพ็ญ, 2543)

ความโปร่งใสของน้ำหรือการส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำ (transparency)

แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของสาหร่าย ปริมาณของแสงจะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ฤดูกาล และระดับความลึกของแหล่งน้ำ ค่าความโปร่งใสของน้ำเป็นค่าที่แสดงถึงขอบเขตของแสงที่สามารถส่องผ่านชั้นต่าง ๆ ของน้ำ ในแหล่งน้ำโดยทั่วไปมีค่าความโปร่งใสของน้ำ (secchi disc depth) อยู่ระหว่าง 30–60 เซนติเมตร

ซึ่งเป็นช่วงมีความเหมาะสมต่อการเจริญของสัตว์น้ำหากมีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีค่าความขุ่นมากเกินไปหรือมีตะกอนหรือแพลงก์ตอนอยู่มากแสงจะส่องผ่านลงไปได้น้อยอาจทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนได้ แต่ถ้าความโปร่งใสมีค่าสูงกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ ทำให้สภาพน้ำค่อนข้างใส แสงส่องผ่านลงไปได้ลึก ความลึกที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงมีค่าเป็น 2 เท่า ของ secchi disc depth และยังพบว่าแสงเป็นปัจจัยหลักช่วยให้ *Microcystis* มีปริมาณมากอย่างรวดเร็วในแม่น้ำ Nakdong ประเทศเกาหลีใต้ (ศิริเพ็ญ, 2543 ; Darley, 1982 ; Wetzel, 1983; Ha *et al.*, 1999)

อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมีอิทธิพลทั้งโดยตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง สภาพภูมิประเทศ ความเข้มของแสง กระแสลม ความลึกและสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกิดจากการที่แสงส่องผ่านลงไปในน้ำและเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช โดยพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของไดอะตอมอยู่ที่ 15 – 25 °C แต่ใน Antarctic ไดอะตอมจะเจริญที่อุณหภูมิ 4 - 6 °C และจะไม่เจริญเติบโตหากอุณหภูมิสูงกว่า 7 - 12 °C และในเขตร้อนไดอะตอมจะไม่เจริญหากอุณหภูมิต่ำกว่า 17 °C และพบว่าสาหร่ายสีเขียวจะเจริญดีที่อุณหภูมิ 25 - 35 °C ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญดีที่อุณหภูมิสูง ประมาณ 30 - 35 °C หรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปแล้วแพลงก์ตอนพืชจะเจริญดีที่อุณหภูมิสูงกว่าที่อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิยังมีผลต่อการละลายของธาตุและก๊าซในน้ำโดยเฉพาะออกซิเจน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายในน้ำได้ลดลงรวมถึงการหมุนเวียนของธาตุต่าง ๆ การผสมกันของน้ำ และการเกิดการแบ่งชั้นน้ำ ซึ่งมีผลต่อองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชและสิ่งมีชีวิตในน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2538 ; นันทนา, 2539 ; Boney, 1975 ; Golman and Horne, 1983)

ปัจจัยทางเคมี

ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ คือ ปริมาณของ Hydrogen ion (H^+) ที่มีอยู่ในน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำเป็นตัวควบคุมการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย เหล็กและ Trace elements อื่นต่าง ๆ ในสารละลายมีความสามารถในการ

