บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

น้ำเป็นปัจจัยจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบและใช้น้ำเป็นตัวกลางของปฏิกิริยาเคมี โดยทั่วไปพื้นผิวโลกมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 71% ในส่วนประกอบนี้เป็นน้ำจืด 0.009% และน้ำเค็ม 97.6% (Wetzel, 2001) สิ่งมีชีวิตส่วนมากใช้น้ำจืดในชีวิตประจำวันมากกว่าน้ำเค็ม แหล่งน้ำจืดจึงมีความสำคัญต่อมนุษย์และสัตว์ โดยเฉพาะมนุษย์ใช้น้ำจืดในการอุปโภคและบริโภค ดังนั้นมนุษย์จึงหาวิธีเก็บกักน้ำ วิธีการหนึ่งที่นิยม คือ การสร้างเขื่อน ในปัจจุบันเขื่อนจึงปรากฏให้เราเห็นมากมาย เขื่อนบางลาง (รูปที่1) เป็นเขื่อนที่สำคัญทางภาคใต้ ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำแห่งแรกในภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งเขื่อนนี้ได้สร้างกั้นแม่น้ำปัตตานี ที่มีต้นน้ำอยู่บนทิวเขาสันกาลาคีรี ซึ่งเป็นเส้นกั้นเขตแดนระหว่างราชอาณาจักรไทยในเขตอำเภอเบตง จังหวัดยะลากับสหพันธรัฐมาเลเซีย เป็นแม่น้ำที่มีต้นน้ำอยู่ตอนใต้สุดของประเทศ และไหลลงสู่อ่าวไทยในท้องที่จังหวัดปัตตานี เนื่องจากต้นน้ำของแม่น้ำปัตตานี มีความลาดเอียงมาก (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2524) ดังนั้นในเวลาฝนตกจะมีน้ำไหลลงมาอย่างฉับพลัน ทำให้เกิดน้ำท่วมบริเวณอำเภอบันนังสตา ลงมาถึงอำเภอเมืองยะลา เป็นประจำเมื่อลำน้ำไหลออกสู่ที่ราบ ซึ่งมีความลาดเทน้อยน้ำจึงไหลช้า และน้ำเอ่อท่วมในทุ่งราบเป็นเวลานาน ทำความเสียหายให้แก่การเพาะปลูกอยู่เสมอ การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุหลักในการสร้างอ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีคลอโรฟิลล์ สามารถสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้พลังงานแสงเพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนที่มาจากน้ำหรือแหล่งไฮโดรเจนอื่นๆให้เป็นอินทรีย์สาร (Graham and Wilcox, 2000) และเกิดก๊าซออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ แพลงก์ตอนพืช

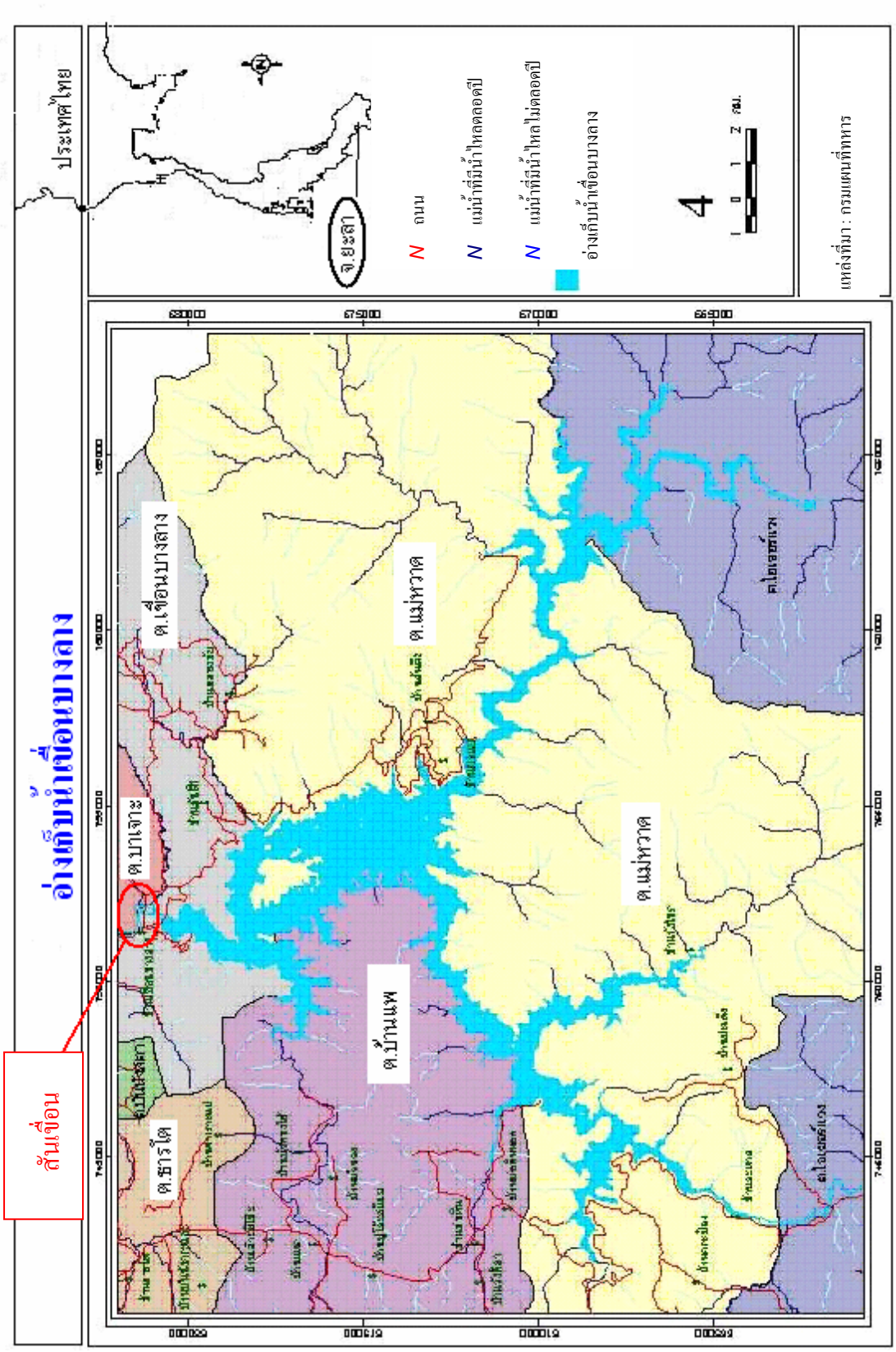
มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น เป็นสิ่งมีชีวิตที่ให้ทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์และสัตว์ ในด้านประโยชน์ ผลิตออกซิเจนให้สิ่งมีชีวิตในน้ำ เพื่อใช้ในการดำรงชีพ ทั้งการหายใจของสิ่งมีชีวิตและการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย การดึงสารอาหารไปใช้ของแพลงก์ตอนพืช ทำให้น้ำมีปริมาณของอนินทรีย์สารลดลง ส่งผลให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น ในด้านตรงข้าม แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถผลิตสารพิษที่มีผลต่อระบบประสาทและตับ (neurotoxins and hepatotoxins) ซึ่งมีผลทำให้มนุษย์และสัตว์ ที่ได้รับพิษเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีอุบัติการณ์หนึ่งเกิดขึ้นในแหล่งน้ำหลายแห่งในประเทศไทย ทั้งในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เหตุการณ์นั้นคือการเจริญอย่างรวดเร็วของสาหร่าย *Microcystis aeruginosa* Kütz. ซึ่งเป็นสาหร่ายที่สร้างสารพิษไมโครซิสติน (microcystin) สารพิษนี้หากผ่านเข้าไปในห่วงโซ่อาหาร มีผลต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทำให้ตับอักเสบและเร่งการเกิดมะเร็งในตับ (อาภารัตน์ มหาขันธ์, 2539) ในภาคเหนือ มีรายงานว่าพบสาหร่ายชนิดนี้ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่จะนำมาทำน้ำดิบเพื่อการประปาในเดือนเมษายน 2542 มีปริมาณเซลล์มากกว่าที่จะยอมรับได้ (ยุวดี พีรพรพิศาลและคณะ, 2542) สำหรับในภาคใต้แม้ว่ายังไม่เคยมีรายงานปรากฏการณ์นี้ แต่ในอนาคตหากสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงและอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญของสาหร่ายพวกนี้ อาจส่งผลให้เกิดปัญหาจากสาหร่ายชนิดนี้ได้เช่นกัน

การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชนอกจากต้องอาศัยน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และพลังงานจากแสงแดดแล้ว ยังต้องอาศัยปัจจัยต่างๆในแหล่งน้ำ เช่น สารอาหารไนเตรท แอมโมเนีย และฟอสเฟตในรูปต่างๆเป็นต้น เพื่อช่วยในกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆภายในเซลล์ การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือ ชนิดและปริมาณของสารอาหารในแหล่งน้ำนั้น (Harris, 1986) ซึ่งชนิดและปริมาณของสารอาหารดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ด้วยเหตุนี้จึงสามารถใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536) เช่น *Cyclotella* spp., *Melosira* spp. สามารถใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำดีหรือมีปริมาณสารอาหารน้อย ส่วน *Euglena* spp. และ *Oscillatoria* spp. ใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำเสียหรือแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปริมาณมาก (Palmer, 1969) แพลงก์ตอนพืช

จึงเป็นกลจักรสำคัญในการศึกษานิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ ในธรรมชาติมีปัจจัยมากมายทั้งปัจจัยทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพที่ควบคุมการแปรผันของแพลงก์ตอนพืช ในสภาพที่มีผลร่วมกัน (combination) การนำมาจำลองให้เหมือนธรรมชาติ ในห้องทดลองจึงทำได้ยาก

เนื่องจากผลที่ได้อาจมีความขัดแย้งกับความเป็นจริงในธรรมชาติ การศึกษาทางนิเวศวิทยาที่ได้ผลดี ควรเป็นการติดตามผลอย่างต่อเนื่องในสถานที่นั้นๆ การแปรผันของแพลงก์ตอนพืชในธรรมชาติ อาจเกิดจากความสมดุลของสัดส่วนของสารอาหาร ผลจากการถูกกิน การใช้อาหารและการเจริญเติบโตในสภาวะแวดล้อมในขณะนั้น จึงไม่สามารถที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของแพลงก์ตอนพืชจากสารอาหารในระบบนิเวศเพียงอย่างเดียวได้ (Harris, 1986) ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพและทางเคมีบางปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ มีความสำคัญในด้านเป็นตัวกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำด้วย จึงสามารถศึกษาการแปรผันของแพลงก์ตอนพืชควบคู่กับการศึกษาคุณภาพน้ำด้วย ผลที่ได้ยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการแหล่งน้ำได้อีกด้วย

อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลางจัดเป็นเขื่อนเอนกประสงค์ สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ทางด้านป้องกันอุทกภัย การชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การประมง และการพักผ่อนหย่อนใจ ยังใช้ประโยชน์ในโรงงานอุตสาหกรรมและการผลิตน้ำประปา เพื่ออุปโภคและบริโภคของประชาชนในบริเวณจังหวัดยะลาและจังหวัดปัตตานี ดังนั้นการศึกษาแพลงก์ตอนพืชควบคู่กับการศึกษาคุณภาพน้ำ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยการศึกษาแพลงก์ตอนพืชทั้งชนิดและจำนวน ควบคู่กับการตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมี นอกจากทำให้ทราบคุณภาพน้ำ ยังสามารถทราบปัจจัยที่มีผลต่อการแปรผันของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ รวมถึงการใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่ศึกษาได้อีกด้วย ตลอดจนสามารถใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำในการวางแผนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำให้เป็นระบบต่อไปโดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำในอนาคต



รูปที่ 1 ที่ตั้งอ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง จังหวัดยะลา

การตรวจเอกสาร

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ล่องลอยในน้ำ พบทั้งในระบบนิเวศน้ำจืดและน้ำเค็ม สามารถสร้างอาหารเองได้ (autotrophic) เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งทำให้สามารถตรึงพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการสังเคราะห์ด้วยแสง เปลี่ยนให้พลังงานแสงอยู่ในรูปของคาร์บอน ซึ่งใช้ในการถ่ายทอดพลังงานต่อไปในสายใยอาหารของแหล่งน้ำ ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ บี* และ*ซี* จะมีค่าแปรผันตามปัจจัยทางเคมีและกายภาพ (Shukla *et al.*,1994) แพลงก์ตอนพืชมีลักษณะสัณฐานวิทยาทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ ขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร เป็นเส้นสาย (filament) และรวมเป็นกลุ่มก้อน (colony) ขนาดใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร การเจริญของสิ่งมีชีวิตพวกนี้ขึ้นกับแสงและสารอาหาร ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำชั้นที่มีแสงส่องถึงอย่างมีประสิทธิภาพ มีก๊าซแวคิวโอล (gas vacuoles) ควบคุมการลอยตัว บางชนิดมีแฟลเจลลา (flagella) ช่วยในการเคลื่อนที่ ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนครอบคลุมผิวหน้าน้ำได้ดี (Graham and Wilcox, 2000) ในแหล่งน้ำบางแห่งจะสังเกตเห็นว่าน้ำเป็นสีเขียว หรือสีออกเขียวแกมน้ำเงิน นั่นแสดงว่าน้ำนั้นมีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชอยู่มาก สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาวะของแหล่งน้ำได้ (Lehman and Smith, 1991)

ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาของแพลงก์ตอนพืช ทำให้แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายของชนิดมาก การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้แตกต่างกัน อีกทั้งยังพบได้ทุกหนทุกแห่ง จึงทำให้แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่ได้รับความสนใจมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะนักนิเวศวิทยา ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจนกระทั่งถึงปัจจุบัน มีการศึกษาแพลงก์ตอนพืชทั้งชนิดและปริมาณ ตลอดถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของแพลงก์ตอนพืช เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาคุณภาพน้ำ และใช้แพลงก์ตอนพืชในการเป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำ โดยแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดี (oligotrophic) มีความเค็มต่ำและมีความเป็นกรดเล็กน้อย ชนิดเด่น คือ *Staurodesmus, Staurastrum* และที่พบปกติคือ *Sphearocystis, Gloeocystis, Rhizosolenia* และ *Tabellaria* แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีมีสารอาหารน้อย (oligotrophic) มีความเป็นกลางถึงเป็นด่างเล็กน้อย กลุ่มเด่น คือ *Cyclotella* spp. และ *Tabellaria* ส่วนแพลงก์ตอนพืชชนิดที่พบโดยทั่วไป คือ *Asterionella* spp. *Melosira* spp. และ

