บทที่ 6
อุปกรณ์สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระชีววิทยา

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทเรียนนี้แล้วนักศึกษาควรจะสามารถ

1. ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง
2. เลือกใช้อุปกรณ์ได้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ
3. แนะนำการใช้อุปกรณ์แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
4. ดูแลรักษาอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้อย่างคงทน

อุปกรณ์สำหรับการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา ค่อนข้างจะมีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สาขาอื่นเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่ขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้องจุลทรรศน์หรือแว่นขยายช่วยจนถึงสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการทดลองจึงมีความละเอียดและต้องใช้เทคนิคเฉพาะ ครูผู้สอนชีววิทยาจึงต้องศึกษาลักษณะของอุปกรณ์และเทคนิคการใช้ให้เกิดทักษะจึงจะช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

สำหรับอุปกรณ์พื้นฐานซึ่งใช้กันในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั่วไป นักศึกษาคงจะได้ศึกษามาแล้ว ในหน่วยการเรียนนี้จึงจะเน้นเฉพาะอุปกรณ์ที่จำเป็นเฉพาะสาระการเรียนรู้ชีววิทยา ซึ่งนักศึกษาจะได้ฝึกประสบการณ์การใช้อุปกรณ์เพื่อที่จะนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนสาระการเรียนรู้ชีววิทยาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

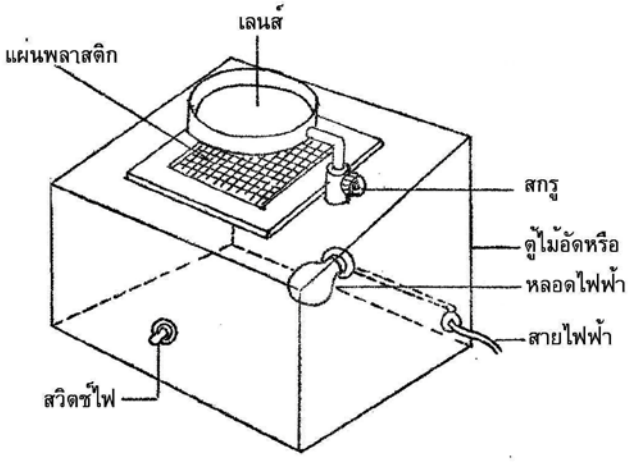
อุปกรณ์ศึกษาจุลินทรีย์

อุปกรณ์นับจุลินทรีย์

อุปกรณ์นับจุลินทรีย์ใช้สำหรับนับประชากรสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กได้แก่ แหนเป็ด (duck weed) กลุ่มของเชื้อรา (colony fungi) กลุ่มแบคทีเรีย (colony bacteria) ใช้ศึกษารูปร่างของกลุ่มจุลินทรีย์บนผิวและใต้ผิววุ้นซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ

อุปกรณ์นับจุลินทรีย์สามารถสร้างใช้ได้โดยไม่ต้องซื้อหาเพราะมีราคาแพงมาก โดยใช้กล่องไม้ ภายในกล่องมีชุดหลอดไฟสำหรับให้แสงสว่างโดยมีสวิตช์ปิดเปิดอยู่ด้านนอก

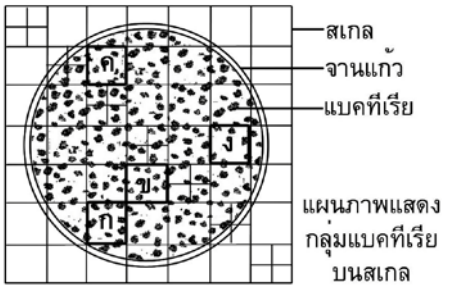
ฝาด้านบนกล่องเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 12.5×12.5 เซนติเมตร ปิดช่องด้วยกระจกฝ้า ซึ่งขีดเส้นสเกลอยู่ด้านล่างเมื่อหักขอบออกด้านละ 1.25 เซนติเมตร แล้วจะเหลือพื้นที่กระจกด้านละ 10 เซนติเมตร แบ่งสเกลช่องละ 1 เซนติเมตร ดังนั้น 1 ช่องสเกลจึงมีพื้นที่เท่ากับ 1 ตารางเซนติเมตร ในสเกลแถวทแยงมุมแบ่งแต่ละช่องเป็น 4 ส่วน ซึ่งจะได้ 1 ตารางเซนติเมตร จะมี 4 ส่วน ๆ ละ 0.25 ตารางเซนติเมตร เหนือแผ่นกระจกมีแว่นขยายที่ติดอยู่กับก้านที่ปรับความสูงต่ำโดยการใช้สกรูยึด



ภาพที่ 6.1 อุปกรณ์นับจุลินทรีย์

วิธีการทดลอง เริ่มจากการเปิดสวิตช์ไฟฟ้า แล้วนำจานจุลินทรีย์วางบนแผ่นสเกล พร้อมกับจัดระยะเลนส์ให้มีความเหมาะสมกับสายตาของผู้ทดลอง เมื่อเห็นจุลินทรีย์ชัดแล้วจึงเริ่มทำการนับโดยการสุ่ม ถ้าแต่ละช่องตารางเซนติเมตรมีกลุ่มจุลินทรีย์มากนับไม่ถ้วนให้นับในช่องสเกลเล็ก 1/4 ตารางเซนติเมตร แล้วนำไปคำนวณดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง ในจานเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย เส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร สุ่มนับจำนวนกลุ่มแบคทีเรีย 4 ช่องตารางเซนติเมตร (ก, ข, ค และ ง ในภาพ) ได้จำนวน 10 กลุ่ม 9 กลุ่ม 7 กลุ่ม และ 8 กลุ่ม คำนวณจำนวนกลุ่มแบคทีเรียทั้งจานดังนี้



จำนวนแบคทีเรียใน 4 ตารางเซนติเมตร = 10+9+7+8 กลุ่ม

= 34 กลุ่ม

ดังนั้น 1 ตารางเซนติเมตรมีแบคทีเรีย = $\frac{34}{4}$ กลุ่ม

= 8.5 กลุ่ม

พื้นที่ของจานเพาะเลี้ยง = $\frac{22}{7}\times\left(\frac{11}{2}\right)^2$ ตารางเซนติเมตร

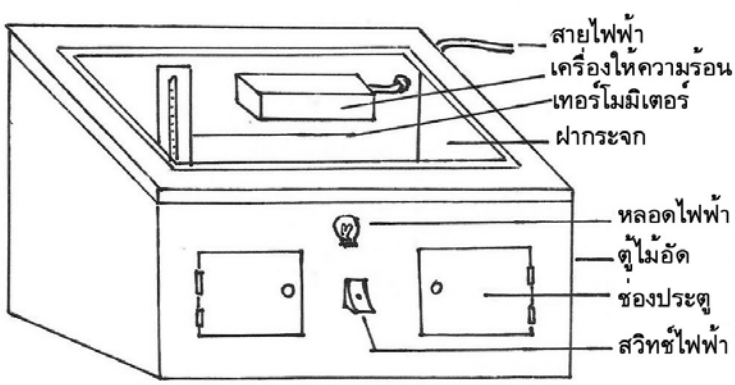
$\therefore$ จานเพาะเลี้ยงเชื่อในจานมีแบคทีเรียประมาณ = $\frac{22}{7}\times(5.5)^2\times 8.5$ กลุ่ม

= 506 กลุ่ม

อุปกรณ์ตู้ถ่ายเชื้อ

ตู้ถ่ายเชื้อเป็นอุปกรณ์ชีววิทยาที่ใช้ทดลองเกี่ยวกับการถ่ายเชื้อเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตั้งแต่ 32-40 °C นอกจากนี้ยังใช้เป็นตู้อบพืชและอบสิ่งของต่าง ๆ ในการทดลองด้วย

ลักษณะของตู้เป็นตู้ไม้ ด้านบนเป็นฝากระจก ปิดเปิดได้ ด้านหน้ามีช่องประตูสำหรับสอดมือเข้าไปทำงานในตู้ ภายในตู้มีอุปกรณ์ทำความร้อนเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าและมีเทอร์โมมิเตอร์วัดระดับความร้อน



