จนถึงเอนด์พอยท์ผันแปรตามความเป็นเบส เอนด์พอยท์ที่ได้ไม่เที่ยงตรงนัก อย่างไรก็ตาม สามารถใช้เมทิลออเรนจ์สำหรับการวิเคราะห์หาความเป็นเบสในงานปกติได้)

2.4 การหาค่า pH ของน้ำ

ปฏิบัติอย่างง่ายโดยใช้กระดาษลิตมัสทดสอบ

แบบรายงานการวิเคราะห์ปัจจัยทางเคมีของอุทกนิเวศ

(Data Sheet)

ชื่อนักศึกษา ..... วันที่ .....

สถานที่ ..... รูปแบบของกลุ่มสิ่งมีชีวิต .....

สถานี(ตำแหน่งเดียวกันกับสถานีในบทปฏิบัติการที่ 1) .....

ปัจจัยทางเคมี	ระดับความลึก		
ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์			

แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 2

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำที่ท่านทำการสำรวจ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ
2. ปริมาณของแก๊สทั้งสองชนิดดังกล่าวในข้อ มีบทบาทหลักต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำอย่างไร
3. ความเป็นเบสมีคามสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ

บทปฏิบัติการที่ 3

ปัจจัยทางชีวภาพของระบบนิเวศ

หลักการ

สิ่งมีชีวิตเป็นองค์ประกอบหนึ่ง(biotic component) ในสององค์ประกอบหลักของระบบนิเวศ โดยมีความสัมพันธ์อยู่กับสิ่งไม่มีชีวิต และสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองหลายรูปแบบตามลักษณะเอกลักษณ์ของแต่ละระบบนิเวศ **สิ่งมีชีวิตกลุ่มพวกพืช(flora)** มีบทบาทด้านการเป็น **ผู้ผลิต(producer)** บทบาทสิ่งมีชีวิตกลุ่มพวกพืชนี้รวมถึงพวก **สาหร่าย(algae)** และ **ไซแอโนแบคทีเรีย(cyanobacteria)** ด้วย **สิ่งมีชีวิตกลุ่มพวกสัตว์(fauna)** มีบทบาทด้านการเป็น**ผู้บริโภค(consumer)** รับพลังงานมาจากผู้ผลิต ผ่านทาง **ห่วงโซ่อาหาร(food chain)** และ **สายใยอาหาร(food web)** กลุ่มพวกสัตว์รวมถึงกลุ่มสัตว์พวก **เดทริทัส(detritous)** ซึ่งทำหน้าที่กินสารอินทรีย์ จนทำให้มีขนาดเล็กลงง่ายต่อการย่อยสลาย โดยกลุ่มพวก **ผู้ย่อยสลาย(decomposer)** แต่ละชนิดของแต่ละกลุ่มถือเป็นปัจจัยทางชีวภาพที่ทำให้ระบบนิเวศนั้นอยู่ในสภาวะสมดุล หรือทำให้มี **การเปลี่ยนแปลงแทนที่(succession)** ทั้งแบบก้าวหน้า(progressive) หรือแบบถอยหลัง(regressive) ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ในกลุ่มของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น และขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางเคมีของระบบนิเวศนั้นด้วย ปัจจัยทางชีวภาพที่มีบทบาทมากที่สุดของระบบนิเวศส่วนใหญ่มักดำเนินไปตามบทบาทของผู้ผลิตที่เป็นแหล่งนำพลังงานแสงเข้ามาสู่ระบบนิเวศ ในกลุ่มผู้ผลิต **ชนิดเด่น(dominant species)** จะมีบทบาทมากที่สุด การพิจารณาหาชนิดเด่นแม้จะเป็นเรื่องทำได้ยาก แต่มีเกณฑ์หลักสองประการคือ (1) มี **ปริมาตร(volume)** หรือ **มวลชีวภาพ(biomass)** มากที่สุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่มีชีวิตของแต่ละกลุ่มว่าประกอบด้วยชนิดใดบ้าง
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่มว่ามีบทบาทอย่างใดในระบบนิเวศ
3. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางเคมีที่ศึกษามาแล้วจากปฏิบัติการที่ 1 และที่ 2 ว่ามีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางชีวภาพอย่างไร

การเตรียมสารละลาย

การเตรียม **สารทำให้คงสภาพ(preservative)** เพื่อการคงสภาพตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่รวบรวมมาจากภาคสนาม

