

## ตอนที่ 2

### บทปฏิบัติการเพื่อการศึกษาเฉพาะเรื่อง

ปัจจัยทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ มีผลกระทบต่อการแพร่กระจายจำนวนประชากรและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยทางเคมีก่อให้เกิดปัญหาพิษต่อสภาพแวดล้อมด้วย การศึกษารายละเอียดของปัจจัยดังกล่าวศึกษาได้จากระเบียบวิธีที่นำมาเสนอไว้ในตอนนี้ การศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลสมบูรณ์ถูกต้องตามหลักวิชาการ จำเป็นต้องมีการวางรูปแบบการทดลองเพื่อให้ผลสัมฤทธิ์เชื่อถือได้ตามหลักสถิติ ซึ่งใช้ระยยะเวลานานและต้องร่วมกันปฏิบัติ จึงไม่เหมาะต่อการศึกษาในระดับนี้ อย่างไรก็ตาม บทปฏิบัติการที่นำมาเสนอไว้นี้ ได้รับการดัดแปลงเพื่อให้สามารถทดลองปฏิบัติได้ง่ายและใช้เวลาช่วงสั้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาในระดับงานวิจัยต่อไป

## บทปฏิบัติการที่ 10

### การแพร่กระจายและการสะสมของแพลงตอนในอุทกนิเวศ

#### หลักการ

โดยทั่วไปการแพร่กระจายของแพลงตอนขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพเป็นหลัก ได้แก่ กระแสน้ำ อุณหภูมิ ความส่องสว่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปัจจัยรองลงมาคือปัจจัยทางเคมี ได้แก่ pH ปริมาณสารอินทรีย์ และแร่ธาตุที่ละลายน้ำได้ ธรรมชาติของแพลงตอนมักมีโครงสร้างที่ช่วยสำหรับการลอยตัวและเคลื่อนที่ แพลงตอนขนาดใหญ่ เช่น ตัวอ่อนของแมลง สัตว์น้ำ หรือ สัตว์พวกกุ้ง (crustacean) ขนาดเล็ก มีโครงสร้างสำหรับการเคลื่อนที่หาซากสารอินทรีย์ หรือ แพลงตอนขนาดเล็กกินเป็นอาหาร จึงพบแพร่กระจายอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามแหล่งที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์ ในทำนองเดียวกัน แพลงตอนพืช เช่น พวกไฟโตแพลงเจลเลท (ยูกลีนา, ไดโนแฟสติกอกท และชนิดอื่น) ที่มีโครงสร้างสำหรับการเคลื่อนที่ก็พบแพร่กระจายได้ทั่วไป และหลายชนิดแพร่กระจายโดยการอพยพขึ้นลงในแนวตั้งได้ด้วย แต่บางกลุ่ม เช่น พวกไดอะตอมไม่มีโครงสร้างสำหรับการเคลื่อนที่ แต่บางชนิดอาจมีโครงสร้างยื่นออกไปจากเปลือกของเซลล์เพื่อเพิ่มพื้นที่สำหรับการลอยตัว หรือเพื่อเกาะเกี่ยวติดกันเป็นโคโลนีลักษณะเป็นเส้น (filament) เช่นเดียวกันกับพวกไซแอนแบคทีเรีย ทำให้ลอยตัวไปตามกระแสน้ำ เหมาะต่อการได้รับออกซิเจนที่ละลายน้ำและได้รับแสงอย่างเพียงพอสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มที่ไม่มีโครงสร้างพิเศษเมื่อเจริญจนน้ำหนักเซลล์หนักเกินกว่าการลอยตัวจึงจมลงสะสมอยู่ตามพื้นท้องน้ำ

การศึกษาการแพร่กระจายและการสะสมของแพลงตอนในอุทกนิเวศมีความจำเป็น เพราะช่วยให้เข้าใจถึงความอุดมสมบูรณ์ของอุทกนิเวศและกลไกที่จะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและในอนาคตของอุทกนิเวศนั้น เพราะเป็นที่ทราบกันดีว่า ไฟโตแพลงตอนเจริญได้ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แพลงตอนสัตว์กินแบคทีเรีย แพลงตอนอื่น และสารอินทรีย์เป็นอาหาร แพลงตอนจึงเป็นแหล่งอาหารเบื้องต้นในห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารสำหรับสัตว์ขนาดใหญ่ขึ้นมา