Dinobryon แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีมีสารอาหารน้อย (oligotrophic) มีสภาพเป็นด่างหรือมีผลผลิตสูงช่วงที่มีสารอาหารลดลง แพลงก์ตอนพืชเด่น คือ *Oocystis* และ *Botryococcus* สำหรับ

แพลงก์ตอนพืชที่พบทั่วไป คือ diatom ชนิดที่พบในน้ำคุณภาพดี สำหรับแหล่งน้ำที่น้ำมี

คุณภาพน้ำปานกลาง (mesotrophic) น้ำมีสภาพเป็นกลางถึงเป็นด่างเล็กน้อย บางช่วงมีสารอาหารสูง ชนิดเด่นคือ *Peridinium* และ *Ceratium* ชนิดที่พบปกติ คือ *Glenodinium* ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก(eutrophic) น้ำเป็นด่างและมีสารอาหารสูง ชนิดเด่นคือ diatoms เกือบตลอดปี โดยเฉพาะ *Asterionella* spp., *Fragillaria crotenensis*, *Synedra, Stephanodiscus* และ *Melosira granulata* ที่พบทั่วไป คือ พวกสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สำหรับในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก (eutrophic) แต่น้ำมีสภาพเป็นด่าง มีสารอาหารสูง และช่วงที่อุณหภูมิสูง บริเวณแถบอบอุ่น ชนิดเด่นคือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยเฉพาะ *Microcytis*, *Aphanizomenon* และ *Anabaena* ชนิดที่พบปกติ คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หากสารอาหารสูงและมีความเป็นด่างสูงเป็น พวก Euglenoid (Wetzel, 2001)

สำหรับความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชถูกควบคุมโดยปัจจัยสิ่งแวดล้อม แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีหรือมีสารอาหารน้อย จะพบว่ามีความหลากหลายของชนิดมาก ในทางตรงข้ามหากเป็นแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก ความหลากหลายของชนิดมีน้อย แต่มีจำนวนมากในแต่ละชนิด (Wood, 1972; Kwadrans *et al*., 1994; Wetzel, 2001 และ ธเนศ วงศ์ยะลา, 2539) ภายในอ่างเก็บน้ำความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างกันในบริเวณที่ต่างกัน เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยบริเวณหน้าเขื่อน (Lacustrine zone) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำต่ำ และเป็นสถานีพักน้ำก่อนปล่อยออกจากเขื่อน น้ำค่อนข้างใส ทำให้มีความลึกที่แสงส่องถึงมาก แต่มักพบว่ามีความจำกัดของสารอาหาร ทำให้น้ำมีคุณภาพดี มีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าบริเวณทางน้ำเข้า ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับสารอาหารจากแม่น้ำและการชะล้างของผิวดินมาก กระแสน้ำมีความเร็วมาก ทำให้น้ำขุ่นและเป็นผลให้แสงเป็นปัจจัยจำกัด (Wetzel, 2001)

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทย เริ่มต้นในศตวรรษที่ 19 ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบมีจำนวน 1,001 ชนิด (Wongrat, 1998)

สำหรับความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำที่มีคุณภาพน้ำดี ห้วยสงสัย จังหวัดชลบุรี พบจำนวน 30 ชนิด กลุ่ม Chlorophyta เป็นกลุ่มเด่น โดยพบจำนวน 16 ชนิด (กัลยา บุญเผือกและคณะ, 2546) และ อ่างเก็บน้ำซับตะเคียน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดี แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ *Pediastrum simplex, Closterium parvulum* และ *Anabaenopsis elenkinii* (วันทนี ปานเจริญและปริญญา สาคระพันธ์, 2546) ในอ่างเก็บน้ำที่น้ำมีคุณภาพปานกลาง (mesotrophic) เช่น อ่างเก็บน้ำลำตะคอง พบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 138 ชนิด กลุ่ม Chlorophyta เป็นกลุ่มเด่น และมี *Psudoanabaena limnetica* Komarek เป็นชนิดเด่น (นพรัตน์ ภนุวณิชชการ และ ยุวดี พีรพรพิศาล, 2546) ในอ่างเก็บน้ำสวนพฤกษศาสตร์วรรณคดีภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งน้ำมีคุณภาพปานกลางเช่นกัน พบแพลงก์ตอนพืชเพียง 61 ชนิด โดยมี *Staurastrum octoverucosum* Scott&Granbl เป็นชนิดเด่น (ลานทอง ธิติสุทธิ และยุวดี พีรพรพิศาล, 2546) สำหรับอ่างเก็บน้ำที่มีคุณภาพน้ำปานกลางถึงต่ำ (meso-eutrophic) เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง พบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 122 ชนิด กลุ่ม Chlorophyta เป็นกลุ่มเด่น มีจำนวน 43 ชนิด (ยุวดี พีรพรพิศาลและคณะ, 2542) สำหรับอ่างเก็บน้ำที่มีคุณภาพน้ำต่ำ (eutrophic) มีสารอาหารสูง เช่น อ่างเก็บน้ำห้วยซับเหล็ก มี *Aulacosseira granulata, Microcystis aeruginosa* และ *Microcystis* sp. เป็นชนิดเด่น (วันทนี ปานเจริญและปริญญา สาคระพันธ์, 2546)

ในอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก พระราม 9 จังหวัดปทุมธานี จัดเป็นแหล่งน้ำประเภท 2 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน โดยในอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีความลึกเฉลี่ย 16.4 เมตร น้ำมีสารอาหารปานกลางถึงมาก พบแพลงก์ตอนพืช 86 ชนิด ใน 6 กลุ่ม ในอ่างเก็บน้ำที่ 2 มีความลึกเฉลี่ย 20.33 เมตร น้ำมีสารอาหารน้อยถึงปานกลาง พบแพลงก์ตอนพืช 59 ชนิด ใน 6 กลุ่ม (Pongswat, 2002)

การศึกษาแพลงก์ตอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง มีค่อนข้างน้อย การสำรวจแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำ มีรายงานครั้งแรกในปี พ.ศ. 2528 โดยถวัลย์ ชูขจร และคณะ (2528) พบว่าน้ำมี