1. **10 % formalin** ใช้ ฟอร์มัลดีไฮด์(commercial grade formaldehyde) 1 ส่วน ละลายในน้ำกลั่น 9 ส่วน ใช้คงสภาพสิ่งมีชีวิตทั่วไปโดยเฉพาะพวกสัตว์ รวมถึงสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ (aquatic organism)ด้วย

ถ้าใช้กับแพลงตอน ควรลดความเข้มข้นลงมาให้เหลือเพียง 3-5 % และควรเป็นฟอร์มาลินที่มาจากภาชนะที่เป็นขวดแก้วและไม่เป็นกรด

ปลาและ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำอื่นที่จะเก็บไว้นาน ควรทำให้คงสภาพด้วย 10 % formalin ก่อน เก็บไว้ 2-3 วัน ล้างน้ำให้หมดฟอร์มาลิน แล้วทำให้คงสภาพอีกครั้งในขวดที่มี 70% ethyl alcohol

พวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีเนื้อนุ่ม(soft-bodied invertebrates) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลิง(leech) แพลงตอน และ โรติเฟอร์(rotifer) บางชนิดจะหดตัว ทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงจากเดิม จึงควรทำให้สลบหรือทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวก่อนการทำให้คงสภาพใน ฟอร์มาลิน สารทำให้สลบหรือทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวมีหลายชนิดเลือกใช้ตามความเหมาะสม เช่น เกร็ดเมนทอล (menthol crystals) กรดคาร์บอนิก(carbonic acid) แอลกอฮอล์เจือจาง เลือกสารเหล่านี้อย่างใดอย่างหนึ่งเติมลงไปเล็กน้อยจะทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นสลบหรือคลายตัว ในการปฏิบัติการจริงอาจแช่ตัวสัตว์ลงในน้ำกรดคาร์บอนิก หรือน้ำเบียร์ที่เปิดใหม่ประมาณ 15 นาที แล้วจึงเติมฟอร์มาลินลงไป

2. **FAA** ใช้สำหรับคงสภาพสาหร่าย(algae) มีวิธีการเตรียมดังนี้

formaldehyde	5 ส่วน
glacial acetic acid	5 ส่วน
graded alcohol 50 %	90 ส่วน

อาจเติมเกร็ด copper sulfate ลงไปด้วย เพื่อคงสภาพสี

3. **Lugol Iodine Solution** ใช้คงสภาพแพลงตอนที่มีโครงสร้างสำหรับการเคลื่อนที่(flagellated plankton) มีวิธีการเตรียมดังนี้

iodine	10 กรัม ละลายใน KI	20 กรัม
เติม glacial acetic acid		20 กรัม
เติมน้ำจนครบ		200 มิลลิลิตร

ควรเตรียมสารละลายล่วงหน้าอย่างน้อย 2-3 วันก่อนใช้ เก็บสารละลายนี้ในขวดสีชาเพื่อป้องกันมิให้ถูกแสง

การใช้ ควรหยด Lugol Iodine Solution ในน้ำตัวอย่างในอัตรา 1 : 100 จะช่วยให้เห็นเซลล์ และ แฟลเจลลา ชัดขึ้น

ระเบียบวิธี

การศึกษาถึงสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนี้มี 2 ขั้นตอน คือ การสำรวจภาคสนาม(field survey) และ การสังเกตในห้องปฏิบัติการ(laboratory observation)

1. **การสำรวจภาคสนาม** เป็นการสำรวจและเก็บสิ่งมีชีวิตจากบริเวณที่ศึกษา โดยสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจใช้วิธีสำรวจด้วยตา แต่บางชนิดจะต้องเก็บเพื่อมาวิเคราะห์หา ชนิด ตามอนุกรมวิธาน (taxonomic rank)

ในห้องปฏิบัติการ สิ่งมีชีวิตที่ต้องเก็บมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการนี้ อาจต้องการระเบียบวิธีพิเศษ เช่น **การทำให้คงสภาพ(preservation)ด้วย สารทำให้คงสภาพ(preservative)**แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับชนิดของสิ่งมีชีวิต (รายละเอียดของสารทำให้คงสภาพ แต่ละชนิดดูใน การเตรียมสารละลายข้อ 1) สิ่งมีชีวิตที่ควรสำรวจมีดังนี้