การศึกษาการแพร่กระจายของแพลงตอนปฏิบัติอย่างง่ายด้วยการใช้ถุงลากลากแพลงตอนลากในแหล่งน้ำที่ระดับความลึกต่างกันตามแนวราบ ตามแนวตั้ง หรือตามแนวเฉียงดังที่ได้ปฏิบัติมาแล้วในบทปฏิบัติการที่ 3 การสะสมของแพลงตอนสามารถศึกษาได้ง่ายเช่นเดียวกัน วิธีที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้ ดัดแปลงมาจากระเบียบวิธีของ แคร็นส์ จูเนียร์ และผู้ร่วมงาน (Cairns, Jr. et al., 1983) ซึ่งได้ประโยชน์ทางอ้อม คือ ทราบการแพร่กระจายของแพลงตอนควบคู่ไปกับการสะสมของแพลงตอนด้วย

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของแพลงตอนที่แพร่กระจายและสะสมอยู่ ณ ต่างระดับความลึกของแหล่งน้ำ
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาการสะสมของแพลงตอนบางชนิด

## วัสดุอุปกรณ์

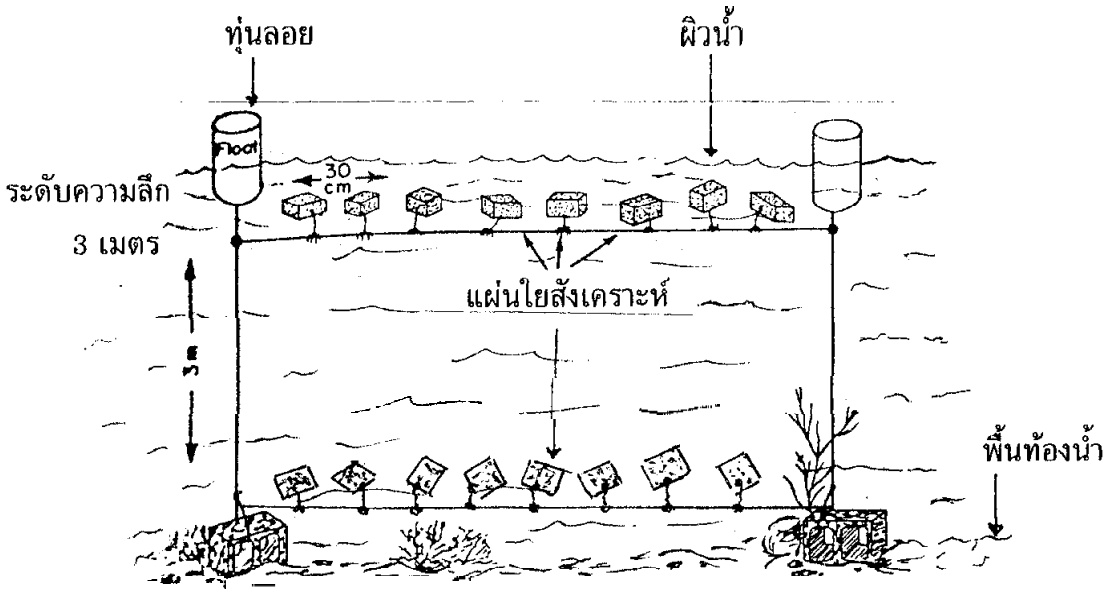
ควรเลือกใช้แหล่งน้ำที่ศึกษาข้อมูลด้านกายภาพและชีวภาพไว้แล้วจากบทปฏิบัติการที่ 1-3 เพื่อการศึกษาสำหรับบทปฏิบัติการนี้

- แผ่นใยสังเคราะห์ขนาด 8.0 x 14.0 x 0.5 เซนติเมตร จำนวน 32 แผ่น
- เชือกไนลอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร
- หินหรือแท่งปูนซีเมนต์สำหรับถ่วงน้ำหนัก
- ลูกลอย 2 ลูก
- บีกเกอร์
- $H_2O_2$
- $K_2CrO_4$
- วัสดุอุปกรณ์สำหรับการทำ wet mount
- 22 mm<sup>2</sup> # 1 coverslip