น้ำกระแสไฟฟ้า น้ำมีการแตกตัวได้อิออนอยู่ในรูป H^+ , OH^- ในกรณี H^+ และ OH^- มีอยู่ในปริมาณที่เท่ากัน น้ำนั้นจะมีคุณสมบัติเป็นกลาง (neutral) H^+ เป็นตัวบ่งบอกความเป็นกรดต่างของน้ำ ดังนั้นในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25 °C จะมี H^+ อยู่ 0.0000001 gm ในน้ำ 1 ลิตร หรือค่าเท่ากับ 1×10^{-7} หรือค่า pH scale เท่ากับ 7.0 ค่า pH scale เป็นเลขลำดับของ Negative logarithmic scale มีค่าตั้งแต่ 0 – 14.0 ซึ่งบอกระดับความเป็นกรดต่าง โดยค่าที่ต่ำกว่า 7 ถึง 0 จะแสดงความเป็นกรดและค่าที่มากกว่า 7.0 ถึง 14.0 จะแสดงความเป็นด่าง pH ของน้ำในธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 – 9.0 แต่ค่าที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตอยู่ในช่วง 6.0 – 8.0 ในช่วงที่มีการสังเคราะห์แสงมากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำจะลดลง แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำกลับสูงขึ้นทำให้ pH ของน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อพืชสังเคราะห์แสงไปคาร์บอนไดออกไซด์ถูกดูดนำไปใช้ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำเพิ่มขึ้นได้กรดคาร์บอนิกและสลายต่อได้ไบคาร์บอนเนตซึ่งเป็นการปรับปริมาณของไบคาร์บอนเนตให้สมดุลอยู่ตลอดเวลา ในแหล่งน้ำที่เป็นกรดความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมีน้อยชนิดและลักษณะของแหล่งน้ำจะเป็น Oligotrophic status แพลงก์ตอนพืชที่พบได้แก่ *Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Stigonema* และ *Calothrix* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนสาหร่ายสีเขียวมักจะพบ *Cylindrocapsa*, *Cosmarium* และ *desmis* (Kleiven and Lande, 2000) ในแหล่งน้ำที่มี pH 6.0 – 6.5 พบไดอะตอม เช่น *Tebellaria*, *Diatoma*, *Eunotia*, *Frustulia* และ *Pinnularia* และพบสาหร่ายสีเขียว เช่น *Botryococcus braunii*, *Ceratium hirundinella* และส่วนมากในน้ำ ที่มี pH 4.0 - 4.8 มักพบ *Dinobryon* sp. (จจจินต์, 2524 ; ศิริเพ็ญ, 2543 ; Round, 1973 ;)

ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total dissolved solids)

ค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมากขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของอิออนที่อยู่ในน้ำและอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของอิออน นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนสภาพภูมิประเทศ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำก็มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยเฉพาะหากมี pH สูงกว่า 9.0 และต่ำกว่า 5.0 เนื่องจากมีส่วนในการควบคุมการแตกตัวเป็นอิออนของสารประกอบต่าง ๆ สารอนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีและแตกตัวให้อิออนบวกและลบ เช่น กรดอนินทรีย์ ต่างและเกลือ ส่วนสารอินทรีย์จะไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า ดังนั้นค่า Conductivity จะมากขึ้นอยู่กับปริมาณสารอนินทรีย์ และของแข็งที่ละลายน้ำ (TDS) โดยค่า TDS คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ค่า TDS จะทำหน้าที่ควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับแพลงก์ตอนพืช ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่ว ๆ ไปมีค่า Conductivity

อยู่ระหว่าง 150.00 – 300.00 $\mu\text{S/cm}$. (ธงชัย และวิบูลย์ลักษณ์, 2540 ; มั่นสิน, 2540) ค่า Conductivity และ ค่า TDS ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบว่าอยู่ในช่วง 70.00 – 254.40 $\mu\text{S/cm}$. และ 48.17 – 62.50 mg/l ตามลำดับ (ธำรงค์, 2542 ; นันทสิทธิ์ และ ศิริเพ็ญ, 2543 ; Tularak *et al.*, 2000)

ค่าความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity)