1.1 **พืชบก(terrestrial plants)** ให้สำรวจดูพืชที่ขึ้นอยู่รอบสระในรัศมีประมาณ 2 เมตร ว่า มีอะไรบ้าง และมีอิทธิพลต่อระบบนิเวศของสระอย่างไร ถ้าไม่ทราบชื่อของพืช ให้เก็บตัวอย่างมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างที่เก็บตัวควรมีส่วน vegetative part ด้วย เพื่อความสะดวกในการจำแนกชนิด ขณะเดียวกันควรสังเกตพื้นที่รอบสระในรัศมีดังกล่าวว่า มีการเปลี่ยนแปลง **topography** หรือไม่ ถ้า topography เปลี่ยนแปลง พืชบริเวณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามด้วยหรือไม่

1.2 **พืชลอยน้ำและพืชใต้น้ำ(floating & submersed plants)** สำรวจว่า พืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำมีชนิดใดบ้าง อาจเป็นพวกที่ลอยตัวอยู่ในน้ำหรือมีรากฝังอยู่ใน substrate และมีส่วนของลำต้นหรือใบลอยอยู่ในน้ำ เช่น บัว สาหร่าย สังเกตดูว่า พบกลุ่มใดมากที่สุด

1.3 **พืชน้ำตื้นหรือพืชชายฝั่ง(littoral plants)** สำรวจพืชที่ขึ้นอยู่ตามขอบสระ พวกที่มีส่วนหนึ่งของต้นพืชอยู่ในน้ำอีกส่วนหนึ่งอยู่เหนือน้ำ อาจเรียกพืชพวกนี้ว่าพืชโผล่พ้นน้ำ(**emersed plant**)

1.4 **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง(invertebrate)** สังเกตดูแมลงที่บินอยู่ในบริเวณนี้ แมลงเหล่านี้อาจใช้สระน้ำเป็นที่ หาอาหาร วางไข่ หรือ เจริญเติบโตของตัวอ่อน อาจมีแมลงที่อาศัยและ

หากินอยู่ตามผิวน้ำด้วย ตักน้ำให้ติดเศษขยะ และทรากพืชมาด้วย เพราะที่เหล่านี้อาจเป็น ถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงและพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด นำตัวอย่างทั้งหมดกลับมาห้องปฏิบัติการ เทใส่อ่างแก้วแล้วสำรวจดู ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอีกครั้ง

1.5 **ปลาและสัตว์มีกระดูกสันหลังเคลื่อนที่ได้(fish and mobile vertebrates)** การสำรวจปลา และพวกสัตว์มีกระดูกสันหลังต่าง ๆที่อาศัยในบริเวณสระน้ำ อาจทำได้โดยใช้สวิงดักจับ หรืออาจใช้วิธีสังเกตจากร่องรอยต่าง ๆก็ได้ เช่น ฟองอากาศที่หายใจ หรือเสียงฮุบเหยื่อ

1.6 **สัตว์ก้นบ่อ(bottom animals)** ใช้ พีเตอร์เสนแกรบ ตักดินจากก้นสระขึ้นมาสำรวจดูว่ามีสิ่งมีชีวิตใดอยู่บ้าง ปริมาณมากน้อยเพียงใด สิ่งมีชีวิตที่พบนี้อาจเป็นดัชนีบ่งชี้ปัจจัยทางกายภาพหรือปัจจัยทางเคมีบางอย่างได้

1.7 **แพลงตอน** การเก็บแพลงตอนควรทำหลายจุดและจากต่างระดับความลึก เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและอิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางเคมีที่มีผลต่อแพลงตอนอย่างเห็นได้ชัด โดยใช้ **ถุงลากแพลงตอน(plankton net)** ซึ่งมีขนาดความถี่ห่างของรู(mesh)ต่างกันแล้วแต่จุดประสงค์ของการใช้* ลากแพลงตอนจากหลายจุดของสระ แล้วนำกลับมาสำรวจชนิดยังห้องปฏิบัติการ โดยส่องดูด้วยกล้องจุลทัศน์