## ระเบียบวิธี

1. เลือกบริเวณที่ลึกเกินกว่า 3 เมตรของแหล่งน้ำ ผูกปลายเชือกด้านหนึ่งเข้ากับวัตถุถ่วงน้ำหนัก และปลายอีกด้านหนึ่งผูกกับลูกลอย
2. ใช้ด้ายผูกแผ่นใยสังเคราะห์ทั้งหมดเข้ากับเส้นเชือกไนลอนอีก 2 เส้น โดยเฉลี่ยให้แผ่นใยสังเคราะห์แต่ละแผ่นห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร เส้นละ 8 แผ่น ตีเรียงปลายเชือกทั้งสองข้างเข้ากับโคนปลายเชือกที่ผูกกับวัตถุถ่วงน้ำหนัก(รูป 10-1) แผ่นใยสังเคราะห์ที่ผูกติดกับเชือกไนลอนระดับนี้ทำหน้าที่เป็นชั้นสเตรทเทียมที่ระดับความลึกก้นแหล่งน้ำ ผูกปลายเชือกเส้นที่เหลือที่ใกล้กับจุดที่ผูกหุ้ลลอย โดยให้สูงขึ้นมาจากระดับก้นแหล่งน้ำ 3 เมตร แผ่นใยสังเคราะห์ที่ผูกติดกับเชือกไนลอนระดับนี้ทำหน้าที่เป็นชั้นสเตรทเทียมที่ระดับความลึกใต้ผิวน้ำ
3. ตัดแผ่นใยสังเคราะห์จากแต่ละระดับมาระดับละ 2 แผ่น ในวันที่ 3, 7, 15 และ 21 นับจากวันเริ่มต้นการทดลอง แผ่นหนึ่งนำมาเพื่อการตรวจหาไดอะตอมและไฟโตแพลงตอนอื่น อีกแผ่นหนึ่งสำหรับการตรวจหาโปรโตซัว

รูป 10-1 แผนภาพแสดงการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์การทดลอง



4. การตรวจหาไดอะตอมปฏิบัติโดยจุ่มแผ่นใยสังเคราะห์ลงในบีกเกอร์ที่มี  $H_2O_2$  ความเข้มข้นร้อยละ 30 (โดยปริมาตร) 200 มิลลิลิตร ใช้มือบีบแผ่นใยสังเคราะห์ซ้ำหลายครั้งเพื่อให้แพลงตอนหลุดออกมาอยู่ใน  $H_2O_2$  ปิดปากบีกเกอร์ด้วยแผ่นอลูมิเนียม ตั้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วจึงเติม  $K_2CrO_4$  ลงไปหนึ่งปลายสเปทิวลา (spatula) ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างมาเล็กน้อย หยดลงบนกระจกปิด แล้วทำ wet mount ด้วย Hyrax mounting medium นำมาตรวจหาชนิดและปริมาณของไฟโตแพลงตอนด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า
5. การตรวจหาโปรโตซัว เนื่องจากการศึกษาโปรโตซัวจำเป็นต้องอาศัยการเคลื่อนที่เป็นเกณฑ์ประกอบ จึงต้องตรวจจากตัวอย่างสด ใช้มือบีบแผ่นใยสังเคราะห์ให้โปรโตซัวหลุดลงมาอยู่ในบีกเกอร์ ทำ wet mount ประมาณ 3-4 สไลด์ต่อหนึ่งตัวอย่าง ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กำลังขยาย 100-420 เท่า
6. บันทึกผลการศึกษาลงในตาราง รายงานผลโดยใช้คำถามในแบบฝึกหัดท้ายบทมาเป็นเกณฑ์

ตารางบันทึกข้อมูลการศึกษาการแพร่กระจายและการสะสมของแพลงตอน

ชื่อนักศึกษา .....

วันที่ .....

สถานที่ .....

รูปแบบของระบบนิเวศ .....