ภาพที่ 6.2 ตู้ถ่ายเชื้อ

1. การถ่ายเชื้อ

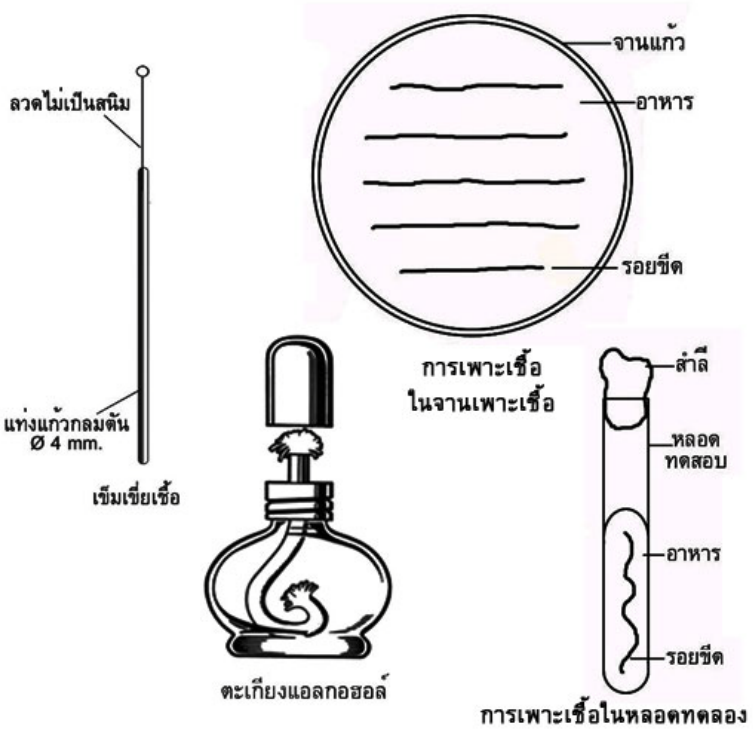
1) จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับถ่ายเชื้อได้แก่ ตะเกียงแอลกอฮอล์ เข็มเขี่ยเชื้อ จานเพาะเชื้อ (petridish) หรือหลอดทดลอง (test tube) หลอดทดลองที่มีเชื้อบริสุทธิ์ และบีกเกอร์ อุปกรณ์ทุกอย่างต้องสะอาดและพร้อมที่จะใส่ไว้ในตู้

2) ทำความสะอาดตู้โดยเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ถ้าต้องการให้ปราศจากเชื้อควรอบตู้ด้วยสารผสมฟอร์มาลีน 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรกับน้ำด่างทับทิม 1 กรัม ใส่ในจานแก้ววางทิ้งไว้ในตู้ 1 คืน ก่อนใช้เปิดประตูแง้มไว้ให้ก๊าซระเหยออกให้หมดเสียก่อนแล้วปิดไว้ตามเดิม

3) นำอุปกรณ์ที่จะใช้ถ่ายเชื้อใส่ในตู้เรียงตามถนัดที่ผู้ทดลองจะใช้

4) สอดมือทั้งสองข้างเข้าไปในประตูด้านหน้า มือซ้ายจับหลอดที่มีเชื้อบริสุทธิ์กับหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ มือขวาจับเข็มเขี่ยเชื้อ พร้อมกับใช้ง่ามนิ้วกลางกับนิ้วนางหนีบจุกสำลีของหลอดที่มีเชื้อบริสุทธิ์ดึงออกมา และใช้นิ้วนางกับนิ้วก้อยหนีบจุกสำลีของหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อดึงออกมา มือซ้ายจับที่หลอด ควรให้ปากหลอดอยู่บริเวณไฟที่จุดรอไว้ เพื่อฆ่าเชื้อโรครอบ ๆ ปากหลอดทั้งสอง

5) เผาปลายเข็มเขี่ยเชื้อให้ร้อนแดง และสอดเข้าไปเขี่ยเชื้อเล็กน้อย ในหลอดที่มีเชื้อบริสุทธิ์ นำขึ้นมาป้ายในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ การป้ายใช้วิธีหยักไปมา (ซิกแซก) อุดจุกสำลีเข้าที่เดิม นำหลอดที่ป้ายเชื้อแล้วไปตั้งทิ้งไว้ในที่มืด หรือเก็บในตู้ถ่ายเชื้อควรใส่ไว้ในบีกเกอร์ ถ้าเป็นจานเพาะเชื้อเมื่อปิดฝาแล้วให้คว่ำจานแก้วโดยเอาฝาลง เพื่อป้องกันวุ้นซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง เขียนวันที่กับชื่อจุลินทรีย์ไว้ที่หลอดแก้วหรือบนจานเพาะเชื้อ



ภาพที่ 6.3 อุปกรณ์สำหรับเพาะเชื้อ

2. การอบ

1) เปิดสวิตช์ไฟฟ้าเครื่องทำความร้อน หลอดไฟฟ้าที่ด้านหน้าจะสว่าง คอยสักครู่เพื่อดูอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินต้องการ เปิดฝาประตูแง้มไว้ให้ลมเข้าไปบ้าง

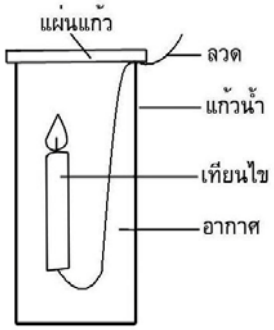
2) ถ้าต้องการอบสิ่งของทดลองที่ไม่ต้องการแสง ต้องใช้กระดาษสีดำปิดกระจกด้านบน

3) ถ้าต้องการอบพืชที่อัดไว้ในไม้อัด ต้องเปิดฝาแง้มไว้ เพื่อให้ไอน้ำระเหยออกมาได้

อุปกรณ์ทดลองศึกษาเรื่องการหายใจ

อุปกรณ์เก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

การเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อาจทำโดยใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ จากการเผาเทียนไขในถ้วยแก้วที่ปิดสนิท หรือเก็บโดยแทนที่น้ำจากการเป่าลมหายใจจากปาก



ก

วิธีที่ 1 งอปลายหนึ่งของเส้นลวดแทงที่ส่วนฐานของแท่งเทียนไข ส่วนอีกปลายให้เป็นขอเกี่ยวไว้กับปากแก้ว เมื่อจะทดลองให้จุดเทียนไขให้ติดไฟลุกดีแล้ว หย่อนลงไปในถ้วยแก้ว ใช้แผ่นกระจกปิดปากขวดไว้สักครู่ ไฟจะดับแล้วค่อย ๆ แง้มแผ่นแก้วยกเทียนไขออกมา แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่หนัก จึงอยู่ที่บริเวณก้นแก้ว จากนั้นค่อย ๆ เทน้ำปูนใสลงไปประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าน้ำปูนใสจะขุ่น แสดงว่าในขวดมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ข

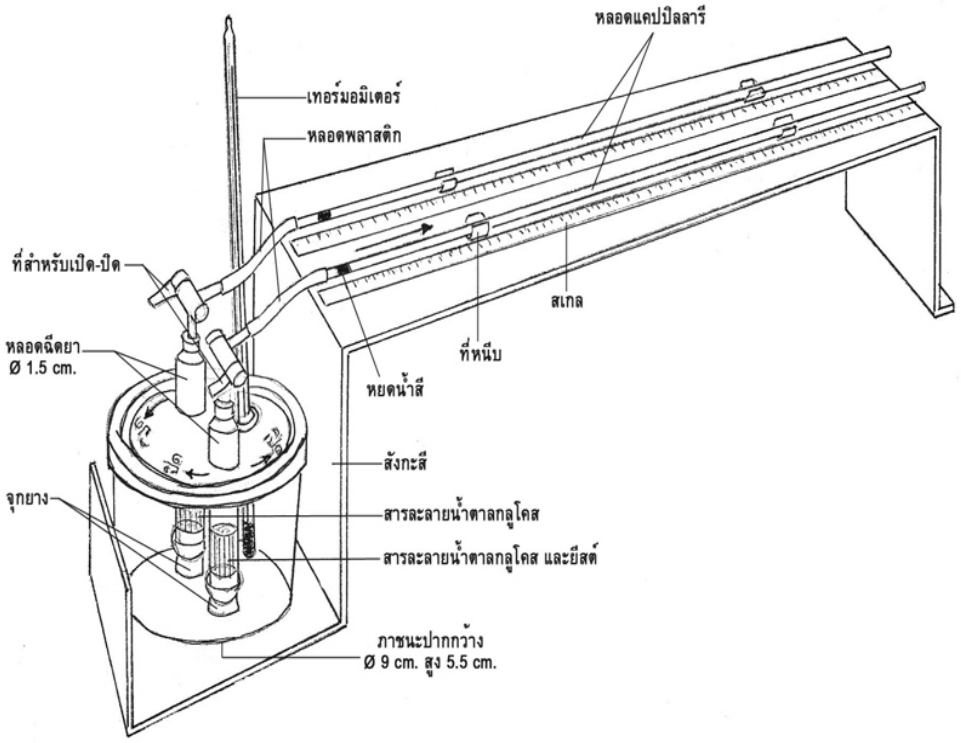
ภาพที่ 6.4 การเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเทียนไข (ก) และโดยเป่าลมหายใจ (ข)