ขั้นต่อไปใช้กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ ตักน้ำที่ระดับความลึกต่างกัน เทแต่ละตัวอย่างน้ำลงในถุงลากแพลงตอน แพลงตอนที่รวบรวมได้จะเป็นแพลงตอนที่มาจากต่างระดับความลึกกัน ให้สังเกตถึงความแตกต่างของแพลงตอนในแต่ระดับความลึกด้วยว่า เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยใด แพลงตอนที่เก็บมาสำรวจนี้ควรทำให้คงสภาพและถนอมใน สารทำให้คงสภาพตามหัวข้อการ**เตรียมสารละลาย** ข้อ 1

2. **การศึกษาในห้องปฏิบัติการ** เป็นการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่เก็บมาจากภาคสนามในตอนต้น โดยที่ไม่สามารถจำแนกชนิดสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นได้ทันที ณ แหล่งที่กับตัวอย่าง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นมีขนาดเล็กมาก ได้แก่ แพลงตอน และ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด จึงต้องเก็บมาศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยใช้กล้องจุลทัศน์เป็นอุปกรณ์ช่วย

* โดยทั่วไป เลือกใช้ถุงลากแพลงตอนที่มีตาความถี่ของผ้า **หมายเลข 16 เมื่อต้องการรวบรวมตัวอย่างแพลงตอนพืช** และ **หมายเลข 25 เมื่อต้องการรวบรวมตัวอย่างแพลงตอนสัตว์**

แบบรายงานการศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยทางชีวภาพของระบบนิเวศ

(Data Sheet for Ecosystem Analysis of Biological Factors)

ชื่อนักศึกษา ..... วันที่ .....

สถานที่ ..... รูปแบบของระบบนิเวศ .....

ประเภทสิ่งมีชีวิต	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไฟลัมชั้น	หมายเหตุ
พืชบก				
พืชลอยน้ำและพืชใต้น้ำ				
พืชชายฝั่ง				
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง				
ปลาและสัตว์มีกระดูสันหลังเคลื่อนที่ได้				
สัตว์ก้นบ่อ				
แพลงตอน				

แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 3

1. ถ้ารอบสระน้ำที่ท่านสำรวจมีการเปลี่ยนแปลง topography การเปลี่ยนแปลงนั้นจะมีผลต่อ vegetation หรือไม่ และอย่างไร

2. สิ่งมีชีวิตที่พบมากที่สุด(ชนิดและปริมาณ) ณ บริเวณที่สำรวจคืออะไร มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพอย่างไรบ้าง

3. ผลที่ได้จากการศึกษานี้ ชี้นำว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของแพลงตอน

บทปฏิบัติการที่ 4
ผลผลิตของระบบนิเวศ

หลักการ

ผู้ผลิตหลักของระบบนิเวศบนบกคือพืช ในทำนองเดียวกันผู้ผลิตหลักของอุทกนิเวศ คือ **แพลงตอนพืช(phytoplankton)** และ พืชน้ำ สาหร่ายสีเขียวเป็นกลุ่มหนึ่งของแพลงตอนพืชที่มีความสำคัญเป็นเครื่องบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ กลุ่มที่มีความสำคัญในระดับรองลงมา คือ ไซแอโนแบคทีเรีย ไม่ว่าผู้ผลิตจะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใด กระบวนการผลิตจำเป็นต้องผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อให้มีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนรูปให้เป็นพลังงานเคมีไว้ใช้สำหรับการสังเคราะห์สารอาหารและสารอินทรีย์อื่นที่จำเป็นสำหรับการมีชีวิต สารอินทรีย์ดังกล่าวเรียกว่า **มวลชีวภาพ** ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานสะสม สำหรับถ่ายทอดต่อไปยังผู้บริโภคผ่านทางห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ผลผลิตรวมทั้งหมดที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยผู้ผลิตนั้นเรียกว่า **ผลผลิตรวมปฐมภูมิ(gross primary productivity** หรือ **total photosynthesis** หรือ **total assimilation**) ไม่มีวิธีการวัดโดยตรง เนื่องจากผลผลิตที่ได้ทั้งหมดนี้ส่วนหนึ่งถูกใช้ใน **กระบวนการหายใจระดับเซลล์(respiration)** เพื่อการดำรงชีวิตของผู้ผลิต ดังนั้นจึงสามารถวัดค่าได้โดยการคำนวณจากสมการ

ผลผลิตรวมปฐมภูมิ = **ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ**(net primary productivity) + **อัตราการหายใจ**(respiration rate)