วันที่เก็บ	ระดับพื้นท้องน้ำ				ระดับใต้ผิวน้ำ				
	ตัวอย่าง	ไฟโทแพลงตอน	จำนวน	โปรโตซัว	จำนวน	ไฟโทแพลงตอน	จำนวน	โปรโตซัว	รวม
3									
7									
15									
21									

## แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 10

1. ข้อมูลแสดงชนิดและปริมาณของไฟโทแพลงตอนและโปรโตซัวที่ได้จากการสำรวจ บ่งชี้ลักษณะการแพร่กระจายและการสะสมของแพลงตอนได้มากหรือน้อยเพียงใด อธิบายพอสังเขป
2. ระเบียบวิธีการสำรวจนี้เหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ในระดับใด ควรมีการปรับปรุงระเบียบวิธีอย่างไรบ้าง ข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ทางสถิติได้หรือไม่
3. ผลการสำรวจบ่งชี้ชนิดเด่นของไฟโทแพลงตอนและโปรโตซัวที่ต่างระดับความลึกหรือไม่
4. แพลงตอนชนิดใดพบแพร่กระจายอยู่ในทุกระดับความลึกของน้ำ
5. แพลงตอนชนิดใดมีการสะสมได้รวดเร็วกว่าชนิดอื่น

# บทปฏิบัติการที่ 11

## อัลเลอพาทีระหว่างชนิดของสิ่งมีชีวิต

### หลักการ

ในระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันทั้งในชนิดเดียวกันในหมู่ประชากรของตนและสัมพันธ์กับต่างชนิดของต่างประชากร ความสัมพันธ์มีหลายรูปแบบ เช่น การแก่งแย่ง ดังตัวอย่างที่ได้นำมาให้ทดลองศึกษาในบทปฏิบัติการที่ 6 ซึ่งเป็นการแก่งแย่งสืบเนื่องมาจากความต้องการปัจจัยพื้นฐานด้านแหล่งอาหารและพื้นที่ แต่บางครั้งปัจจัยดังกล่าวมิใช่สาเหตุแท้จริงของการแก่งแย่งจนทำให้พืชชนิดหนึ่งไม่สามารถเจริญแข่งขันกับพืชบางชนิดได้

นับจากการค้นพบผลกระทบของรา *Penicillium* ต่อการเจริญของจุลชีพหลายชนิดโดยเซอร์ อะเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง(Sir Alexander Flemming)เป็นต้นมา ทำให้นักนิเวศวิทยาหลายท่านเริ่มสังเกตผลกระทบของพืชชนิดหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อพืชอีกชนิดหนึ่ง เดอ แคนดอลล์ (De Candolle, 1832) ให้ข้อสังเกตว่า น่าจะเป็นผลสืบเนื่องมาจากสารพิษที่คัดหลั่งออกมาจากรากของพืช พิคเคอริง(Pickering, 1917) ศึกษาทดลองผลกระทบของหญ้าต่อการเจริญของต้นอ่อนแอปเปิลและพบว่า สารคัดหลั่งจากหญ้าทำให้ต้นอ่อนแอปเปิลแคระแกรน ต่อมาแมสซี (Massey, 1925) สังเกตว่า หญ้าอัลฟัลฟา(alfalfa)ที่ปลูกห่างจากเรือนยอดของต้นวอลนัทดำ(black walnut)ออกไป 2-3 เท่าก็ไม่สามารถเจริญได้ จึงเชื่อว่าน่าจะมีผลกระทบมาจากสารพิษที่คัดหลั่งจากรากของต้นวอลนัทดำ แนวคิดดังกล่าวได้รับการศึกษาต่อเนื่องโดยนักนิเวศวิทยารุ่นต่อมา และได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นจริง สารพิษที่คัดหลั่งออกมาจากรากพืชชนิดหนึ่งและมีผลกระทบต่อการเจริญของพืชอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า อัลเลอพาติกเอเจนท์(allelopathic agent) การมีผลกระทบของพืชชนิดหนึ่งต่อการเจริญของพืชอีกชนิดหนึ่งที่เป็นคู่กันนี้เรียกว่า อัลเลอพาที(allelopathy) อัลเลอพาติกเอเจนท์จากพืชชนิดหนึ่งมักมีความเฉพาะกับพืชชนิดใดชนิดหนึ่งหรือเพียงไม่กี่ชนิด แต่จะไม่มีผลกระทบกับพืชทุกชนิด การศึกษาเรื่องอัลเลอพาทีจึงต้องเลือกศึกษาชนิดของพืชที่ละคู่โดยมีพื้นฐานจากการสังเกตการแพร่กระจายชนิดของพืชในถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัลเลอพาทีของหญ้าน้ำคั่วต่อถั่วเขียว
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของอัลเลอพาติกเอเจนท์ที่มีอยู่ในส่วนลำต้นใต้ดินและส่วนใบของหญ้าน้ำคั่ว