คุณภาพปานกลาง ค่าอุณหภูมิ 29.2-32.6 องศาเซลเซียส ค่าความลึกที่แสงส่องถึง 1.10-2.8 เมตร ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) 6-8.7 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) 4.9-7.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าความเป็นเบส (akalinity) 28-40 มิลลิกรัมต่อลิตร พบแพลงก์ตอนพืช 31 ชนิด เฉลี่ย 1,641 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร ดิวิชัน Chlorophyta มีความหลากหลายสูงสุด (11 ชนิด) *Ceratium* sp. มีความหนาแน่นสูงสุด 1,887.5 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร ในปี 2537 พบว่ามีค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 6.8 อุณหภูมิ 30 ค่าการนำไฟฟ้า 45 ไมโครโอห์มต่อเซนติเมตร ไนเตรท 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นเบส 18.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ จากรายงานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลางจากกองอนามัย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ. 2542) พบว่าคุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกับที่ ถวัลย์ ชูขจร และคณะ (2528) ได้รายงานไว้

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำในต่างประเทศ ในอ่างเก็บน้ำ Grand ซึ่งน้ำมีคุณภาพดีถึงปานกลาง พบแพลงก์ตอนพืช 245 ชนิด เป็นไดอะตอมถึง 136 ชนิด โดยมี *Melosira granula*ta และ *Cymbella minuta* เป็นชนิดเด่น (Pfiester *et al*., 1980) ส่วนมากในต่างประเทศนิยมศึกษาการแปรผันตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากมีฤดูกาลชัดเจน ในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ Carl Blackwell ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งอยู่ทางเหนือของรัฐ Oklahoma อุณหภูมิอยู่ในช่วง 2.9-29.2 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 6.2-15.1 มิลลิกรัมต่อลิตร พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นทั้งหมด 21 ชนิด Chlorophyta มีความหลากชนิดมากที่สุดถึงจำนวน 9 ชนิด โดย ช่วงฤดูฝน *Aphanizomenon* มีความชุกชุมมากที่สุด ส่วนในฤดูร้อน คือ *Anabaena* และ ช่วงฤดูใบไม้ผลิ คือ *Melosira* (Randolph and Wilhm,1984) ต่างกับอ่างเก็บน้ำ Keban ในประเทศตุรกี ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เช่นกัน เก็บกักน้ำได้มากกว่า 30 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในช่วงปี 2534-2536 พบว่าความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชจะมีค่าต่ำในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว และจะมีค่าสูงขึ้นในฤดูใบไม้ผลิ กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่มีความหลากชนิดที่สุด คือ Bacillariophyta แพลงก์ตอนพืชที่พบมากทุกฤดูกาล คือ *Cyclotella* sp., *Melosira granulata*, *Oscillatoria* sp., *Pediastrum simplex* และ P. *dublex* (Akbay *et al*., 1999) อ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณสารอาหารสูง เช่น Cúber ในประเทศสเปน

พบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความชุกชุมสูงสุดในฤดูใบไม้ผลิ และต่ำสุดช่วงปลายฤดูร้อนถึงต้นฤดูใบไม้ร่วง (MoyÁ and Ramón, 1984)

มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton biomass)

มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชหรือ Standing crop เป็นค่าที่ใช้ประเมินค่าเชิงปริมาณของมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งมีวิธีการหาได้หลายวิธี แต่วิธีที่มีการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ การหาน้ำหนักแห้ง (dry weight), น้ำหนักเถ้า (ash-free dry weight), คลอโรฟิลล์ *เอ*, และปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช (biovolume) โดยค่า 1.5% ของน้ำหนักเถ้าแห้งของสาหร่าย มีค่าเท่ากับปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สำหรับคลอโรฟิลล์ *เอ* สามารถใช้เป็นตัวประเมินมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชโดยรวม เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชทุกชนิดมีคลอโรฟิลล์ *เอ* และวิธีการวิเคราะห์ทำได้ไม่ยาก การหาโดยวิธีนี้มีค่าคลาดเคลื่อนจากการเปลี่ยนแปลงเม็ดสีและปัจจัยจำกัด โดยค่ามวลชีวภาพมีค่าเท่ากับปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* คูณด้วย 67 (APHA, 1992).

การหาค่ามวลชีวภาพ โดยการหาปริมาตรชีวภาพ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ให้ค่าเที่ยงตรงมาก โดยมีค่าคลาดเคลื่อนก๊าซแวคิวโอล ซึ่งเป็นช่องว่างภายในเซลล์ (Stevenson *et al*., 1996) เป็นการหาค่ามวลชีวภาพที่ทำได้ดีกว่าการหาค่าปริมาณในรูปของจำนวนแต่ละชนิด เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดแตกต่างกันมาก อีกทั้งมีความหลากหลายของชนิดมากอีกด้วย การหาค่าปริมาตรชีวภาพ กระทำโดยหาค่าปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด จากการวัดขนาดและนำค่าไปแทนในสูตรเรขาคณิต เช่น สูตรทรงกลม, ทรงกระบอก, ทรงกรวยเป็นต้น จากนั้นนำค่าขนาดของแต่ละชนิดไปคูณกับปริมาณของแต่ละชนิด โดยผลรวมของปริมาตรทั้งหมดจะเป็นค่ามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช นิยมวัดค่าเป็นลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลิตร (APHA, 1992) นอกจากนี้ยังหาความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชจากค่าปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช (Margalef,1978) เพื่อจัดกลุ่ม(Cluster)

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีหรือมีสารอาหารน้อย มวลชีวภาพมีค่า 1,000-3,000 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เมตร กลุ่มเด่น คือ กลุ่ม Chrysophyta, Crytophyta และ Dinophyta

สำหรับแหล่งน้ำที่มีคุณภาพปานกลางหรือมีสารอาหารไม่มาก มวลชีวภาพมีค่า 3,000-5,000 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เมตร กลุ่มเด่น คือ พวก Bacillariophyta และถ้าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำต่ำหรือมีสารอาหารมาก มวลชีวภาพมีค่ามากกว่า 5,000 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เมตร กลุ่มเด่น คือ กลุ่ม Bacillariophyta, Cyanophyta และ Euglenophyta (Wetzel, 2001) นอกจากยังมีผู้ใช้ปริมาตรชีวภาพ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพน้ำ เช่น Vollenweider (1968); Heinonen (1980); Rott (1984) และ Brettum (1989 อ้างโดย Tolotti, 2001) ดังแสดงในตารางภาคนวก ข ที่ 12

มวลชีวภาพบริเวณเขตอบอุ่น มักแปรผันตามฤดูกาล โดยเขตร้อนการแปรผันตามฤดูกาลไม่ชัดเจน จากอิทธิพลของลมมรสุม มวลชีวภาพในอ่างเก็บน้ำบริเวณกลางเขื่อน (transition zone) เป็นบริเวณที่มีมวลชีวภาพสูงสุด รองลงมา คือบริเวณหน้าเขื่อน (lacustrine zone) และบริเวณทางน้ำเข้า (riverine zone) ตามลำดับ เนื่องจากปัจจัยจำกัดด้านแสงและสารอาหาร (Wetzel, 2001)

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำจำนวน 12 แห่ง ใน Ohio ระหว่างเดือน เมษายน 2541 ถึง เดือน ตุลาคม 2543 พบว่ามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำจะมีค่าต่ำกว่าในทะเลสาบ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจจะเนื่องจากในอ่างเก็บน้ำมีข้อจำกัดของแสง จากการที่มีกระแสน้ำไหลผ่านตลอด มีผลทำให้น้ำขุ่นและปริมาณของฟอสฟอรัสที่สาหร่ายสามารถนำไปใช้ได้มีน้อย (Knoll *et al*., 2003)