โดยที่ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิหมายถึง อัตราการสะสมสารอินทรีย์ในผู้ผลิตหลังจากบางส่วนถูกใช้ไปเพื่อการหายใจระดับเซลล์ เรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า **กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงปรากฏ(apparent photosynthesis)**

ในทางปฏิบัติค่าของอัตราการหายใจวัดได้ยากจำเป็นต้องใช้วัดโดยอุปกรณ์พิเศษ ค่าของผลผลิตปฐมภูมิสุทธิก็วัดได้ยากเช่นเดียวกัน แต่อนุโลมใช้เทียบจากค่าของ **ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิของกลุ่มสิ่งมีชีวิต(net community productivity)** การวัดค่าผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ ไม่มีวิธีวัดโดยตรง แต่ใช้วิธีทางอ้อม การเลือกวิธีวัด พิจารณาตามความเหมาะสมของแต่ละระบบนิเวศ โดยเลือกวิธีที่มีข้อบกพร่องน้อยที่สุด สำหรับอุทกนิเวศนิยมใช้ **ระเบียบวิธีออกซิเจน(oxygen method)** ที่เรียกว่า **ระเบียบวิธีของขวดสว่างขวดมืด(light and dark bottle method)** โดยมี

หลักการว่า ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้น สารที่เป็นผลผลิตจากปฏิกริยามีอัตราส่วนเดียวกันกับสารที่ใช้เพื่อทำปฏิกริยา ดังสมการ

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

จากสมการ ผลผลิตหนึ่งโมเลกุลของ คาร์โบไฮเดรต($C_6H_{12}O_6$) ที่มี 6 คาร์บอนอะตอม จะมีออกซิเจน 6 โมเลกุลเป็น **ผลพลอยได้(by-product)** ดังนั้นถ้าวัดอัตราการผลิตออกซิเจนได้ ก็สามารถเทียบกลับไปยังอัตราการผลิตคาร์โบไฮเดรตได้ คาร์โบไฮเดรตที่ถูกผลิตขึ้นมาสะสมอยู่ในผู้ผลิตทั้งหลายนั้น คือ อัตราการผลิตปฐมภูมิสุทธิของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้น ค่าที่คำนวณได้ คือ มวลชีวภาพที่มี หน่วยน้ำหนัก(mg) ต่อ ปริมาตร(m^3) ต่อเวลา(hr.)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีวัดค่าผลผลิตปฐมภูมิสุทธิของอุทกนิเวศโดยระเบียบวิธีออกซิเจน

ระเบียบวิธี

1. เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวด BOD 1 ขวด เรียกขวดนี้ว่า **ขวดควบคุม(control bottle, C.B.)** แล้วหาปริมาณของออกซิเจนตามระเบียบวิธีในบทปฏิบัติการที่ 2 ปริมาณของออกซิเจนนี้จะเป็นปริมาณของออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำขณะเริ่มทำการทดลอง นักศึกษาแต่ละกลุ่มควรเก็บตัวอย่างน้ำจากต่างจุดกัน และที่ต่างระดับความลึกด้วย เพื่อที่จะนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกันได้
2. เก็บน้ำในบ่อ ณ จุดเดียวกันกับที่เก็บในข้อ 1 ใส่ในขวด BOD อีก 2 ขวด ตัวอย่างน้ำที่เก็บจะมีสาหร่ายเซลล์เดียว(unicellular algae) หรือ แพลงตอนพืชทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตของแหล่งน้ำนั้นอยู่ด้วย ถ้าผู้ผลิตน้อย อาจใส่สาหร่ายซึ่งเป็นผู้ผลิตของแหล่งน้ำนั้นลงไปด้วย โดยเด็ดมาสัก 2 กิ่ง ให้มีขนาดเท่ากันแบ่งใส่ขวดละกิ่ง ปิดจุกให้แน่น นำขวดหนึ่งมาหุ้มด้วยแผ่นอะลูมินัม (aluminum foil)ให้มิด เรียกขวดนี้ว่า **ขวดมืด(dark bottle, D.B.)** ส่วนอีกขวดหนึ่งปล่อยเปลือยไว้ เรียกขวดนี้ว่า **ขวดสว่าง (light bottle, L.B.)** นำทั้งสองขวดไปแขวนไว้ ณ จุดเดียวกันกับที่เก็บน้ำมาแขวนไว้ให้ได้รับแสงสว่างเต็มที่อย่างน้อย 6 ชั่วโมง