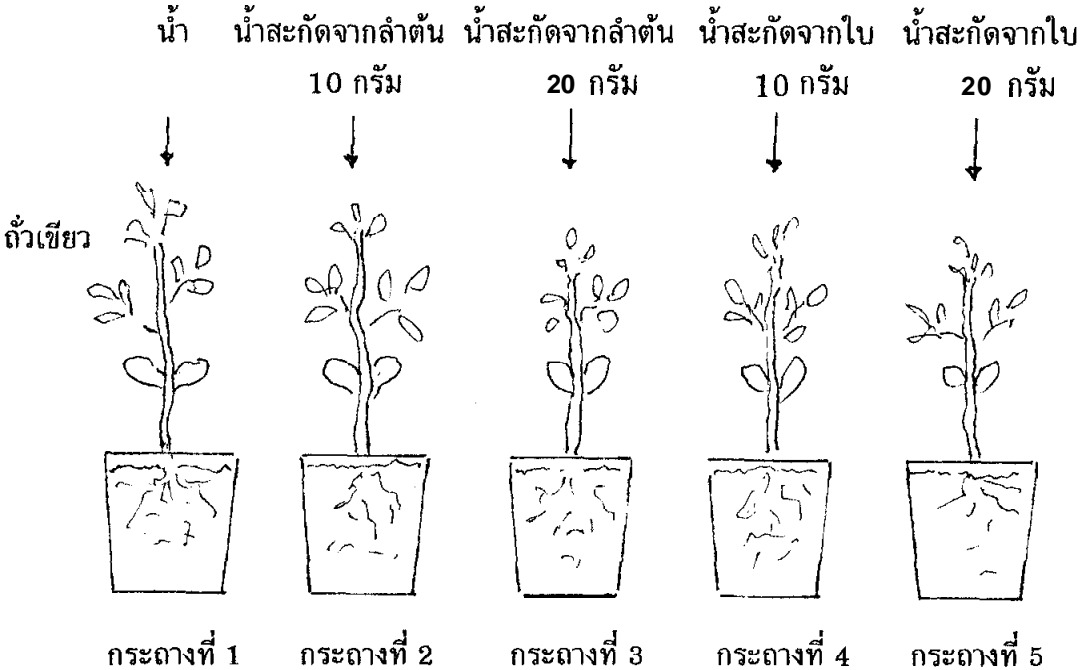
## วัสดุอุปกรณ์

- กระถางปลูกต้นไม้ทำด้วยดินเผาหรือพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว จำนวน 5 กระถาง
- ทรายเม็ดละเอียดจากแหล่งน้ำจืด ควรเลือกจากแหล่งที่มีสารอินทรีย์ปนอยู่ด้วย
- ถั่วเขียว (*Vigna radiata* Wilczek) ที่มีเมล็ดสมบูรณ์ 200 กรัม
- หล้าคา (*Imperata cylindrica*) สดที่ประกอบด้วยส่วนลำต้นใต้ดินและส่วนใบที่โผล่พ้นดินจากแหล่งเดียวกันตลอดการทดลอง

## ระเบียบวิธี

1. แช่ถั่วเขียวให้ชุ่มน้ำตลอด 24 ชั่วโมง แล้วนำลงเกลี่ยปลูกในกระถางที่มีทรายละเอียดกระถางละ 25-30 เมล็ด กลบด้วยทรายให้มิด รดน้ำเพียงให้ทรายชุ่มน้ำ คอยสังเกตการงอกของต้นถั่วเขียวให้ส่วนของเมล็ดที่มีใบเขียวโผล่พ้นทราย และต้นอ่อนตั้งตรง ถอนต้นที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง ให้เหลือเพียงกระถางละ 20 ต้น จึงเริ่มต้นการทดลอง
2. เตรียมการทดลองโดยจัดเรียงทั้ง 5 กระถาง (รูป 11-1) ไว้ในที่ร่ม แต่ได้รับแสงเพียงพออย่างน้อยวันละ 12 ชั่วโมง