ค่าความเป็นด่างของน้ำ หมายถึง ความสามารถหรือคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำประกอบไปด้วยคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) เป็นส่วนใหญ่ รวมไปถึงพวกบอเรต (borate) ซิลิเกต (silicate) ฟอสเฟต (phosphate) และสารอินทรีย์ต่าง ๆ แต่มีจำนวนน้อย ค่าความเป็นด่างมีผลต่อค่า pH และค่าความกระด้างของน้ำ (hardness) ค่าความเป็นด่างของน้ำทำหน้าที่ควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของ pH เร็วเกินไป (buffering capacity) หากแหล่งน้ำมีความเป็นด่างต่ำ pH ของน้ำก็จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีความเป็นด่างแตกต่างกันไปตั้งแต่ 25.00 – 500.00 mg/l as CaCO_3 แหล่งน้ำที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากจะมีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง เกิดการเปลี่ยนแปลงจากไบคาร์บอเนตไปเป็นคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ ส่งผลให้ค่า pH ของน้ำสูงขึ้นถึง 10.0 – 11.0 ได้ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลมีค่าความเป็นด่างอยู่ที่ 44.70 - 64.00 mg/l as CaCO_3 และในเขื่อนแม่งัดอุตรดิตถ์มีค่าความเป็นด่างเท่ากับ 34.00 – 102.00 mg/l as CaCO_3 (ชลินดา, 2539 ; ธำรงค์, 2542)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen : DO)

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อแหล่งน้ำ โดยเป็นตัวควบคุมการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำ อัตราการหายใจ อัตราการสังเคราะห์แสง ช่วงเวลาของวันและฤดูกาล ปริมาณเกลือแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ สิ่งมีชีวิตใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจและกระบวนการย่อยสลายทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ในทางกลับกันปริมาณออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำส่วนใหญ่มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและสาหร่าย ฉะนั้นปริมาณออกซิเจนมักจะสูงสุดในเวลาบ่ายและต่ำสุดในเวลาใกล้รุ่ง หากในแหล่งน้ำมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงมากในตอนเช้ามีดอาจเกิดภาวะการขาดออกซิเจนได้ ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำควรมีอย่างน้อย 5.00 mg/l แต่ไม่ต่ำกว่า 3.00 mg/l เพราะจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนยังใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ

ที่สำคัญอย่างหนึ่งด้วย (ไมตรีและ จารุวรรณ, 2528 ; นันทนา, 2539) ปริมาณออกซิเจนในคลองแม่ข่ามีค่าระหว่าง 3.40 – 7.00 mg/l ในคูเมืองเชียงใหม่มีค่าระหว่าง 0.50 - 12.80 mg/l และในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลมีค่าระหว่าง 2.73 – 9.07 mg/l (วุฒินันท์และศิริเพ็ญ 2543 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543 ; Tularak et al., 2000) ปริมาณออกซิเจนยังมีผลโดยตรงต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่าย โดยมักพบ *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Spirulina*, *Chlorella* และ *Euglena* ในแหล่งน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำ *Spirulina*, *Chlorella*, *Phormidium bohneri* มาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (อิารงค์, 2539 ; จงกล, 2543 ; Dumas et al., 1998)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand ; BOD)

BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้ภาวะที่มีออกซิเจน ค่า BOD จะบอกถึงความสกปรกของแหล่งน้ำ หากค่า BOD สูงมากแสดงว่าในน้ำมีอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายอยู่มากและถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายซึ่งต้องใช้ออกซิเจนมากจึงอาจทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนได้ ในการวิเคราะห์หาค่า BOD₅ เป็นการทดสอบทางชีววิทยาเพื่อหาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °C ถ้าน้ำมีความสกปรกมากจำเป็นต้องทำให้ความสกปรกเจือจางลงอยู่ในระดับซึ่งสมมูลกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มจุลินทรีย์ในน้ำ ในการจำแนกประเภทของแหล่งน้ำโดยการใช้ค่า BOD (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) สามารถจำแนกเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ต้องมีค่า BOD น้อยกว่า 1.50 mg/l ประเภทที่ 2 ไม่เกิน 1.50 mg/l ประเภทที่ 3 ,4 และ 5 มีค่า BOD ไม่เกิน 2.00 mg/l, ไม่เกิน 4.00 mg/l และมีมากกว่า 4.00 mg/l ตามลำดับ ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำควรมีค่า BOD ไม่เกิน 20.00 mg/l (เปี่ยมศักดิ์, 2538 ; มั่นสิน, 2540 ; ธงชัยและวิบูลย์ลักษณ์, 2540) มีการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ซึ่งได้ทำการศึกษาตามระดับความลึกของแหล่งน้ำ พบค่า BOD 0 - 20.00 mg/l ที่ระดับความลึก 45 เมตรมีค่า BOD สูงที่สุด และ BOD ในคลองแม่ข่าและคูเมืองเชียงใหม่มีค่าสูงสุดถึง 15.00 mg/l และ 12.80 mg/l ตามลำดับ จัดได้ว่าเป็นแหล่งน้ำเสีย (อิารงค์ , 2542 ; นันท์ชลิ และ ศิริเพ็ญ , 2543 ; วุฒินันท์ และ ศิริเพ็ญ 2543 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543)

ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (chemical oxygen demand ; COD)

ค่า COD คือ ปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในการออกซิไดซ์ (oxidize) สารอินทรีย์โดยปฏิกิริยาทางเคมีและเป็นการวัดค่าความสกปรกของแหล่งน้ำโดยใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ที่มีออกซิไดซิงเอเจนต์ (oxidizing agent) อย่างแรงภายใต้ภาวะที่เป็นกรดเข้มข้น และมีอุณหภูมิสูง หลักการของ COD จะคล้ายกับ BOD เพียงแต่ BOD ต้องใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ส่วน COD ใช้ออกซิไดซิงเอเจนต์ โดยปกติค่า COD จะมากกว่า BOD เนื่องจากสารอินทรีย์ถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยไม่ต้องอาศัยความสามารถในการดูดซึมทางชีวเคมีของสารเหล่านั้น เช่น กลูโคส และ ลิกนิน จะถูกออกซิไดซ์อย่างสมบูรณ์ทำให้ค่า COD สูงกว่า BOD (มันลิน, 2540 ; ธงชัยและวิบูลย์ลักษณ์, 2540) ค่า COD ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารามีค่าอยู่ระหว่าง 0.8.00 – 4.40 mg/l และ ค่า COD ในคลองแม่ข่าและคูเมืองเชียงใหม่พบมีค่าระหว่าง 64.00 – 1,088.00 mg/l และ 9.62 - 256.00 mg/l (ศิริ และคณะ, 2542 ; วุฒินันท์ และ ศิริเพ็ญ 2543 ; ศิริเพ็ญ และคณะ, 2543)

Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

TKN หมายถึงผลรวมของแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) ประกอบไปด้วยพวกที่ละลายน้ำ (dissolved organic N) และพวกที่ไม่ละลายน้ำ (particulated organic N) อินทรีย์ไนโตรเจนถือเป็นคลังสะสมของไนโตรเจนในน้ำและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนีย ไนเตรท และ ไนไตรท์ ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนในแหล่งน้ำทั่วไปมีค่าต่ำได้ถึง 200.00 – 300.00 $\mu\text{g/l}$ และในน้ำทิ้งอาจสูงถึง 20.00 mg/l การหาค่า TKN มักทำโดยการเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียแล้วจึงวัดปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (มันลิน, 2540 ; ศิริเพ็ญ, 2543) Wetzel (1983) และ Lorraine and Vollenweider (1981) ได้ใช้ค่า Total nitrogen ในการบอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (trophic state) โดยใช้ควบคู่หรือแยกกับค่า Total phosphorus, Chlorophyll - a และ Secchi depth เป็นต้น โดยแหล่งน้ำที่เป็น Ultraoligotrophic status มีค่า Total nitrogen $<1.00 - 250.00 \mu\text{g l}^{-1}$, Oligomesotrophic status มีค่า $250.00 - 600.00 \mu\text{g l}^{-1}$, Mesoeutrophic status มีค่า $500.00 - 1100.00 \mu\text{g l}^{-1}$, Hypereutrophic status มีค่า $500.00 - 15000.00 \mu\text{g l}^{-1}$, และ Dystrophic $<1.00 - 500.00 \mu\text{g l}^{-1}$

ปัจจัยทางชีวภาพ

คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll – a)

คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุหลักในการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช เป็นสารสีเขียวมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ คลอโรฟิลล์ เอ สามารถพบได้ในแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายทุกชนิด โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่พบในแพลงก์ตอนพืชมีประมาณ 0.5 – 1.5 % ของน้ำหนักแห้ง (นันทนา, 2539 ; ลัดดา, 2542 ; ศิริเพ็ญ, 2543) ในการศึกษาคุณภาพน้ำอ่างแก้วและเขื่อนแม่กวงอุดมธารา พบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าระหว่าง 4.00 – 79.00 $\mu\text{g/l}$ และ 0 – 20.13 $\mu\text{g/l}$ (ชลินดา, 2539 ; หทัยทิพย์, 2539) การวัดปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ ทำให้ทราบถึงผลผลิตเบื้องต้นและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ สภาพแวดล้อมและปริมาณสารอาหารมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยพบว่าในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวดสมบูรณ์ชล มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ระหว่าง $5.92 - 17.76 \times 10^{-2} \mu\text{g/l}$ ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมากเนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารน้อย (อัมรงค์, 2542) แหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็น Ultraoligotrophic status มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.01-0.50 mg m^{-3} , Oligotrophic status มีค่า 0.30 – 3.00 mg m^{-3} , Mesotrophic status มีค่า 2.00 – 15.00 mg m^{-3} , Eutrophic status มีค่า 10.00 – 500.00 mg m^{-3} , และ Dystrophic status มีค่า 0.10 – 10.00 mg m^{-3} (Wetzel, 1983) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดโดย Lorraine and Vollenweider (1981) ในการบอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดย Oligotrophic status มีค่า 0.30-4.50 mg m^{-3} , Mesotrophic status มีค่า 3.00–11.00 mg m^{-3} , Eutrophic status มีค่า 2.70–78.00 mg m^{-3} และ Hyper-eutrophic status มีค่า 100.00 - 150.00 mg m^{-3}

ความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับปัจจัยทางกายภาพและทางเคมี

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ พบว่าน้ำบริเวณที่มีมลภาวะมากจะตรวจพบแพลงก์ตอนพืชเพียง 11 species โดยพบ *Euglena*, *Phacus* และ *Chlorococcum* มีความหลากหลายของชนิดต่ำ แต่ละชนิดพบในปริมาณที่มาก โดยพบทั่วไปตลอดทั้งแหล่งน้ำและตลอดการศึกษา ส่วนชนิดอื่น เช่น *Chroococcus*, *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Navicula*, *Cyclotella*, *Pinnularia* และ *Gomphonema* พบในบางจุดเก็บตัวอย่างและบางฤดูกาล จากการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ Species diversity index พบว่าสภาพของคูเมืองเชียงใหม่บางช่วงมีสภาพเป็น Oligosaprobic

และบางช่วงมีสภาพเป็น α - mesosaprobic โดยขึ้นอยู่กับฤดูกาลและการระบายน้ำเข้าคูเมือง เชียงใหม่ (ธเนศ, 2539)

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา แพลงก์ตอนพืชพบ ได้แก่ *Microcystis aeruginosa* Kutz , *Peridinium cinctum* (Muller) Ehrenberg , *Ceratium hirundinella* Schrank. และ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba เป็นชนิดเด่น ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบเฉพาะเขตร้อน และเขตอบอุ่นที่มีอากาศค่อนข้างร้อน การเจริญของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 4 ชนิด มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารโดยเฉพาะ *M. aeruginosa*. ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสรวม และปริมาณน้ำ โดยเมื่อปริมาณน้ำลดลงฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้น จำนวน *M. aeruginosa*. ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย และ *C. raciborskii* มีการเจริญแปรผกผันกับปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน ส่วน *P. cinctum* และ *C. hirundinella* มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสรวมโดยเฉพาะที่ระดับความลึก 5 เมตร ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด และโดยทั่วไปมักจะพบ *M. aeruginosa* ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก จึงสามารถจัดแหล่งน้ำได้เป็นประเภทที่ 2 ถึง 3 โดยใช้มาตรฐานน้ำผิวดินและหากจัดตามปริมาณสารอาหารได้เป็น Mesotrophic status ถึง Eutrophic status (ชลินดา, 2539 ; ปริญา, 2540 ; Mason, 1996 ; Peerapornpisal *et al.*, 1999a)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว พบว่าปริมาตรชีวภาพ (biovolume) ของแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยมีค่าสูงสุดในฤดูฝนและลดลงในฤดูหนาว และมีน้อยที่สุดในฤดูร้อน ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชบริเวณที่แสงส่องถึง (photic zone) มีมากกว่าบริเวณที่แสงส่องไม่ถึง (aphotic zone) และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาตรชีวภาพ แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่น คือ *Planktolyngbya limnetica*, *Aulacoseira granulata*, *Euglena acus* และ *Trachelomonas volvocina* โดยเฉพาะ *Euglena acus* มีจำนวนมากในฤดูร้อนในขณะที่คุณภาพน้ำมีปริมาณสารอาหารมาก (โคมยง, 2541)