ในระหว่าง 6 ชั่วโมงนี้ ขวดสว่างจะได้รับแสงเต็มที่ ดังนั้นจะมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการหายใจระดับเซลล์ เกิดขึ้นในขวด ส่วนขวดมืด ซึ่งไม่ได้รับแสงเลย จะมีเพียงกระบวนการหายใจระดับเซลล์เกิดขึ้นเท่านั้น

3. นำขวดขึ้นจากน้ำ ถ้าเติมกิ่งสาหร่ายลงไปในขวดด้วยให้ใช้ คีมคีบ คีบออก แล้วเติมด้วยน้ำในบ่อให้เต็มพอดีปากขวดอย่าให้ล้นไปมาก (ขั้นตอนนี้อาจมีข้อผิดพลาดได้บ้างแต่ถือว่าน้อยมาก)

4. ไตเตรทหาปริมาณออกซิเจนในทั้งสองขวดตามระเบียบวิธีในบทปฏิบัติการที่ 2 นำค่าออกซิเจนที่ได้จากทั้ง 3 ขวด มาคำนวณดังนี้

N.P. = net primary production (mg C/m^3/hr)

G.P. = gross primary production (mg C/m^3/hr)

R.P. = respiration product

L.B. = amount of dissolved oxygen in light bottle

D.B. = amount of dissolved oxygen in dark bottle

C.B. = amount of dissolved oxygen in control bottle

P.Q. = photosynthesis quotient = 1.25

N = จำนวนชั่วโมงที่แขวนขวดให้ได้รับแสง(incubation period)

374 = factor ที่เปลี่ยนออกซิเจน) ในหน่วย ppm ให้เป็น C ในหน่วย mg C/m^3 (1 mg C = 10,888 calories)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\text{R.P. (mg C/m}^3\text{/hr)} = \frac{374(\text{C.B.} - \text{D.B.})}{\text{N}}$$

$$\text{N.P. (mg C/m}^3\text{/hr)} = \frac{374\ (\text{L.B.} - \text{C.B.})}{\text{N P.Q}}$$

$$\text{G.P. (mg C/m}^3\text{/hr)} = \frac{374\ (\text{L.B.} - \text{D.B.})}{\text{N P.Q.}}$$

หรือ R.P. + N.P.

แบบรายงานการวิเคราะห์ผลผลิตของระบบนิเวศ

(Productivity Data Sheet)

ชื่อนักศึกษา.....
วันที่ .....
สถานที่ .....
รูปแบบของกลุ่มสิ่งมีชีวิต .....
ช่วงเวลาที่ทดลอง: เวลาเริ่มต้น .....,
เวลาสิ้นสุดการทดลอง .....
เวลารวมทั้งหมด .....

ตารางข้อมูลการหาออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ชนิดของขวด	$Na_2 S_2O_3$ ที่ใช้ไตเตรท	O_2(ppm)	ml O_2/l
control bottle(C.B.)			
light bottle(L.B.)			
dark bottle(D.B.)			

ตารางข้อมูลการหาผลผลิตโดยประมาณ

ชนิดของข้อมูล	หน่วยเป็น mg C/m^3/hr	หน่วยเป็น Cal/m^3/hr
Respiration		
Net Primary Productivity		
Gross Primary Productivity		

แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 4

1. อัตราการผลิตมีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอย่างไร
2. ค่า primary productivity ที่ได้จากการทดลอง ชี้นำอัตราการผลิตของระบบนิเวศนี้อย่างไรบ้าง
3. การหาค่า primary productivity โดยระเบียบวิธี light-dark bottle method นี้ เป็นค่าที่น่าเชื่อถือได้มากหรือน้อยเพียงใด ท่านคิดว่าน่าจะมีความผิดพลาดในขั้นตอนใดได้บ้าง