รูป 11-1 แผนภาพแสดงการจัดเตรียมการทดลองเพื่อศึกษาอัลเลอพาทีของลำต้นใต้ดินและใบของหล้าคาที่มีต่อต้นถั่วเขียว





3. นำหญาศาสตมาล้างน้ำให้หมดดิน ตัดแยกส่วนลำต้นใต้ดินและส่วนใบออกจากกัน ตัดแต่ละส่วนเป็นท่อนเล็ก ๆ ปั่นด้วยเครื่องปั่น แล้วชั่งน้ำหนักแต่ละส่วนให้ได้ 10 กรัม และ 20 กรัม ตามลำดับ นำแต่ละชนิดน้ำหนักมาละลายน้ำ 100 มิลลิลิตร กรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บน้ำที่กรองได้ไว้ใช้ ปฏิบัติเช่นนี้ทุกวันตลอดการทดลอง
4. รดน้ำแต่ละกระถางทุกวัน วันละ 1 ครั้งติดต่อกัน 14 วัน โดยปฏิบัติดังนี้
  - 4.1 กระถางที่ 1 รดด้วยน้ำประปา(ที่เก็บไว้ในภาชนะนานไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง) 100 มิลลิลิตร
  - 4.2 กระถางที่ 2 รดด้วยน้ำสกัดจากลำต้น 10 กรัม
  - 4.3 กระถางที่ 3 รดด้วยน้ำสกัดจากลำต้น 20 กรัม
  - 4.4 กระถางที่ 4 รดด้วยน้ำสกัดจากใบ 10 กรัม
  - 4.5 กระถางที่ 5 รดด้วยน้ำสกัดจากใบ 20 กรัม
5. เมื่อครบ 14 วันแล้ว ถอนถั่วทุกต้นจากทุกกระถาง ระวังมิให้รากขาด และไม่ให้มีทรายติดมากับราก วัดความยาวของลำต้นถั่วโดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอดอ่อน หาค่าเฉลี่ยความยาวของลำต้นของแต่ละกระถาง แล้วนำต้นถั่ว(รวมราก)ทุกต้นของแต่ละกระถางมาชั่งน้ำหนักหาค่าเฉลี่ยต่อต้น บันทึกข้อมูลที่ได้ลงในตาราง
6. รายงานผลการทดลองเชิงเปรียบเทียบโดยใช้ทุกคำถามในแบบฝึกหัดท้ายบทมาเป็นเกณฑ์สำหรับการเขียนรายงาน

**ตารางบันทึกข้อมูลการศึกษาอัลเลลพาทีของหญ้าคาต่อถั่วเขียว**

ชื่อนักศึกษา .....

วันที่(เริ่มการทดลอง) .....

	กระถางที่ 1	กระถางที่ 2	กระถางที่ 3	กระถางที่ 4	กระถางที่ 5
ความยาวลำต้นเฉลี่ย (มิลลิเมตร)					
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)					

## แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 11

1. ถั่วเขียวในกระถางที่ 1 ทำหน้าที่ใดของชุดการทดลอง จงอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบ
2. เหตุใดจึงใช้น้ำ 100 มิลลิลิตรเท่ากันทุกกระถาง
3. การแยกส่วนลำต้นใต้ดินและใบออกจากกันแล้วสกัดเอาสารที่อยู่ภายในมาทดลองมีวัตถุประสงค์อย่างไร
4. เหตุใดจึงต้องใช้ความต่างน้ำหนักของหย้าคามทดลอง การออกแบบการทดลองนี้ได้ผลสมบูรณ์ทางสถิติในทุกแง่คิดหรือไม่ อธิบายโดยละเอียด
5. ส่วนใดของหย้าคามมี allelopathic effect ต่อต้นถั่วเขียวมากกว่ากัน ผลการทดลองนี้ชี้นำหลักการเรื่องอัลเลอพาทีได้หรือไม่
6. ข้อมูลของน้ำหนักเปียกทั้งหมดสอดคล้องกับข้อมูลความยาวของลำต้นถั่วเขียวหรือไม่ และชี้นำ allelopathic effect อย่างไร
7. หย้าคามมี allelopathic effect ต่อพืชชนิดอื่นหรือไม่และท่านได้ประโยชน์อะไรบ้างจากการทดลองนี้