ในแหล่งน้ำที่น้ำมีคุณภาพดี ผลผลิตหรือมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชมีค่าต่ำ และมีค่าใกล้เคียงกันในแนวลึก หากเป็นแหล่งน้ำที่น้ำมีคุณภาพปานกลาง มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือมีผลผลิตปานกลาง และมีค่าสูงที่ระดับต่ำกว่าผิวน้ำเล็กน้อยและลดลงตามแนวระดับความลึกและต่ำสุดที่พื้นท้องน้ำ หากเป็นแหล่งน้ำที่น้ำมีสารอาหารมากหรือคุณภาพน้ำต่ำ มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชมีค่าสูงสุดหรือมีผลผลิตสูงและลดลงตามแนวระดับความลึกอย่างรวดเร็ว และต่ำสุดที่พื้นท้องน้ำ (Wetzel, 2001)

ในอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก พระราม 9 จังหวัดปทุมธานี จัดเป็นแหล่งน้ำประเภท 2 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน โดยในอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีความลึกเฉลี่ย 16.4 เมตร น้ำมีสารอาหารปานกลางถึงมาก แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่มีมวลชีวถาพสูง คือ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba, *Peridiniopsis cunningtonii* Lemmerman, *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg, *Peridinium* sp.1 และ *Ceratium furcoides* (Levandre) Langhans. ในอ่างเก็บน้ำที่ 2 มีความลึกเฉลี่ย 20.33 เมตร น้ำมีสารอาหารน้อยถึงปานกลาง แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่มีมวลชีวภาพสูง คือ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba, *Peridiniopsis cunningtonii* Lemmerman, *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg, *Peridinium* sp.1 และ *Ceratium furcoides* (Levandre) Langhans. และ *Anomoeoneis vitrea* (Grunow) Ross. (Pongswat, 2002)

ปัจจัยสภาวะแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของแพลงก์ตอนพืช (factors controlling phytoplankton succession and biomass)

มีปัจจัยหลายชนิดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของแพลงก์ตอนพืช ทั้งปัจจัยภายในจากการที่มีความแตกต่างทางสรีรวิทยาของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด ทำให้มีความจำเพาะของปัจจัยต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชในการเจริญเติบโต (Tilman *et al*., 1986) ส่วนปัจจัยภายนอกที่สำคัญ 2 อย่าง คือ ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางเคมี ปัจจัยที่เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตหรือปัจจัยจำกัด จะมีความแตกต่างกันในแต่ละเวลาและสถานที่ บางครั้งมีปัจจัยควบคุมเพียงตัวเดียว บางครั้งมีปัจจัยหลายตัวร่วมกัน ในน้ำพุร้อนการเจริญของสาหร่ายขึ้นกับ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแร่ธาตุ (ประวิทย์ พิทักษ์วาปี, 2533) ส่วนในอ่างเก็บน้ำ ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช คือ ปริมาณสารอาหาร แสง การผสมของน้ำ ช่วงเวลาการพักน้ำ และอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังถูกควบคุมโดยการกินของแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งมีความซับซ้อนอีกด้วย ปัจจัยอื่นๆที่มีผลเกี่ยวข้องเช่นกัน คือ ตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งน้ำ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำและบริเวณรอบๆ ความลึกและรูปร่างของอ่างเก็บน้ำ การปล่อยน้ำและฤดูกาล (Lawrence *et*

al., 2000) การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบ 16 แห่ง ในประเทศอิตาลี ซึ่งเป็นแหล่งที่น้ำมีคุณภาพดี พบว่ามวลชีวภาพของ *Gymnodinium uberrimum* และ *Peridinium cinctum* มีสัดส่วนมากที่สุด โดยสารอาหารเป็นปัจจัยหลักในการควบคุมมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชโดยรวม เช่น ไดอะตอม (diatoms) ต้องการซิลิกา (silica) เพื่อสร้างโครงสร้าง (frustule) จึงไม่พบแพลงก์ตอนพืชพวกนี้ ในแหล่งน้ำที่มีซิลิกาความเข้มข้นต่ำ หรือในสภาวะที่น้ำมีความเข้มข้นของไนโตรเจนต่ำ จะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด ซึ่งมีความสามารถในการเจริญในสภาพแหล่งน้ำที่มีไนโตรเจนจำกัด โดยการตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศได้ ซึ่งสาหร่ายพวกนี้มีเซลล์พิเศษคือ เฮกทอโรซีสต์ (heterocyst) หรือภายในมีเอนไซม์ (enzymes) ช่วยในการตรึงไนโตรเจน (Feuillade, 1989) นอกจากนี้พบว่าความเป็นกรด-เบส และปริมาณแร่ธาตุ เป็นปัจจัยหลักในการควบคุมการเจริญเติบโตของพวกไดอะตอมในทะเลสาบ Damello-Brenta ประเทศอิตาลี (Tolotti, 2001)

ปัจจัยทางเคมี (chemical factors) เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ นอกจากนั้นยังสามารถใช้คุณสมบัติทางเคมีเป็นตัวกำหนดคุณภาพน้ำ ปัจจัยทางเคมีที่สำคัญ เช่น

สารอาหาร (nutrients) สารอาหารมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Fogg, 1971) ธาตุอาหารหลักที่แพลงก์ตอนพืชต้องการมี C, H, O, N, P, K, S, Si, Mg, Na, และ Ca ธาตุสารอาหารรองมี Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo และ Bo (Talling, 1962 และ Wetzel, 1975) ในแหล่งน้ำต่างๆจะมีสารอาหารซึ่งเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการเจริญเติบโตของพืชและแพลงก์ตอนพืชเจือปนอยู่ สารอาหารต่างๆ นอกจากจะเกิดจากการย่อยสลายของแบคทีเรียในธรรมชาติ ยังเกิดจากการที่น้ำฝนละลายชะล้างแร่ธาตุ หิน ฟอสฟอรัสและไนโตรเจน มีผลต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบ คือ เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตหรือ primary limiting nutrient (Aldridge *et al*., 1993) โดยสารอาหารรูปที่จำเป็นที่สุดต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้แก่ ไนเตรท และฟอสเฟต (Talling, 1962) ฟอสฟอรัสทั้งหมด ออร์โธฟอสเฟต ไนโตรเจนทั้งหมดเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำ (สุคนธ์ คล่องดี, 2534 และพจนีย์ ศรีสุวรรณ, 2536) ความเข้มข้นของสารอาหารก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณ

ของแพลงก์ตอนพืช (Kalff and Knoechel, 1978) โดยพบว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบ เนื่องจากมักพบว่ามีฟอสฟอรัสปริมาณน้อยในทะเลสาบ ในทะเลมักพบว่ามีปริมาณไนโตรเจนต่ำ และพบว่าไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดในทะเล(Harris, 1986)