บทปฏิบัติการที่ 5

องค์ประกอบและรูปแบบการเจริญของประชากร

หลักการ

ความหมายของ **ประชากร(population)** ในเชิงนิเวศวิทยาคือ สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่สามารถผสมพันธุ์กันและสามารถสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมสืบเนื่องต่อไปยังชั่วรุ่นต่อมาได้ คุณสมบัติเช่นนี้ย่อมมีผลต่อ **การเจริญ(development)** ของประชากร โดยมีปัจจัยหลักที่สัมพันธ์กัน คือ **อัตราการเกิด(natality)** **อัตราการตาย(mortality)** และ **การต่อต้านจากสภาพแวดล้อม(environmental resistance)** ความสัมพันธ์ดังกล่าววัดค่าเป็นตัวเลขได้โดยคำนวณจากสูตร

$$\Delta N/\Delta t = rN$$

โดยมี Δ = ความแตกต่าง

N = ขนาดของประชากร

ΔN = ความแตกต่างขนาดของประชากรในช่วงเวลาหนึ่ง

Δt = ช่วงเวลาในการเติบโตแบบทวีคูณของประชากร

rN = อัตราการเพิ่มของประชากรจากเดิม N

ในธรรมชาติอัตราการเพิ่มของประชากรเป็นไปอย่าง **สมเหตุผล(logistic)** โดยมีการต่อต้านจากสภาพแวดล้อม เข้ามาควบคุมให้ประชากรมีขนาดพอเหมาะที่จะดำรงอยู่ในสภาวะสมดุลและสัมพันธ์กับ **ความสามารถในการรับประชากร(carrying capacity)** ของทรัพยากรธรรมชาติในระบบนิเวศนั้น สมการการเติบโตแบบสมเหตุผลมีดังนี้ คือ

$$\Delta N/\Delta t = rN\,(K - N)/K$$

โดยที่ K = การต่อต้านจากสภาพแวดล้อม

ประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมี **องค์ประกอบ(composition)** และ **รูปแบบการเติบโต(growth pattern)** ต่างกัน ในกรณีของประชากรสิ่งมีชีวิตที่มีช่วงชีวิตยาว(long life span) เช่น ประชากรของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม(เช่น มนุษย์, ช้าง) สัดส่วนอายุวัยต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของประชากรทั้งหมด มีบทบาทสำคัญต่อรูปแบบการเจริญและอัตราการเจริญของประชากรชนิด

นั้นมาก เช่น จำนวนประชากรวัยเด็กมีมากกว่าวัยอื่น สามารถพยากรณ์ได้ว่า ในอนาคต จำนวนประชากรจะเพิ่มมากขึ้นและเพิ่มอย่างรวดเร็วด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการเติบโตและลักษณะเส้นโค้งการเติบโตของประชากรถั่ว
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบช่วงอายุ และบทบาทของสัดส่วนช่วงอายุ ที่มีต่อการเจริญของประชากรทั้งหมด

ระเบียบวิธี

1. การศึกษาอัตราการเติบโตของประชากรถั่ว

เตรียม **วัสดุอุปกรณ์** ต่อไปนี้ ก่อนทำการทดลอง

- กะบะทราย (กล่องหรือกะบะไม้ขนาดประมาณ 8 X 12 X 6 นิ้ว)
- ถั่วประมาณ 20-30 เมล็ด (เลือกที่สมบูรณ์ดี ขนาดเมล็ดใกล้เคียงกัน)
- ไม้บรรทัดมีสเกลย่อยถึงหน่วยมิลลิเมตร
- กระดาษกราฟ

1.1 ล้างเมล็ดถั่วให้สะอาด แช่น้ำ 1 คืน คัดเมล็ดที่พอง(เมล็ดคุณภาพดี) ไว้เพื่อใช้ในการทดลอง

1.2 เมื่อแช่น้ำไว้ถึง 24 ชั่วโมงแล้ว(วันที่ 1) แกะเมล็ดเอาใบเลี้ยงออก 3 เมล็ดเพื่อการวัดขนาดของ **ยอดอ่อน(epicotyl)** ด้วยการวัดความยาวของใบอ่อนโดยวัดจากปลายใบถึงฐานใบตามแนว **เส้นก้านใบ(mid-rib)** และ ความยาวของ **ก้านใบ(petiole)**โดยวัดจากฐานใบถึงโคนก้านใบ(ส่วนที่เริ่มแยกออกมาจากยอดอ่อน) บันทึกผลการวัดลงในตาราง หาค่าเฉลี่ย

1.3 เมล็ดที่เหลือแกะเปลือกออกแล้วหมกลงในทราย รดน้ำเพียงเพื่อให้ทรายชุ่มอยู่เสมอ ไม่ถึงขั้นแฉะ