วิธีที่ 2 ใส่น้ำในอ่างเล็ก ๆ ประมาณครึ่งอ่าง ใส่น้ำให้เต็มหลอดทดลอง คว่ำลงไปในอ่างโดยอาจจะใช้ขาตั้งและตัวจับยึดหลอดเอาไว้ สอดปลายด้านหนึ่งของหลอดพลาสติกเข้าไปในหลอดทดลอง ใช้ปากเป่าลม อีกปลายของหลอดพลาสติก เพื่อให้ลมหายใจเข้าไปแทนที่น้ำจนหมดหลอด ใช้แผ่นแก้วสอดเข้าไปปิดปากหลอดทดลองในน้ำและนำขึ้นมาจากอ่าง พลิกหลอดทดลองให้หงายขึ้นโดยแผ่นแก้วยังปิดปากหลอดทดลองอยู่ เทน้ำปูนใสลงไปแล้วเขย่า จะเห็นน้ำปูนใสขุ่น

อุปกรณ์วัดอัตราการหายใจแบบใช้ออกซิเจน

อุปกรณ์วัดอัตราการหายใจใช้วัดอัตราการหายใจแบบใช้ออกซิเจน (rate of aerobic respiration) ซึ่งเหมาะที่จะใช้ทดลองกับยีสต์ การทดลองทำให้ทราบว่ายีสต์ 1 กรัม หายใจโดยปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมานาทีละกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ในอุณหภูมิที่กำหนด

ลักษณะของอุปกรณ์ ประกอบด้วย ถ้วยพลาสติกพร้อมฝาปิดเจาะรูที่ฝา 2 รู สำหรับสอดหลอดฉีดยา 2 รู และเทอร์โมมิเตอร์ 1 รู หลอดฉีดยาถอดลูกสูบออกและใช้จุกยางอุดให้แน่น ปลายหลอดด้านที่ใช้เสียบเข็มฉีดยาจะต่ออยู่กับก๊อกที่ใช้ปิดเปิดซึ่งมีปลายที่ต่อกับท่อยางที่จะต่อเข้ากับหลอดแก้วแคปปิลลารีที่มีสเกล (ทำเองได้) หลอดฉีดยาใช้สำหรับบรรจุสารละลายที่จะใช้ทดลองตามรูและรอยต่อต่าง ๆ ต้องอุดให้แน่นเพื่อป้องกันแก๊สรั่ว



ภาพที่ 6.5 อุปกรณ์วัดอัตราการหายใจแบบใช้ออกซิเจน

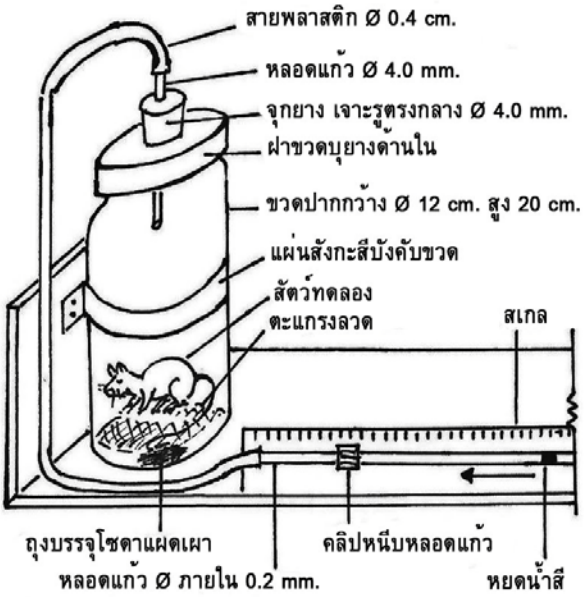
วิธีใช้ หลอดฉีดยาหลอดหนึ่งใส่สารละลายน้ำตาลกับยีสต์ครึ่งกรัม ผสมกับน้ำตาลกลูโคส 3 กรัม เติมน้ำประมาณ 2/3 ของหลอดฉีดยา เขย่าให้เข้ากัน เสียบที่ปิดเปิดแก๊สที่ปลายให้แน่น การปรับอุณหภูมิให้เติมน้ำอุ่นลงไปในหลอดพลาสติกตามต้องการ โดยตรวจดูอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์ ที่หลอดแคปปิลลารีออกทั้ง 2 อัน ใช้ปลายหลอดจุ่มลงไปในน้ำสีให้น้ำสีเข้าไปในรูหนึ่งหยด แล้วใช้ปลายเสียบกับหลอดยางวางหลอดบนฐานที่มีสเกล อีกหลอดใส่สารละลายน้ำตาลอย่างเดียว (น้ำตาลกลูโคส 3 กรัม เติมน้ำ 2/3 ของหลอด) เมื่อเริ่มการทดลองไปประมาณ 2-3 นาที หลอดที่มีสารละลายยีสต์และน้ำตาลจะมีแก๊สเกิดขึ้น หยดน้ำสีในหลอดแคปปิลลารีจะเลื่อนไป จดตัวเลขบนสเกลที่ตรงกับน้ำสี จับเวลาแล้วนำไปคำนวณ

ตัวอย่าง เมื่อเริ่มทดลองหลอดที่มีสารละลายยีสต์กับน้ำตาล หยดน้ำสีอยู่ที่ 1.5 ส่วนหลอดที่มีสารละลายน้ำตาลหยดน้ำสีจะอยู่ที่ 2 จับเวลา 15 นาที น้ำสีจากสารละลายยีสต์กับน้ำตาลจะเคลื่อนไปอยู่ที่ 30 ส่วนหลอดที่มีแต่สารละลายน้ำตาลจะอยู่ที่เดิม ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย (เส้นผ่าศูนย์กลางหลอดแคปปิลลารี 2 มิลลิเมตร, อุณหภูมิห้อง)

การคำนวณ

ระยะทางที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ไป	=	30-1.5	เซนติเมตร
	=	28.5	เซนติเมตร
ปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นในเวลา 15 นาที	=	$\frac{22}{7} \times (0.01)^2 \times 28.5$	ลูกบาศก์เซนติเมตร
(หลอดแคปปิลลารีมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm.			
ปริมาตร = $\pi r^2 \times$ สูง)	=	$3.1 \times (0.1)^2 \times 28.5$	ลูกบาศก์เซนติเมตร
	=	0.88	ลูกบาศก์เซนติเมตร
∴ ยีสต์หนัก 1/2 กรัม ในเวลา 15 นาที			
คายคาร์บอนไดออกไซด์	=	0.88	ลูกบาศก์เซนติเมตร
∴ ยีสต์หนัก 1/2 กรัม ในเวลา 1 นาที			
คายคาร์บอนไดออกไซด์	=	$\frac{0.88 \times 60}{15}$	ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาที
	=	3.52	ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาทีที่อุณหภูมิห้อง (กรณีใช้อุณหภูมิห้อง)

อุปกรณ์วัดอัตราการหายใจของสัตว์



ภาพที่ 6.6 อุปกรณ์วัดอัตราการหายใจของสัตว์

อุปกรณ์ชนิดนี้อาจมีชื่อเรียกเป็นอย่างอื่น เช่น เครื่องวัดปริมาตรแก๊ส เครื่องวัดออกซิเจนที่สัตว์หายใจ ใช้คำนวณหาอัตราการหายใจของสัตว์ทดลองพวก หนู นก กบ แมลง เป็นต้น

ลักษณะของอุปกรณ์ประกอบด้วย ขวดใสปากกว้างขนาดใหญ่พอที่จะใส่สัตว์ทดลองได้ มีฝาปิดเจาะรูที่ฝาเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร สำหรับใส่จุกยางเสียบหลอดแก้วไว้เพื่อต่อกับสายพลาสติก ปลายอีกด้านหนึ่งของสายพลาสติกจะต่อกับหลอดแก้วแคปปิลลารี ซึ่งใช้เป็นตัววัดปริมาณแก๊ส