ไนโตรเจน (nitrogen) ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำมาก เพราะเป็นส่วนประกอบของอินทรีย์สารหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันบางชนิด ฉะนั้นสารประกอบไนโตรเจน จึงเป็นตัวควบคุมความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำตัวหนึ่ง ไนโตรเจนเข้าสู่แหล่งน้ำทั้งทางอากาศ และอาจถูกน้ำชะผ่านผิวหน้าดินหรือจากน้ำใต้ดินและหมุนเวียนในวัฏจักรของแหล่งน้ำ หลังจากสารประกอบไนโตรเจนเข้ามาอยู่ในระบบนิเวศ จะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพจากสารอินทรีย์ไปเป็น สารอนินทรีย์ และจากสารอนินทรีย์ไปเป็นสารอินทรีย์ กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทั้งปฏิกิริยาทางเคมีทั้งที่มีและไม่มีสิ่งมีชีวิตเข้ามาเกี่ยวข้อง พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญมากผิดปกติได้ คือ 0.1-1 มิลลิกรัมต่อลิตรไนโตรเจน (Smith, 1990) ไนโตรเจนในแหล่งน้ำมีอยู่ในหลายรูป เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536) โดยแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้ทั้งสามรูป แต่ส่วนใหญ่สาหร่ายนำไปใช้ในรูปของไนเตรทและแอมโมเนีย (Keeney, 1970 และ Smith, 1990) แพลงก์ตอนพืชสามารถนำแอมโมเนียไปใช้ได้โดยตรง ส่วนไนไตรท์จะเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรทโดยแบคทีเรีย และจะต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการนี้ด้วย ดังนั้นถ้ามีปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมากก็แสดงว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง และเป็นสภาวะที่เหมาะกับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (วิจิตร รัตนพานีและคณะ, 2533) โดยไนเตรทในแหล่งน้ำมาจากอากาศ ไนไตรท์และปุ๋ย (Boyd, 1990) ไนเตรทเมื่อถูกพืชดึงไปใช้จะถูกเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียในเซลล์ของสาหร่ายก่อน โดยอาศัยเอ็นไซม์ไนเตรทรีดักเตสและมีเหล็กกับโมลิบดินัมเป็นโคแฟกเตอร์ ดังนั้นแพลงก์ตอนพืชจึงจะสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีนและคลอโรฟิลล์ได้ Lobban and Harrison (1994 อ้างโดย Graham and Wilcox, 2000)

สารอาหารไนโตรเจนบางครั้งยังเป็นตัวกำหนดชนิดของแพลงก์ตอนพืช พบว่าไดอะตอมบางชนิด เช่น *Melosira varians, Synedra ulna* และ *Navicula viridula* สามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีไนเตรทสูง คือ 2-3 มิลลิกรัมต่อลิตร (Patrick, 1977) สำหรับในแหล่งน้ำจืดที่มีธาตุไนโตรเจนและคาร์บอนสูงกว่าปกติ จะพบสาหร่าย *Tabellaria fenestrata, Synedra acus* และไดอะตอมเจริญเป็นจำนวนมาก (Sze, 1975)

ฟอสฟอรัส (phosphorus) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นอย่างมากในกระบวนการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีมาก จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphate) 1-5 ไมโครกรัมต่อลิตร ถ้ามีมากกว่า 30 ไมโครกรัมต่อลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำต่ำ (Lampert and Sommer, 1997 และ Wetzel, 1975) ธาตุนี้มีอยู่ในปริมาณที่น้อยมากในธรรมชาติ เนื่องจากในสภาพน้ำเป็นกลาง ฟอสฟอรัสมักจะอยู่ในรูปที่แพลงก์ตอนพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้และจะตกตะกอนสู่เบื้องล่างของแหล่งน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีผลต่อการเปลี่ยนแทนที่ของแพลงก์ตอนพืช (Watson *et al*., 1997) โดยในแหล่งน้ำจืดมักพบว่าฟอสฟอรัสมักเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (Schindler, 1978; Harris, 1986 และ Campos *et al*., 1992) จึงจัดได้ว่าเป็นธาตุที่มีอยู่จำกัดต่ออัตราผลผลิตทางชีวภาพ วัฏจักรของฟอสฟอรัสมีความสลับซับซ้อน ฟอสฟอรัสในน้ำจืดมักอยู่ในรูปอนุภาคตะกอน ซึ่งอยู่ในสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแพลงก์ตอนพืช ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติมีทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ (นันทนา คชเสนี, 2536) สารประกอบฟอสฟอรัสที่สำคัญทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม จะอยู่ในรูปสาร อนินทรีย์ออร์โธ-ฟอสเฟตที่เป็นอิออน (HPO_4^{2-}, HPO_4^-) หรืออยู่ในรูปของสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารประกอบในสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ (Reynolds, 1986 และ Shirota, 1966) ในแหล่งน้ำที่มีสารอนินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ในระดับ 4,000 ไมโครกรัมต่อลิตร สาหร่าย *Chlorella pyrenoidosa* จะเจริญสูงกว่าปกติ 100 เท่า (Grundy, 1971) สารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำ และทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทฟิเคชัน (eutrophication) เกิดขึ้น ซึ่งจะพบสาหร่าย *Oscillatoria rabescus, Aphanizomenon flosaquae, Anabaena spiroides* และ *Microcystis aeruginosa* (Goulden *et al.,* 1970)

นอกจากความเค็มต่ำ ความเข้มข้นของสารอาหารและแสงแล้ว สัดส่วนไนโตรเจนกับฟอสฟอรัส และ สัดส่วนซิลิกากับฟอสฟอรัสในทะเลสาบ สามารถเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนและมีผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ผลิตสารพิษ เกิดการเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วผิดปกติด้วย (Angsupanich and Rakkheaw,1997) สัดส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช คือ 16:1 (Harris, 1986) ในสภาวะที่มีอัตราส่วนของไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสเท่ากับ 5 ต่อ 1 พบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวกตรึงไนโตรเจนจะเจริญอย่างรวดเร็ว (Schindler,1978) แต่ถ้ามีอัตราส่วนไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสสูงและมีอุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 15 องศาเซลเซียส สาหร่ายสีเขียวและไดอะตอมจะเป็นกลุ่มเด่น หรือในแหล่งน้ำจืดที่มีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดและมีซิลิกาสูง แพลงก์ตอนพืชพวก *Cyclotella meneghiniana* เจริญได้ดี (Lampert and Sommer, 1997) หากในสภาวะที่มีฟอสฟอรัสมากและสัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมากกว่า 10 ต่อ 1 จะมีผลทำให้เกิดการเจริญอย่างมากและรวดเร็วของสาหร่าย ในทางกลับกัน ถ้าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดและสัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสต่ำกว่า 10 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก จะไม่พบการเจริญของแพลงก์ตอนพืช (Schindler,1978) USEPA (1986) ได้กำหนดความเข้มข้นของฟอสเฟตที่เหมาะกับการเจริญของแพลงก์ตอนพืช คือ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (oligotrophic) ถ้ามากกว่า 0.03-1 มิลลิกรัมต่อลิตร (eutrophic) มีผลทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญอย่างมากและรวดเร็ว Findlay (1994 อ้างโดย Findlay and Kling, 1998) พบว่าในทะเลสาบน้ำจืด ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ และอัตราส่วนคาร์บอนกับฟอสฟอรัสต่ำ สาหร่ายกลุ่มไดโนแฟลเจลเลต (dinoflagellates) จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