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่าในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากอุณหภูมิ แสงสว่าง และความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำ โดยพบแพลงก์ตอนพืช class Bacillariophyceae และ class Chlorophyceae โดยเฉพาะชนิดที่มีรูปร่างกลมรีในแม่น้ำที่น้ำไหลเชี่ยวและในแหล่งน้ำตื้น พบ *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Eudorina*, *Pediastrum* และ *Melosira* แพลงก์ตอนพืชที่พบบางสกุลมีลักษณะไม่เหมือนกัน อาจเนื่องมาจากลักษณะของแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์และอุณหภูมิของแหล่งน้ำ (ศุขารุณ, 2542)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำตามระดับความลึก ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล พบว่าการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชขึ้นอยู่กับความเข้มแสง ซึ่งแปรผกผันกับระดับความลึก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการปัจจัยทางเคมีโดยพบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์เชิงลบกับไนเตรท แอมโมเนียและฟอสเฟตฟอสฟอรัส และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า pH ในเกือบทุก Division ยกเว้น Euglenophyta นอกจากนี้ค่า DO และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช อาจกล่าวได้ว่าที่ระดับความลึกที่แสงส่องถึงค่าสารอาหารต่าง ๆ จะมีน้อยเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชมีการสังเคราะห์แสงทำให้ค่า DO เพิ่มขึ้นและมีการใช้สารอาหารในการเจริญเติบโตจึงทำให้ปริมาณสารอาหารน้อยลง แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่น คือ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz) Seenayya & Subba และ *Lyngbya limnetica* Lemmerman. (นันทสิทธิ์ และ ศิริเพ็ญ, 2543)

การศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชในการประเมินคุณภาพน้ำใน อ่างเก็บน้ำ Roznow ซึ่งอยู่ตอนใต้ของประเทศโปแลนด์ ทำการศึกษาโดยการนำชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผ่านมา แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่นใน ค.ศ. 1940 ได้แก่ chrysophytes-dinoflagellates และ diatom-chlorophytes ใน ค.ศ. 1950 พบ diatom-dinoflagellates และ diatom-chrysophytes- dinoflagellates-cyanophytes ใน ค.ศ. 1960 พบ diatom-cryptophytes และใน ค.ศ. 1980 พบ cyanophytes-chlorophytes การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำสามารถบอกสถานะของแหล่งน้ำได้แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่ละน้อยจะเห็นได้ว่าเมื่อทราบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชจะสะท้อนให้เห็นว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเริ่มมีสภาพเปลี่ยนไป (Bucka, 1986)

รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ Manton ในประเทศออสเตรเลีย พบว่าในช่วงฤดูร้อนน้ำในอ่างเก็บน้ำมีการผสมกันเพียงครั้งเดียวตลอดทั้งปี ทำให้แพลงก์ตอนพืชมีการผสมกัน แพลงก์ตอนพืชที่พบในช่วงนั้นเป็นพวกไดอะตอมโดยเฉพาะ *Aulacoseira granulata* เมื่อเวลาผ่านไปน้ำกลับสู่สภาพเดิมและมีการจมตัวของไดอะตอมก็จะพบ *Peridinium*, desmids, และ *Botryococcus* เป็นชนิดเด่นแทนไดอะตอม (Townsend and Luong-Van, 1998)