วิธีใช้ ชั่งน้ำหนักของสัตว์ทดลอง เช่น หนูตะเภาหรือหนูขาว 1 ตัวไว้ก่อนแล้ว ใส่ลงในขวดที่มีโซดาแผดเผาอยู่ที่กันขวด ปิดฝาให้แน่น ใช้ปลายหลอดแคปปิลลารีจุ่มลงในน้ำสีให้น้ำสีเข้าไปในหลอดเล็กน้อย โซดาแผดเผาจะดูดคาร์บอนไดออกไซด์ในขวดที่เกิดจากการหายใจของหนู ในขวดจึงเหลือแต่ออกซิเจน ขณะที่หนูใช้ออกซิเจนหายใจ หยดน้ำสีจะเคลื่อนที่ไปทางขวดที่ใส่หนู จับเวลาที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่จนหยดน้ำสีเข้าไปในขวดบ้างแล้ว ทำการทดลองซ้ำ 2-3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยแล้วนำมาคำนวณ

ตัวอย่าง ใส่หนูหนัก 50 กรัม ลงไปในขวดที่มีโซดาแผดเผาแล้ว เริ่มจับเวลาตรงที่หยดน้ำสีอยู่ที่เข็มสเกลเลข 26 เมื่อน้ำสีไหลลงไปถึงเลข 5 ใช้เวลา 5 วินาที (ค่าเฉลี่ย) อัตราการหายใจของหนูเป็นเท่าใด

การคำนวณ

ใช้เวลา 5 วินาที หยดน้ำสีไหลจากจุดที่ 26-5

ได้ระยะทาง = 26 – 5 เซนติเมตร

= 21 เซนติเมตร

ปริมาตรภายในของหลอดแคปปิลลารี = $\frac{22}{7} \times (0.1)^2 \times 21$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

(เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm. หรือ 0.2 cm.)

= 0.66 ลูกบาศก์เซนติเมตร

หนูหนัก 50 กรัม ในเวลา 5 วินาที ใช้ออกซิเจน = 0.66 ลูกบาศก์เซนติเมตร

หนูหนัก 50 กรัม ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้ออกซิเจน = $\frac{0.66 \times 60 \times 60}{5}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

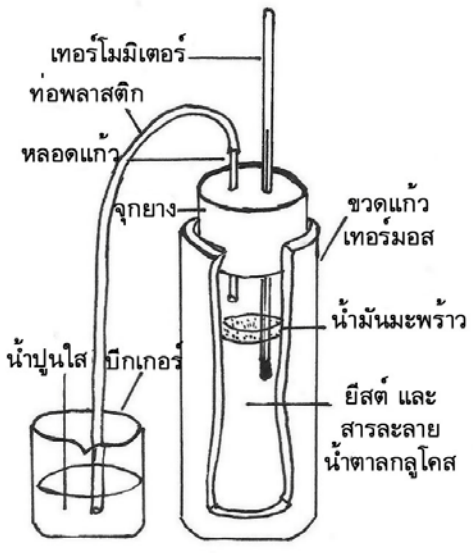
= 475.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

หนูหนัก 1 กรัม ในเวลา 1 ชั่วโมง ใช้ออกซิเจน = $\frac{475.2}{50}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

= 9.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

อัตราการหายใจของหนู = 9.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร/1 กรัม/1ชั่วโมง

อุปกรณ์ทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

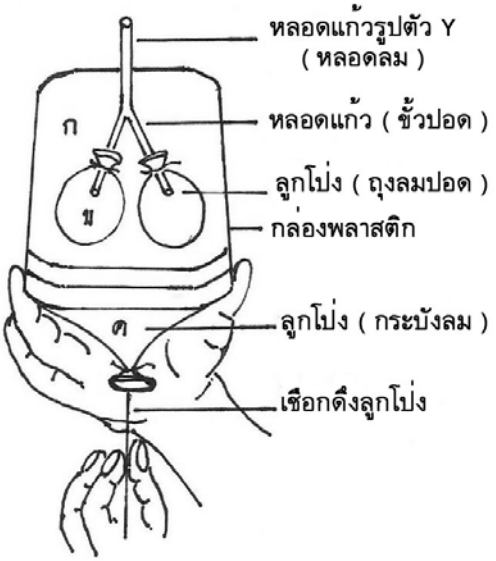


อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองเพื่อแสดงว่ายีสต์หายใจโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนประกอบด้วย ขวดเทอร์มอสพลาสติก ขนาดกลาง จุกยางปิดปากขวด เจาะจุกยาง 2 รู สำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์และหลอดแก้วอย่างละรู ต่อสายยางจากหลอดแก้วให้ปลายสายยางที่เหลือจุ่มอยู่ในน้ำปูนใสในบีกเกอร์ เพื่อทำการทดสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ภาพที่ 6.7 อุปกรณ์ทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

วิธีทดลอง เตรียมสารละลายยีสต์กับน้ำตาลกลูโคสโดยใช้ยีสต์ต่อน้ำตาลกลูโคสในอัตราส่วน 1 ต่อ 6 แล้วเติมน้ำประมาณ 2 ใน 3 ของขวดเทอร์มอสคนให้เข้ากัน ปิดผิวน้ำไม่ให้อากาศเข้าไปในสารละลายได้โดยการเติมน้ำมันมะพร้าวลงไปให้มีความหนาประมาณ 0.5 มิลลิลิตร อุดจุกยางที่มีชุดเทอร์โมมิเตอร์และหลอดนำแก๊สให้แน่นทิ้งไว้ 2-3 นาที จะเห็นฟองแก๊สเกิดขึ้นในบีกเกอร์ ต่อมาจะเห็นน้ำปูนใสในบีกเกอร์ขุ่น แสดงว่ายีสต์หายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจนได้ และแก๊สที่ปล่อยออกมาคือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

อุปกรณ์ปอดเทียม



ภาพที่ 6.8 อุปกรณ์ปอดเทียม

อุปกรณ์ปอดเทียมใช้สำหรับศึกษาเรื่องการหายใจโดยปอด (lungs) ของคน เป็นอุปกรณ์แสดงการทำงานของปอดและกระบังลม (diaphargm) ขณะที่มีการหายใจเข้า (inspiration) และการหายใจออก (expiration)

ลักษณะของอุปกรณ์ เป็นกล่องพลาสติกใสทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-12 เซนติเมตร สูง 10-12 เซนติเมตร ควั่นเอาด้านปากกล่องลงข้างล่าง เจาะกันกล่องเพื่อสอดหลอดแก้วรูปตัววาย คว่ำ 人 ( ) ปลายแขนตัววายทั้ง 2 ข้างผูกลูกโป่งขนาดเล็กขาละลูก ปากกล่องซึ่งตรึงด้วยแผ่นยางลูกโป่งขนาดใหญ่เหมือนขึงหนังหน้ากลอง

ปริมาตรภายในกล่องพลาสติกเทียบได้กับปริมาตรภายในของช่องอก หลอดแก้วรูปตัววายเทียบได้กับหลอดลมใหญ่และแขนงขั้วปอดทั้ง 2 ข้าง ลูกโป่งแทนถุงลมในปอดและหนังยางลูกโป่งที่ขึงปากกล่องพลาสติกเทียบได้กับกระบังลม

วิธีทดลอง เมื่อดึงหนังยางลูกโป่งที่ขึงปากกล่องลงมา อากาศภายในกล่องจะลดลงทำให้ความกดอากาศน้อยลงกว่าอากาศด้านนอกกล่อง อากาศจากภายนอกจะเข้าไปแทนที่หลอดแก้วรูปตัววายและดันลูกโป่งทั้ง 2 ลูกให้โป่งออก ซึ่งเปรียบเทียบได้กับขณะกระบังลมเคลื่อนที่ลง อากาศจะไหลเข้าทางจมูกลงสู่ปอด เป็นช่วงของการหายใจเข้า (Inspiration) และ