## บทปฏิบัติการที่ 12

### การศึกษาความหลากหลายของชนิดในกลุ่มสิ่งมีชีวิต

#### หลักการ

ความหลากหลายของชนิดเป็นเอกลักษณ์ทางชีวภาพในระดับกลุ่มสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศ ยิ่งไปกว่านั้น ยังเป็นลักษณะสะท้อนให้เห็นบทบาทและหน้าที่ของแต่ละชนิดที่เป็นกลไกให้ทุกชีวิตในกลุ่มสิ่งมีชีวิตดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง สัดส่วนความหลากหลายของชนิดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสมดุลของกลุ่มสิ่งมีชีวิตนั้น การมีความหลากหลายของชนิดมาก หรือมีความอุดมสมบูรณ์มาก ก็ย่อมมีความซับซ้อนของสายใยอาหารมาก และความซับซ้อนนี้เป็นปัจจัยควบคุมจำนวนประชากรแบบที่พื้นที่เป็นปัจจัยจำกัด (density-dependent) จากหลักการดังกล่าว จึงใช้เป็นเกณฑ์นำมาสู่ระเบียบวิธีศึกษาความหลากหลายของชนิดในกลุ่มสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ ดัชนีที่นำมาใช้วัดมี 3 แบบ คือ

1. ดัชนีของซิมป์สัน (Simpson's index) หลักการคือ สุ่มตัวอย่างจำนวนตัวสิ่งมีชีวิตออกมาทีละคู่ เพื่อให้ได้โอกาสที่ 2 ตัวใน 1 คู่ นั้นเป็นชนิดเดียวกัน คำนวณค่าดัชนีจากสูตร

$$D = \frac{N(N-1)}{\sum n(n-1)}$$

โดย

$D$  = ดัชนีความหลากหลาย

$N$  = จำนวนสิ่งมีชีวิตทุกชนิดทั้งหมด

$n$  = จำนวนตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง

ค่าของดัชนีเริ่มจาก 1 เมื่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำการสำรวจมีเพียงชนิดเดียว ค่าจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนความหลากหลายของชนิด ถ้ากลุ่มสิ่งมีชีวิตนั้นชนิดหนึ่งมี 9 ตัว อีกชนิดหนึ่งมี 1 ตัว ดัชนีมีค่า = 1.25 ถ้ากลุ่มสิ่งมีชีวิตนั้นมี 2 ชนิด แต่ละชนิดมี 5 ตัวเท่ากัน ดัชนีมีค่า = 2.25

2. ดัชนีของแชนนอน-ไวเนอร์ (Shannon-Weiner's index) หลักการคือ จำนวนตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง ย่อมมีโอกาสถูกเลือกออกมาจากกลุ่มสิ่งมีชีวิต ถ้าการเลือกนั้นเป็นแบบสุ่ม ถ้ามีจำนวนชนิดมาก โอกาสถูกเลือกก็มีมาก คำนวณค่าดัชนีจากสูตร

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

โดย

$p_i$  = ทศนิยมของจำนวนตัวทั้งหมดที่เป็นของลำดับชนิด ( $i^{\text{th}}$  species)

เนื่องจากการคำนวณค่าดัชนีจากสูตรนี้ต้องมีการแปลงค่าจำนวนตัวออกมาเป็นเลขทศนิยม แล้วใช้ค่า logarithm ฐาน 2 เพื่อให้่ายขึ้นจึงควรคำนวณค่าดัชนีจากสูตร

$$H' = 3.3219 \left( \log_{10} N - \frac{1}{N} \sum n_i \log_{10} n_i \right)$$

โดย  $N =$  จำนวนตัวทั้งหมดของทุกชนิด

$n_i =$  จำนวนตัวของลำดับชนิด

3.3219 = ค่าแก้จาก  $\log_{10}$  มาเป็น  $\log_2$

เพื่อช่วยการคำนวณ ค่า  $\log_{10} N$  และ  $n \log_{10} n$  จากตาราง 12-1 ค่าดัชนีเริ่มจาก 0 สำหรับกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีเพียงชนิดเดียว ค่าจะมากขึ้นเมื่อจำนวนชนิดเพิ่มขึ้น โดยที่แต่ละชนิดจะมีจำนวนตัวเพียงเล็กน้อย สำหรับกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วย 2 ชนิด ชนิดแรก 9 ตัว ชนิดที่สอง 1 ตัว ค่าดัชนี = 0.468 สำหรับสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วย 2 ชนิด แต่ละชนิดมีจำนวนตัว 5 ตัวเท่ากัน ค่าดัชนี = 1.000