นอกจากที่กล่าวมา ความเข้มข้นสารอาหาร ยังมีผลต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบ เช่น *Navicula cryptocephala* และ *Nitzchia palea* เจริญได้ดีในน้ำเสีย ซึ่งมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคาร์บอนสูง (Patrick, 1977) บริเวณที่มีสารอาหารมาก จะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* spp., *Aphanizomenon* spp., และ *Anabaena* spp. บริเวณที่มีสารอาหารปานกลาง พบกลุ่มไดโนแฟตเจลเลต สกุล *Peridinium* spp. และ *Ceratium* spp. และบริเวณที่มีสารอาหารน้อย พบสาหร่ายสีเขียว สกุล desmids เช่น *Staurastrum* spp. และ *Staurodesmus*

spp. กลุ่มไดอะตอม โดยเฉพาะ *Cyclotella* spp. และ *Tabellaria* spp. กลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น *Oocystis* spp., *Botryococcus* spp. กลุ่มไดโนแฟลเจลเลต เช่น *Peridinium* spp. และ *Ceratium* spp. กลุ่ม Chrysophyceae เช่น *Dinobryon* spp. และ *Mallomonas* spp. บางชนิด (Wetzel and Likens, 1983) สำหรับ Rojo (1995) พบว่าในทะเลสาบ ซึ่งมีสารอาหารสูงพบสาหร่ายสีเขียวพวกมีหนวดหรือแส้ถึง 16 ชนิด Feuillade (1989) พบว่ากลุ่มที่ทำให้เกิดสีแดง (red colored) เช่น *Oscillatoria* จะพบเด่นในทะเลสาบที่มีสารอาหารสูง

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเป็นดัชนีแสดงคุณภาพน้ำที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง เพราะออกซิเจนเป็นธาตุที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งจะแสดงให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตในน้ำ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2540) ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจืด มีทั้งส่วนที่ได้รับโดยตรงจากบรรยากาศและมาจากผลิตผลสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของพืชน้ำต่างๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชด้วย โดยออกซิเจนจะถูกใช้ในกระบวนการหายใจ ปฏิกิริยาเคมีของสารอนินทรีย์ ความเข้มข้นของออกซิเจนขึ้นกับอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศและความเข้มข้นของอิออนต่างๆในน้ำ (Wetzel, 1975) โดยทั่วไปนั้นความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำที่เหมาะต่อการดำรงชีวิตในน้ำคือ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา คชเสนี, 2536)

สาหร่ายบางชนิด เช่น *Acnanthes minitissima* ต้องการออกซิเจนสูงในการดำรงชีวิต แต่บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ เช่น *Navicula seminulum* และ *Nitzschia amphibia* (Patrick, 1977) ส่วนในน้ำที่มีมลพิษสูงมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมากจนไม่อาจวัดค่าได้ แทบจะไม่พบสาหร่ายเลย (Round, 1973) ยกเว้นไดอะตอม เช่น *Nitzschia* และ *Pleurosigma* สามารถอาศัยอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนได้ โดยการสร้างเมือกหุ้มตัวไว้ (Green, 1968)

ความเป็นกรด-เบส (pH) ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในธรรมชาติจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0-9.0 แต่ช่วงค่าความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมักจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-8.0 น้ำธรรมชาติส่วนมากมักจะมีค่าความเป็นกรด-เบสมากกว่า 7 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีปริมาณอิ

ออนพวกไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (นันทนา คชเสนี, 2536) ค่าความเป็นกรด-เบสนอกจากจะควบคุมการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำโดยตรงแล้ว ยังเป็นตัวควบคุมสภาวะเคมีของสารอาหารในแหล่งน้ำจืดอีกด้วย (ผกาวรรณ จุฬ้ามณี, 2534) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบสในแหล่งน้ำ จะทำให้ธาตุอาหารที่สำคัญเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ฟอสเฟต แอมโมเนีย เหล็ก และธาตุอาหารที่จำเป็นหรือ trace elements (สวง บุญยวณิชย์, 2528) สาหร่ายชนิดต่างๆสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงค่าความเป็นกรด-เบสต่างๆกัน เช่น *Micrasterias denticulata* และ *M. thomasiana* เจริญได้ดีที่สุดที่ค่าความเป็นกรด-เบส 7.65-8.10 และ 7.70-7.35 ตามลำดับ (Brook,1981) สาหร่ายบางชนิดพบในน้ำที่เป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.00-6.50) เช่น *Botryococcus braunii, Ceratium hirundinella* และพบ *Dinobryon* spp. ในน้ำที่เป็นกรดมาก ค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 4.00-4.80 (Round, 1973) นอกจากนี้สาหร่ายที่มีความสามารถทนทานต่อสภาวะของน้ำที่มีค่าค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ระหว่าง 3-5 ได้ คือ *Euglena* spp. (Round, 1981) นอกจากนี้สภาพความเป็นกรด-เบส อาจเป็นปัจจัยกำหนดจำนวนชนิดของสาหร่ายสีเขียว (อิสระ ทับสีสด, 2522)

ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ มีผลต่อความหลากหลายของชนิดและมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช แหล่งน้ำที่มีสภาวะเป็นกรด แพลงก์ตอนพืชมีจำนวนชนิดน้อย จะมีมวลชีวภาพของกลุ่ม Pyrrophyta มาก ในสภาวะที่เป็นกลาง จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชมีมาก มวลชีวภาพของกลุ่ม Bacillariophyta จะมีมาก (Lampert and Sommer, 1997) พบว่าในทะเลสาบ ที่มีความเป็นกรด-เบส ในช่วง 6-7 จะมีความหลากหลายของชนิดสูงสุด โดยเฉพาะกลุ่มสาหร่ายสีเขียว (Wetzel, 2001)

ความเป็นเบส (alkalinity) ความเป็นเบส คือ ความสามารถในการรับโปรตอนของน้ำเพื่อทำให้กรดเป็นกลาง ปริมาณของสภาพด่างมีค่าเท่ากับปริมาณของกรดแก่ (H_2SO_4, HCl) ที่ต้องใช้ในการทำให้ความเป็นกรด-เบสของน้ำลดลงจนถึงค่า 4.3 (มั่นสิน ตัณฑุเวศน์ และ ไพพรรณ พะประภา, 2536) โดยค่านี้เกี่ยวกับปริมาณและชนิดของสารประกอบที่ละลายน้ำ ซึ่งจะทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสเพิ่มขึ้นจากสภาพความเป็นกลางสู่สภาพความเป็นเบส คุณสมบัติของความเป็นเบสในน้ำเป็นผลของไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์เป็นส่วนใหญ่ สำหรับบอเรต

ซิลิเกต และฟอสเฟตเป็นส่วนน้อย เพราะว่าคาร์บอนไดออกไซด์ มีอยู่เป็นจำนวนมากในรูปของก๊าซและรูปที่ละลายน้ำ ส่วนไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นอิออนที่พบมากในน้ำและเป็นตัวที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ในน้ำ น้ำในธรรมชาติที่พบของไบคาร์บอเนต และ คาร์บอเนตเป็นส่วนมาก สำหรับไฮดรอกไซด์พบได้น้อยมาก ค่าความเป็นเบสที่ประกอบด้วยทั้ง 3 รูป ซึ่งเรียกว่า ความเป็นเบสทั้งหมด (total alkalinity) โดยทั่วไปจะพบอยู่ในช่วง 10-200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำ ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ (นันทนา คชเสนี, 2536)