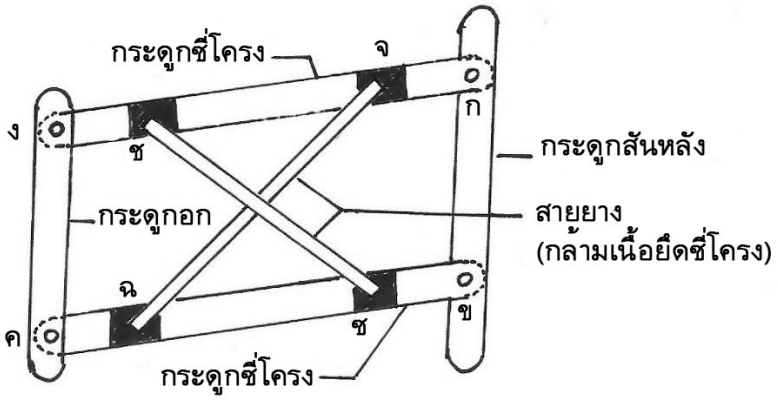
เมื่อปล่อยหนังยางลูกโป่งที่ขึงปากกล่องให้กลับคืนที่เดิม อากาศภายในกล่องพลาสติกจะดันลูกโป่ง ทำให้อากาศในลูกโป่งไหลออกไปทางท่อตัววาย ซึ่งเปรียบเทียบได้กับการที่กล้ามเนื้อกระบังลมคลายตัวทำให้กระบังลมเคลื่อนขึ้นไปอยู่ในสภาพรูปโค้งเหมือนเดิม อากาศภายในช่องอกมีความหนาแน่นและมีแรงกดอากาศมากกว่าภายนอก อากาศภายในจึงดันออกทางจมูก เป็นช่วงการหายใจออก (Expiration)

อุปกรณ์ซี่โครงเทียม

ซี่โครงเทียมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองแสดงการเคลื่อนไหวของซี่โครงคน ขณะที่หายใจเข้าและหายใจออก

ลักษณะของอุปกรณ์ ทำด้วยไม้และแถบยางยืด (elastic) ประกอบด้วยซี่ไม้อัด 4 ชิ้น ขนาด 1.7 x 42 เซนติเมตร 3 ชิ้น และขนาด 1.7 x 42 เซนติเมตร 1 ชิ้น นำทั้ง 4 ชิ้นมายึดกันด้วยตะปูเกียวอย่างหลวม ๆ ในลักษณะกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถดึงปลายขึ้นลงได้ ใช้แถบยางยืด 2 เส้น ยึดปลาย แถบยางทั้ง 2 เส้นกับซี่ไม้ 2 ซี่ บนและล่างในแนวทแยงมุม

ซี่ไม้ของกรอบไม้รูปสี่เหลี่ยม 2 ซี่ บนล่างแทนซี่โครง 2 ซี่บนและล่างซี่ไม้ด้านข้าง ซี่หน้าแทนกระดูกอก (sternum) ซี่ไม้ด้านหลังแทนกระดูกสันหลัง แถบยางยืด 2 เส้นแทนกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอก (external intercostal muscle) กับกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านใน (internal intercostal muscle)



ภาพที่ 6.9 อุปกรณ์ซี่โครงเทียม

วิธีทดลอง เมื่อดึงแถบยางเส้นนอกกระดูกซี่โครงซี่ล่างจะถูกยกขึ้น ซึ่งเทียบได้กับการหดตัวของกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอก ทำให้กล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านในคลายตัว จึงมีระยะยาว

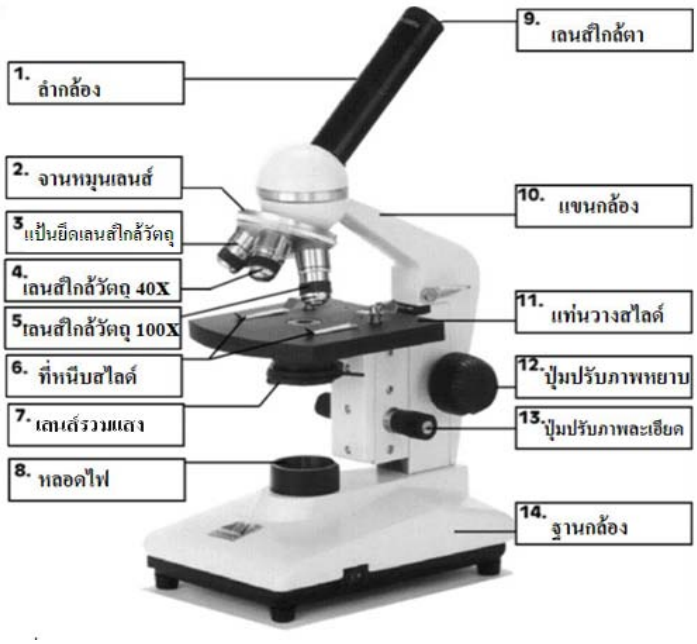
กว่ากล้ามเนื้อด้านนอก จึงดึงให้ซี่โครงยกขึ้น ปริมาตรของช่องอกเพิ่มขึ้นอากาศภายในช่องอกเบาบางกว่าภายนอก ทำให้อากาศภายนอกเข้าจมูก เข้าสู่ปอดได้ เป็นช่วงการหายใจเข้า ต่อมาเมื่อเราปล่อยมือออกจากการดึงสายยางยืดจะกลับคืนไปอยู่สภาพเดิมซี่ไม้ด้านล่างจะลดต่ำลงมา ซึ่งเทียบได้กับจังหวะที่กล้ามเนื้อซี่โครงด้านนอกคลายตัวทำให้กล้ามเนื้อซี่โครงด้านในหดตัว จึงมีระยะสั้นกว่ากล้ามเนื้อซี่โครงด้านนอกเมื่อซี่โครงลดลงทำให้อกแฟบ ปริมาตรของช่องอกลดลง อากาศในช่องอกซึ่งมีความหนาแน่นและมีความกดอากาศมากกว่าอากาศภายนอก จึงดันอากาศผ่านจมูกออกมาได้ซึ่งเป็นช่วงเวลาของการหายใจออก

อุปกรณ์ทดลองศึกษาเรื่องเซลล์

กล้องจุลทรรศน์ (microscope)

กล้องจุลทรรศน์ เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการศึกษาชีววิทยาอย่างยิ่ง มีประโยชน์ในการศึกษาโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ระดับเซลล์ซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จนถึงการศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายนอกของสิ่งมีชีวิตทั่วไป

กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และในระดับอุดมศึกษาที่ไม่ใช่งานวิจัยขั้นสูง เป็นกล้องชนิดเลนส์ประกอบใช้แสง (light compound microscope) ซึ่งมีกำลังขยายของเลนส์วัตถุสูงสุด 100 x



ภาพที่ 6.10 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเลนส์ประกอบ

ส่วนประกอบของกล้อง

1. ขาตั้ง (stand) เป็นโครงเหล็กมีส่วนฐาน (base) กับแขน (arm) เป็นส่วนติดตั้งของอุปกรณ์ต่าง ๆ

2. ลำกล้อง (body tube) เป็นอุปกรณ์ทรงกระบอกกลวงยึดติดกับส่วนปลายของแขน ขนาดความยาว 160 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 23.3 มิลลิเมตร ปลายบนเป็นที่สวมเลนส์ใกล้ตา ปลายล่างติดกับแป้นยึดเลนส์ใกล้วัตถุ

3. แป้นยึดเลนส์ใกล้วัตถุ (revolving nosepiece) ลักษณะเป็นแผ่นเหล็กกลม ด้านหนึ่งนูน อีกด้านหนึ่งเว้า ด้านนูนมีช่องสำหรับใส่เลนส์ใกล้วัตถุ ด้านเว้ายึดติดกับลำกล้องตอนล่าง สามารถหมุนได้รอบโดยระบบลูกปืนเพื่อการเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุ

4. เลนส์ (lens) มีหลายชนิดและทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน

ก. เลนส์ใกล้ตา (ocular or eyepiece) ประกอบด้วยเลนส์นูน 2 ชิ้นซ้อนกันอยู่ในกระบอกเลนส์ ซึ่งสวมอยู่ปลายบนของลำกล้อง เลนส์ใกล้ตาทำหน้าที่ขยายภาพจริงบนไดอะแฟรมเกิดเป็นภาพเสมือน ซึ่งอยู่ห่างจากตาผู้ดูกล้องประมาณ 250 มิลลิเมตร เลนส์ใกล้ตามีกำลังขยายตั้งแต่ 4x ถึง 30x

ข. เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) เป็นเลนส์นูนตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไป เลนส์ใกล้วัตถุที่มีเลนส์มากชิ้น จะทำให้มีกำลังขยายมากขึ้น ทำให้ภาพจริงมีรูปร่างเหมือนของจริงมาก กระบอกเลนส์แต่ละอันจะมีตัวเลขบอกกำลังขยาย และค่าแสดงประสิทธิภาพของเลนส์ (numerical aperture ; N.A.) ได้แก่