1.4 เมื่อครบวันที่ 3, 5, 7, 9, 10, 13 วัดความยาวของใบ และก้านใบ ในกรณีช่วงสองสามวันแรก เมล็ดอาจยังไม่งอกพ้นทราย ให้ใช้แท่งแก้วหรือแท่งไม้ขนาดเล็กเขี่ยเมล็ดขึ้นมาแกะเอาใบเลี้ยงออกแล้ววัด epicotyl ปฏิบัติการวัดเช่นเดียวกับวันแรก ทิ้งเมล็ดที่ใช้แล้วนี้ไป การวัดในวันต่อมาให้ใช้เมล็ดใหม่ **ถ้าเมล็ดงอกพ้นทรายแล้ว ให้เลือกวัดจากต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกัน โดยไม่ขุดขึ้นจากทราย** พึงระวังไม่ให้ยอดช้ำ เพราะต้องติดตามวัดใบเดียวกันนี้ในวันต่อๆไปด้วย

ในการวัดแต่ละครั้งใช้ 3 ต้น หาค่าเฉลี่ย แล้วบันทึกผลการวัดลงในตาราง

แสดง growth curve บนกระดาษกราฟ

สรุปผล

จงสรุปผลการทดลองของท่านและตอบคำถามต่อไปนี้ลงด้านหลังของกระดาษแสดงตารางผล

1. สรุปความสำคัญจากผลการทดลองของท่านในแง่ที่เกี่ยวกับ อัตราการเจริญ(growth rate) และปริมาณของ growth

2. จากตัวเลขในตารางของท่านอาจนำไป plot curve แสดงอะไรได้บ้าง นอกจาก growth curve และ curve เหล่านี้ต่างหรือเหมือนกันกับ population growth curve อย่างไร

2. การศึกษาองค์ประกอบของช่วงอายุ

เตรียม **วัสดุอุปกรณ์** ต่อไปนี้ก่อนทำการทดลอง

- โถแป้งสาลีที่มีประชากรของมอดช่วงอายุ(age)ต่างกัน
- ปากคีบ และ จานแก้ว(Petri dish)

2.1 เทแป้งลงในจานแก้วเพียงเล็กน้อย ใช้ปากคีบเขี่ยมอดออกมาจากแป้ง แยกช่วงอายุการเจริญของมอดออกเป็นช่วง **ตัวหนอน(larva) ดักแด้(pupa) ตัวเต็มวัย(adult)** นับจำนวนของแต่ละช่วงอายุ บันทึกจำนวนแต่ละช่วงอายุไว้ ทำซ้ำหลายครั้งจนแป้งหมดโถ รวมจำนวนแต่ละช่วงอายุเข้าด้วยกัน

สรุปผล

จงสรุปผลและตอบคำถาม

1. จงแสดงตัวเลขของแต่ละช่วงอายุที่ท่านนับได้ในรูป age pyramid

2. จากรูปร่าง age pyramid ท่านคิดว่า ประชากรของมอดกลุ่มนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรต่อไปในอนาคต

3. จากการสังเกตดูสภาพในโถแป้งที่มีมอดอยู่นี้ ท่านคิดว่า มีปัจจัยอะไรบ้างที่อาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและจะเปลี่ยนอย่างไร

4. วิธีนับแบบนี้ ท่านคิดว่า เหมาะสมกว่าการนับด้วยวิธีอื่นหรือไม่ อย่างไร จงวิจารณ์ผลที่ได้ว่า อาจมีความคลาดเคลื่อนอย่างไรบ้างด้วย

ตารางบันทึกการเจริญของถั่ว

วันที่ นับจากวันเริ่มเพาะ	ความยาวของใบ(มิลลิเมตร)					ความยาวของก้านใบ(มิลลิเมตร)				
	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	เฉลี่ย	ความยาวที่เพิ่มขึ้นจากวันก่อน	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	เฉลี่ย	ความยาวที่เพิ่มขึ้นจากวันก่อน
1										
3										
5										
7										
9										
10										
13										

ตารางการบันทึกความต่างของช่วงอายุของมอด

การนับครั้งที่	ตัวอ่อนทุกระยะ		ตัวดักแด้		ตัวเต็มวัย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1						
2						
3						
-						
-						
-						
n						
รวม						