การนำไฟฟ้า (conductivity) การนำไฟฟ้าเป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิที่ทำการวัดน้ำที่มีอิออนของสารต่างๆ การนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นค่าเฉพาะอิออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นอิออนทั้งหมดในน้ำ ซึ่งจะสามารถบอกถึงการลดหรือเพิ่มของอิออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูง แสดงว่าสารที่แตกตัวในน้ำเพิ่มขึ้น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงแสดงว่าสารที่แตกตัวได้ลดลง น้ำที่กลั่นใหม่ๆจะมีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 0.5-2 ไมโครโอห์มต่อเซนติเมตรหลังจากเก็บไว้ 2-3 อาทิตย์จะเพิ่มเป็น 2-4 ไมโครโอห์มต่อเซนติเมตรค่าที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ รวมทั้งแอมโมเนียจำนวนเล็กน้อยด้วย (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2525) โดยการนำไฟฟ้าจะมีค่าสัมพันธ์กับปริมาณสารอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ น้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง แสดงว่ามีสารอนินทรีย์ โดยเฉพาะเกลือต่างๆละลายอยู่ในน้ำปริมาณมาก (วิจิตร รัตนพานี และคณะ, 2533) แหล่งน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพน้ำดี จะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 150-300 ไมโครโอห์มต่อเซนติเมตรถ้ามีค่าสูงกว่า 300 ไมโครโอห์มต่อเซนติเมตรเป็นน้ำที่เป็นมลพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2525)

ปัจจัยทางกายภาพ (physical factors) ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ความขุ่น การผสมของน้ำ แสง และอุณหภูมิ มีผลต่อองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืช (Reynolds, 1989) ปัจจัยที่สำคัญ เช่น

แสง (light) แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย สาหร่ายแต่ละชนิดมีความต้องการแสงในปริมาณที่ต่างกัน โดยปริมาณแสงมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล และช่วงคลื่นแสงก็มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก (Smith, 1950)

ค่าความลึกของการส่องผ่านของแสงมีความแปรผันขึ้นกับปริมาณแพลงก์ตอนหรืออนุภาคสารอินทรีย์ในน้ำนั้น (นันทนา คชเสนี, 2536) พืชสามารถดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและสีแดงไว้ได้มาก ส่วนแสงสีเขียวดูดกลืนได้น้อย นอกจากนี้พืชยังสามารถดูดกลืนแสงอินฟราเรด (infrared) ที่มีช่วงคลื่นยาวได้มากกว่าที่มีช่วงคลื่นสั้น (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536)

แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตได้ดีในช่วงระดับความลึกที่แสงส่องถึง (Kuosa, 1990) ถ้าความเข้มแสงเหมาะสม อัตราการสังเคราะห์แสงมีมากที่สุดในบริเวณผิวน้ำและลดลงตามลำดับ เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น (Moss, 1980) แต่ถ้าแสงจัดเกินไป แพลงก์ตอนพืชจะเคลื่อนไปที่บริเวณต่ำกว่าผิวน้ำ (Wetzel, 2001) แพลงก์ตอนพืชสกุล *Pandorina* และ *Oscillatoria rodekei.* เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีแสงมาก (Siver, 1988)

อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิมีความสำคัญในการศึกษาทางนิเวศวิทยาในแหล่งน้ำจืด เพราะอุณหภูมิจะมีผลต่อกระบวนการต่างๆในแหล่งน้ำจืด ทั้งในเชิงกายภาพ ทางเคมีและชีวภาพ ซึ่งอุณหภูมิยังมีผลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำและการละลายของธาตุและก๊าซในน้ำ (นันทนา คชเสนี, 2536) ทำให้อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเพิ่มหรือลดลงของอัตราการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ของสาหร่าย (Smith, 1950) สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เช่น ที่อุณหภูมิ 20-28 องศาเซลเซียส จะมีไดอะตอมมากที่สุด ที่ 30-35 องศาเซลเซียส จะมีสาหร่ายสีเขียวมากที่สุด และที่ 35-45 องศาเซลเซียส จะมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากที่สุด (Welch, 1952) และกลุ่ม Pyrrophyta เช่น *Gymnodinium* พบได้ในแหล่งน้ำที่ได้รับแสงแดดจัดและเจริญได้ดีในน้ำที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง (สนิท บุญเคลือบ, 2517) สาหร่ายทั่วไปเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส (Boney, 1975) ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำในแนวระดับ มีผลทำให้น้ำมีการแบ่งชั้นน้ำ (สถาบันวิจัยสังคมจุฬาลงกรณ์ฯ, 2530) โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ epilimnion เป็นชั้นบนสุด ต่อมาจะเกิดชั้น

thermocline และ hypolimnion อยู่ด้านล่างสุด ซึ่งการแบ่งชั้นของน้ำมีผลต่อการผสมของน้ำและสารอาหาร ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536)

ปัจจัยแวดล้อม เช่น ความขุ่น การผสมของน้ำ แสง และอุณหภูมิ มีผลต่อองค์ประกอบของชนิดของแพลงก์ตอนพืช (Reynolds, 1989) อุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช ในทะเลสาบ Qiandaolu ประเทศจีน (Yan *et al.,* 2004) บริเวณที่น้ำมีการผสมของอุณหภูมิและมีสารอาหารสูง ปริมาณแพลงก์ตอนพืชจะลดลง และจะมีแบคทีเรียกับแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มขึ้น แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Cylindrospermopsis raciborskii* (Bronco and Senna, 1994) ในทะเลสาบ Victoria ประเทศ Kenya พบว่าในฤดูแล้งความขุ่นมีอิทธิพลมากที่สุด ส่วนในฤดูฝนอุณหภูมิและความเข้มข้นของซิลิกาเป็นปัจจัยหลักในการควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (Lung, 1996)

ในทะเลสาบน้ำลึก Loch Ness ประเทศสกอตแลนด์ ซึ่งน้ำมีคุณภาพดี พบว่าความเร็วกระแสน้ำมีผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าความแตกต่างทางเคมี (Jones, 1995)

จากปัจจัยที่กล่าวมาพบว่าการเจริญของแพลงก์ตอนพืช ต้องอาศัยปัจจัยหลายชนิดร่วมกันในบางครั้งเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของปัจจัยร่วมด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ในบริเวณเขื่อนบางลาง ที่ความลึก 3 ระดับ (ผิวน้ำ 10 เมตร และ 30 เมตร)

2. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำ ในบริเวณเขื่อน ที่ความลึก 3 ระดับ (ผิวน้ำ 10 เมตร และ 30 เมตร) ก่อนปล่อยและหลังปล่อยออกจากเขื่อนบางลาง

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของแพลงก์ตอนพืชบริเวณเขื่อนบางลาง