กำลังขยายต่ำ 10 เท่า (10x) มีค่า N.A. 0.25

กำลังขยายสูง 40 เท่า (40x) มีค่า N.A. 0.65

เลนส์ใกล้วัตถุใช้น้ำมัน (oil immersion objective) 100 เท่า (100x) ค่า N.A. 1.25

ค. เลนส์รวมแสง (condenser lens) เป็นชุดเลนส์อยู่ใต้แท่น ทำหน้าที่รวมแสงสะท้อนจากกระจกเงาหรือหลอดไฟฟ้าให้มีความเข้ม เพื่อส่องวัตถุบนสไลด์ให้ส่องสว่างที่สุด

5. ไดอะแฟรม (iris diaphragm) ทำหน้าที่ปรับปริมาณแสงให้เข้าสู่เลนส์รวมแสงมากน้อยตามต้องการ เป็นแผ่นโลหะรูปเสี้ยววางซ้อนกันเป็นวงกลม สามารถเลื่อนปิดเปิดให้มีรูกว้างได้ตามต้องการโดยใช้แกนที่ยื่นออกมาด้านข้างเป็นตัวบังคับ

6. ปุ่มปรับภาพหยาย (coarse adjustment knob) และปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment knob) ปุ่มปรับภาพหยายเป็นล้อใหญ่อยู่ 2 ข้างของแขน ทำหน้าที่เลื่อนแท่นขึ้นลง (กล้องบางชนิดเลื่อนลำกล้องขึ้นลง) เพื่อการโฟกัสภาพของวัตถุ ปุ่มปรับภาพละเอียดเป็นล้อเล็กอยู่ในล้อใหญ่อีกที ทำหน้าที่ปรับภาพให้คมชัดหลังจากที่โฟกัสจนเห็นภาพแล้ว

7. แท่น (stage) คือส่วนของกล้องที่ใช้วางสไลด์ที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม ตรงกลางมีรูกลม เพื่อให้แสงสว่างผ่านขึ้นมาได้ สามารถเลื่อนขึ้นลงได้บนแท่น ข้าง ๆ รู มีโลหะชิ้นยาว ๆ 2 ชิ้น คือที่กดทับสไลด์ (spring clips) กล้องจุลทรรศน์บางชนิดออกแบบที่จับสไลด์เป็นแท่นกล (mechanical stage) ซึ่งนอกจากจะจับสไลด์แล้วยังสามารถเลื่อนสไลด์ได้ทั้งแนวระดับและแนวดิ่ง ซึ่งสะดวกในการเลื่อนตำแหน่งของวัตถุบนสไลด์ได้ตามต้องการ

8. แหล่งแสง ได้แก่กระจกรับแสง (mirror) ติดอยู่บนขารูปซ่อมบนฐานกล้อง ใช้รับแสงเพื่อสะท้อนไปยังวัตถุ เป็นกระจกเงา 2 ด้าน ด้านเรียบสำหรับรับแสงธรรมดา ส่วนด้านเว้าทำหน้าที่รับแสงเมื่อมีแสงน้อย

กล้องบางชนิดออกแบบแหล่งแสงโดยใช้หลอดไฟฟ้า (lamp) ซึ่งสามารถปรับระดับความเข้มของแสงได้หลายระดับตามต้องการ

9. ข้อเอียง (inclination joint) คือข้อต่อระหว่างฐานกับลำกล้อง เป็นที่ยึดตัวกล้องกับลำกล้อง ให้เอียงทำมุมต่าง ๆ กับพื้นราบได้ กล้องบางชนิดจะไม่มีข้อเอียงโดยได้ออกแบบตัวลำกล้องเอียงไว้อยู่แล้ว

วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีราคาแพงมาก การใช้กล้องไม่ถูกวิธีหรือใช้อย่างไม่ระมัดระวัง จะทำให้เกิดความผิดพลาดและเกิดความเสียหายขึ้นได้ การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกวิธีมีข้อปฏิบัติดังนี้

1. ใช้กล้องที่จ่ายให้ประจำตัวแต่ละบุคคล

2. วางกล้องในลักษณะที่ตั้งตรง บนโต๊ะที่แข็งแรงมั่นคง และไม่ควรวางริมโต๊ะเกินไป เพราะอาจจะถูกชนตกลงมาได้ง่าย

3. การดูกล้องชนิดเลนส์ตาอันเดียว ควรฝึกให้เคยชินกับการดูด้วยการลืมตาทั้งสองข้าง อย่าหลับตาข้างที่ไม่ได้ดู เพราะกล้ามเนื้อตาจะทำงานหนัก ถ้าดูนาน ๆ จะทำให้เมื่อยตาได้

4. หมุน revolving nosepiece ให้เลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำสุดเข้าที่ คือ ตรงกับช่องกลมกลางแท่น สังเกตได้จากการหมุน ถ้าเลนส์วัตถุอันที่เราต้องการหมุนมาเข้าที่แล้ว จะรู้สึกสะดุดและติดอยู่เมื่อขยับดูจะไม่เขยื้อน การใช้กล้องจุลทรรศน์จะต้องเริ่มดูจากเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำเสมอ

5. การปรับแสงเข้าสู่กล้องโดยจับขอบกระจกเงา หันเข้ารับแสงสำหรับกล้องที่มีเลนส์รวมแสง จะใช้กระจกเงาด้านเรียบรับแสง หมุนเลนส์รวมแสงให้ขึ้นมาอยู่ในตำแหน่งที่สูงที่สุด เพื่อให้เหมาะกับการรับแสงที่มาจากแหล่งไกล ๆ แสงจะรวมอยู่บนสไลด์พอดี เสร็จแล้วเปิด iris diaphragm ให้กว้างที่สุด พร้อมกับถอดเลนส์ตาออกชั่วคราว ตามองดูที่ปากลำกล้อง พร้อมกับ

มือปรับกระจกเงาด้านเรียบเข้าหาแสงสว่าง เอียงกระจกเงาให้อยู่ในมุมที่จะได้รับแสงสะท้อนเข้าลำกล้องในขนาดที่พอดี แล้วจึงปิด iris diaphragm ให้มีขนาดเล็กที่สุดพร้อมกับสวมเลนส์ตากลับคืนเข้าไปในปากลำกล้องตามเดิม

6. นำสไลด์ที่เตรียมจะดูวางลงบนแท่น พยายามให้วัตถุที่ต้องการอยู่ตรงกลางเลนส์รวมแสง ใช้เหล็กสปริงกดทับปลายทั้งสองข้างของสไลด์ไว้ ถ้ากล้องเป็นแบบที่มีแท่นกลให้วางสไลด์ตรงส่วนที่ใช้วางสไลด์ สไลด์จะอยู่ในความบังคับของเครื่อง ซึ่งสามารถจะเลื่อนไปมาได้ตามความต้องการ

7. การโฟกัส ต้องคำนึงถึงระยะทำงานไว้เสมอว่าขณะนั้นเรากำลังใช้เลนส์วัตถุอันที่มีกำลังขยายเท่าไร เพื่อจะได้รู้ว่าระยะทำงานของมันห่างหรือชิด เช่น ใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำ 10x ซึ่งระยะทำงานของมันคือ 7 มิลลิเมตร เราต้องหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้ลำกล้องต่ำประมาณดูว่าเลนส์ใกล้วัตถุนั้นอยู่ห่างจากสไลด์ราว ๆ 2-3 มิลลิเมตร ในขณะที่หมุนปุ่มปรับภาพนั้นให้มองดูปลายของเลนส์ใกล้วัตถุทางด้านข้างด้วย ถึงตอนนี้ให้มองกล้องทางเลนส์ตาแล้วค่อย ๆ หมุนปรับภาพช้า ๆ ให้ลำกล้องค่อย ๆ เลื่อนขึ้นมาจนสามารถมองเห็นภาพได้ชัด ถ้ายังเห็นภาพไม่ชัดดี ก็ให้เปลี่ยนมาใช้ปุ่มปรับภาพละเอียด ตลอดการโฟกัสนี้ถ้าเราเกรงว่ากระจกสไลด์จะแตก อาจจะใช้ปุ่มปรับภาพละเอียดหมุนปรับโฟกัสย่างเดียวก็ได้