3. ดัชนี PIE (Probability of Interspecific Encounter) ดัชนีนี้เสนอโดย เฮิร์ลเบิร์ต (Hurlbert, 1971) สืบเนื่องมาจากการตีความความหมายของคำว่า “ความหลากหลายของชนิด” ที่มักมีความเห็นไม่ตรงกัน เฮิร์ลเบิร์ตมีความเห็นว่า การเลือกใช้ดัชนีน่าจะมีความชัดเจน โดยการกำหนดลักษณะของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่จะนำมาหาค่าความหลากหลายได้ด้วย ลักษณะดังกล่าวคือความน่าจะเป็นของต่างชนิดที่จะมาอยู่ร่วมกัน (PIE) ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนของแต่ละตัวของแต่ละชนิดที่จะมาอยู่ร่วมกันโดยการสุ่ม ค่าดัชนีคำนวณจากสูตร

$$PIE = \sum_{i=1}^s (n_i/N)(N-n_i/N-1)$$

โดย  $S =$  จำนวนชนิด

$N =$  จำนวนตัวทั้งหมดของทุกชนิด

$n_i =$  จำนวนตัวของลำดับชนิด ( $i^{\text{th}}$  species)

ดัชนีทั้ง 3 แบบนำมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มสิ่งมีชีวิตหลายแบบ เช่น กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความแตกต่างของถิ่นที่อยู่อาศัย หรือความแตกต่างทางสภาพภูมิศาสตร์ และใช้ได้แม้กระทั่งการศึกษากลุ่มสิ่งมีชีวิตเดี่ยวแต่ต่างช่วงเวลา (ฤดูกาล) กัน

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาดัชนีความหลากหลายของชนิดในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ต่างถิ่นที่อยู่อาศัยกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดที่คำนวณจากต่างสูตรกัน

## ระเบียบวิธี

กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ควรเลือกมาศึกษาคือ หาดทราย(sandy beach) และ หาดหิน(rock shore)

1. สุ่มตัวอย่างจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 แบบ โดยวิธี ควอดเรต (quadrat) ตัวอย่างที่สุ่มไม่ควรต่ำกว่าแบบละ 4 ตัวอย่าง
2. ในแต่ละตัวอย่างปฏิบัติตามขั้นตอนการหาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดตามหลักการหาค่าดัชนีของทั้ง 3 ระเบียบวิธี
3. บันทึกข้อมูลและคำนวณค่าดัชนีลงในตาราง รายงานผลการศึกษาตามเกณฑ์ในคำถามท้ายบท

## ตารางบันทึกข้อมูลการหาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดในกลุ่มสิ่งมีชีวิต

ชื่อนักศึกษา .....

วันที่ .....

ลักษณะกลุ่มสิ่งมีชีวิต	ขนาดพื้นที่ ตัวอย่าง (m <sup>2</sup> )	จำนวนชนิด	จำนวนตัว สิ่งมีชีวิต ทั้งหมด	ดัชนีของซิมป์สัน	ดัชนีของแซนนอน- ไวเนอร์	PIE
หาดทราย						
หาดโคลน						

## แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 12

1. ระดับความหลากหลายของชนิดในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สำรวจจงชี้ความไม่อยู่ในสภาวะสมดุลหรือไม่ อธิบาย
2. จำนวนความหลากหลายของชนิดในกลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้งสองแบบมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้ามีความสัมพันธ์กัน ชนิดใดที่มีบทบาทเชื่อมโยงความสัมพันธ์นั้น
3. การคัดเลือกตามธรรมชาติมีผลต่อระดับความหลากหลายของชนิดในกลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้งสองแบบในระดับใด อธิบาย