8. เมื่อปรับภาพจนชัดที่สุดแล้ว ถ้ากำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุอันที่ใช้อยู่ไม่พอมองเห็นวัตถุที่เราต้องการเล็กเกินไป มองดูรายละเอียดต่าง ๆ ไม่ชัด ต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น ให้เปลี่ยนเป็นเลนส์วัตถุที่มีกำลังขยายมากขึ้น โดยหมุน revolving nosepiece ให้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายที่เราต้องการเข้าสู่แนวลำกล้อง ปกติเมื่อเปลี่ยนเลนส์วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้นจะสามารถมองเห็นภาพได้ทันที แต่อาจจะไม่ชัด ต้องปรับโฟกัสด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดอีกเล็กน้อย ถ้าแสงสว่างน้อยเกินไปก็จัดปรับ iris diaphragm และเลนส์รวมแสงใหม่ ถ้าใช้เลนส์กำลังขยายสูงขึ้นแล้วยังไม่เห็นภาพ อาจจะเนื่องมาจากวัตถุอยู่ไม่ตรงกับเลนส์ใกล้วัตถุ วิธีแก้ไขก็ลองเลื่อนสไลด์ไปมาอีกเล็กน้อย

9. ถ้าต้องการใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงสุด (oil immersion objective) ต้องหมุนปรับภาพหยาบให้เลนส์ใกล้วัตถุอันที่ใช้อยู่ก่อนสูงขึ้นแล้วจึงเลื่อนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงสุดให้เข้าสู่แนวลำกล้อง เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงสุดนี้ต้องใช้น้ำมัน ซึ่งเป็นน้ำมันซีดาใสสะอาด ผลิตมาใช้เฉพาะกับกล้องจุลทรรศน์ (immersion oil) หยดน้ำมันลงบนสไลด์หรือบนแผ่นกระจกปิดวัตถุบนสไลด์ (cover glass) หนึ่งหยด แล้วเลื่อนเลนส์ใกล้วัตถุโดยหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้ปลายเลนส์ใกล้วัตถุแตะกับหยดน้ำมันจนติดสไลด์หรือแผ่นกระจกปิดวัตถุบนสไลด์แล้วมองกล้องผ่านทางเลนส์ใกล้ตา เลื่อนลำกล้องขึ้นลงช้า ๆ ด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดจนกว่าจะเห็นภาพชัดเจน

หลังจากการใช้กล้องจุลทรรศน์แล้ว ให้ใช้สำลีชุบน้ำมันเบนซิน เช็ดน้ำมันซีดาออกจากเลนส์และสไลด์ แล้วจึงเช็ดให้แห้งด้วยกระดาษเช็ดเลนส์ (lens paper)

ข้อพึงปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์

1. กล้องจุลทรรศน์ที่ได้รับมาใช้จะต้องสำรวจดูความเรียบร้อยเสียก่อน ถ้าพบข้อบกพร่องต้องรีบรายงานให้อาจารย์หรือผู้ควบคุมปฏิบัติการทราบ และขอเปลี่ยนทันที

2. เวลายกกล้องควรใช้มือข้างที่ถนัดจับแขนกล้อง ส่วนอีกมือที่เหลือช้อนฐาน คือ ให้กล้องอยู่ในลักษณะตั้งตรงเสมอ ทั้งนี้เป็นการป้องกันชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น กระบอกเลนส์ตาเลื่อนหลุดออกมา การวางกล้อง อย่ากระแทกลงไปแรง ๆ เพราะอาจจะทำให้เลนส์เขยื้อนได้

3. ทุกครั้งที่ใช้กล้องแล้วต้องเอาสไลด์ออกให้เรียบร้อย อย่าปล่อยทิ้งค้างไว้บนแท่น ถ้าเป็นสไลด์ที่เตรียมขึ้นใช้ชั่วคราวจะต้องเก็บล้างให้สะอาด เพื่อจะได้เก็บไว้ใช้ในครั้งใหม่ต่อไป ถ้าเป็นสไลด์ถาวรก็ต้องเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

4. รักษาแท่นให้สะอาด อย่าให้มีหยดน้ำอยู่บนส่วนต่าง ๆ ของกล้อง ถ้ามีต้องเช็ดด้วยผ้าขาวบางให้สะอาด อย่าให้กล้องถูกแดดหรือละอองฝน การใช้สไลด์กระจกปิดสไลด์ นอกจากส่วนที่อยู่ภายใต้กระจกปิดสไลด์แล้ว ส่วนอื่น ๆ จะต้องแห้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เลนส์ใกล้วัตถุชื้นและแท่นเปียก เพราะจะทำให้เกิดราขึ้นที่เลนส์และเกิดสนิมส่วนที่เป็นโลหะได้ กล้องจุลทรรศน์ควรเก็บไว้ในที่ที่ปราศจากความชื้น อาจจะใส่สารกันความชื้น (silica gel) ไว้ในตู้เก็บกล้องด้วย

5. อย่าให้สารพวกกรดหรือด่างอยู่ใกล้กล้องจุลทรรศน์ เช่น ในการเตรียมสไลด์บางครั้งอาจจะต้องมีการเกี่ยวข้องกับสารพวกกรดต่าง ๆ เช่น น้ำยา fixative ต่าง ๆ นั้น ควรจะเตรียมให้ไกลจากกล้อง

6. การปรับภาพ ขณะตามองผ่านเลนส์ตา จะต้องหมุนปรับภาพหยาบเพื่อให้ลำกล้องเลื่อนขึ้นมาเสมอ หรือเลื่อนแท่นลงสำหรับกล้องที่มีลำกล้องคงที่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการชนกันระหว่างเลนส์ใกล้วัตถุกับกระจกสไลด์

7. การปรับภาพด้วยปุ่มปรับภาพละเอียด บางครั้งจะไปติดอยู่ข้างหนึ่ง หมุนปรับไม่ได้อีกแล้ว อย่าพยายามหมุนต่อไปอีก เพราะจะทำให้เสีย ควรแก้ไขโดยหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้ลำกล้องเลื่อนขึ้นไป (หรือเลื่อนแท่นลง สำหรับกล้องชนิดเลื่อนแท่น) เล็กน้อย แล้วจึงหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดไปในทางตรงข้ามกับปุ่มปรับภาพหยาบ จนสุดทางนับจำนวนครั้งที่หมุนว่าต้องหมุนกี่ครั้ง แล้วจึงหมุนกลับไปทางเก่าเพียงครึ่งหนึ่งของจำนวนครั้งที่นับได้ก็พอเพียงแล้ว

8. เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูง ให้ปรับด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น อย่าใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ

9. การทำความสะอาดเลนส์ ต้องใช้แต่กระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น อย่าใช้ผ้าเช็ดเลนส์เป็นอันขาด และห้ามใช้มือแตะต้องเลนส์ รอยเปรอะเปื้อน เช่น รอยมือ คราบสกปรกให้ใช้สำลีชุบน้ำมันเบนซินเช็ดแล้วเช็ดให้แห้งด้วยกระดาษเช็ดเลนส์ อย่าใช้แอลกอฮอล์เช็ดเลนส์

10. เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์แล้วก่อนเก็บต้องปฏิบัติดังนี้

10.1 หมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุดเข้าที่ให้อยู่ในแนวลำกล้อง หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ให้เลนส์ใกล้วัตถุอยู่ห่างจากแท่นประมาณ 1 เซนติเมตร

10.2 เลื่อนเลนส์รวมแสงให้อยู่ในตำแหน่งสูงที่สุด

10.3 ปรับกระจกเงาให้ตั้งตรง

10.4 ตั้งลำกล้องให้อยู่ในลักษณะแนวเดียวกับตัวกล้อง แล้วหมุนสกรูล็อกให้แน่น

อุปกรณ์สำหรับใช้กับกล้องจุลทรรศน์

1. การเตรียมสไลด์ชั่วคราวเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์

อุปกรณ์

1) สไลด์ (microscope slide) และแผ่นกระจกปิดวัตถุบนสไลด์ (cover glass)

2) เข็มเขี่ย (needle)

3) หลอดหยด (dropper)

4) วัตถุที่จะศึกษา

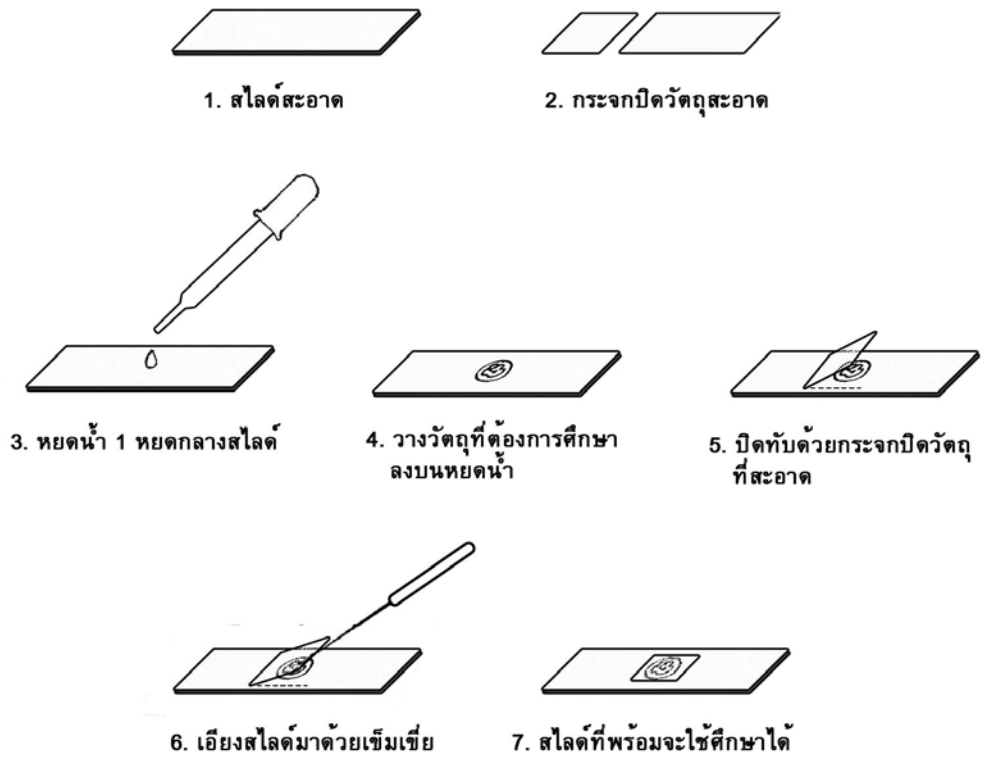
ขั้นตอนการเตรียม

1) ทำความสะอาดสไลด์และกระจกปิดวัตถุ ถ้าเป็นสไลด์ที่เอาออกมาจากกล่องใหม่ ๆ ยังไม่เคยใช้เลย สำหรับงานทดลองทั่ว ๆ ไป ใช้ผงซักฟอกล้างครั้งหนึ่ง แล้วล้างน้ำสะอาดก็เพียงพอแล้ว แต่ถ้าเป็นสไลด์ที่เคยใช้งานมาก่อน ต้องล้างให้สะอาด อาจจะต้องแช่ในน้ำยาล้างแก้วก่อน แล้วจึงนำมาล้างด้วยผงซักฟอก สไลด์ที่ล้างสะอาดดีแล้ว นำมาวางบนผ้าที่ไม่มีขนและสะอาด หรือวางบนกระดาษทิชชูชนิดดี วางผึ่งให้แห้ง ถ้าต้องการใช้เร็วก็ต้องเช็ดด้วยผ้าสะอาดที่ไม่มีขน หรือถ้ามีตู้อบก็เอาเข้าตู้อบ สำหรับกระจกปิดวัตถุนั้นมีขนาดเล็กและบาง การล้างและเช็ดต้องทำอย่างระมัดระวัง เพราะมันแตกง่าย

2) หยดน้ำสะอาด (น้ำกลั่น) ลงบนสไลด์ 1 หยด แล้วนำวัตถุที่ต้องการศึกษาวางลงบนหยดน้ำ ถ้าเป็นพวกเนื้อเยื่อระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศปนอยู่ ถ้ามีฟองอากาศควรไล่ฟองอากาศโดยใช้เข็มเขี่ยค่อย ๆ ให้ฟองอากาศหายไปให้หมด

3) ปิดทับด้วยกระจกปิดวัตถุ โดยตั้งตะแคงใกล้หยดน้ำ ทำมุมกับสไลด์ประมาณ 45 องศา แล้วเลื่อนขอบกระจกปิดวัตถุนี้เข้ามาให้แตะกับหยดน้ำ น้ำจะซึมกระจายไปตลอดขอบ

แผ่นกระจกปิด แล้วค่อยเอียงแผ่นกระจกปิดลงมาปิดวัตถุที่ต้องการดู พยายามอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายในนั้น การปิดอาจจะใช้เข็มเขี่ยช่วยค้ำไว้แล้วค่อย ๆ ปล่อยลงมาจะสะดวกกว่าใช้มือจับ เสร็จแล้วใช้กระดาษทิชชูค่อย ๆ ซับน้ำส่วนที่ล้นออกมาให้หมด แล้วจึงนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์



ภาพที่ 6.11 ขั้นตอนการเตรียมสไลด์ชั่วคราว

2. วิธีทำสไลด์ถาวร (permanent slide)

การศึกษาตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตหรือส่วนต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต การผนึกลงบนสไลด์แล้วศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ เป็นวิธีการที่ดี ทำให้สามารถศึกษาส่วนประกอบที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ การทำสไลด์ถาวร ช่วยให้ศึกษาถึงรายละเอียดของสิ่งมีชีวิตได้มาก มีความสะดวกและยังใช้ได้นาน โดยไม่ต้องเสียเวลาทำใหม่เหมือนกับสไลด์ชั่วคราว

ขั้นตอนการทำสไลด์ถาวร

1) การตรึง (fixation) เป็นขั้นหยุดขบวนการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ (metabolism) เพื่อให้สภาพของเซลล์และเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตคงอยู่ในสภาพคล้ายจริงมากที่สุด โดยแช่เซลล์หรือเนื้อเยื่อ หรือร่างกายของสัตว์ในสารเคมี ที่เรียกว่า ฟิกเซทีฟ (fixative) ชนิดต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับชนิดของเซลล์หรือเนื้อเยื่อ เช่น บูแอง ฟิกเซทีฟ (bouin fixative) 95% ใช้กับเนื้อเยื่อสัตว์ เอฟเอเอ (95% formal-acetic-alcohol; 95% FAA) ใช้กับเนื้อเยื่อพืช เป็นต้น สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการตรึง ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของเนื้อเยื่อ

2) การล้าง (washing) หลังจากเซลล์หรือเนื้อเยื่อแช่อยู่ในน้ำยาครบเวลาที่กำหนดแล้ว จึงนำเนื้อเยื่อออกมาล้างน้ำยา สารที่ใช้ล้างน้ำยาขึ้นอยู่กับชนิดของ fixative โดยทั่วไปใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 70% หรือน้ำ

3) การย้อมสี (staining) การย้อมสีเพื่อต้องการศึกษารายละเอียดที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์ เพราะส่วนประกอบต่าง ๆ จะย้อมติดสีต่างชนิดกัน ดังนั้น การเลือกสีที่ใช้ย้อมจึงขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะให้ส่วนใดของเซลล์ติดสี

4) การทำเซลล์ปราศจากน้ำ (dehydration) เป็นขั้นที่ใช้สารดึงน้ำออกจากเซลล์ เพราะถ้าเซลล์ยังมีน้ำอยู่จะเกิดฝ้าละอองน้ำ ทำให้ศึกษารายละเอียดได้ยาก และเก็บรักษาไว้ในสไลด์ไม่ได้นาน การดึงน้ำออกจากเซลล์ จะนำเนื้อเยื่อแช่ในลำดับเปอร์เซ็นต์เอทิลแอลกอฮอล์ต่าง ๆ ตั้งแต่ลำดับต่ำไปสูง เช่น 30% 50% 70% 80% 95% และ absolute ethyl alcohol

5) การทำใส (clearing) เป็นการนำเซลล์หรือเนื้อเยื่อมาทำให้ใสด้วยการแช่ในสารเคมี เพื่อให้แสงผ่านเนื้อเยื่อได้ดี จึงจะทำให้เห็นรายละเอียดของเนื้อเยื่อได้ชัดเจน สารเคมีที่ทำให้เนื้อเยื่อใสปกติจะใช้ไซลีน (xylene) ขั้นตอนนี้ต้องระมัดระวังเนื่องจากไซลีนเป็นสารอันตราย ต้องไม่สูดดม เนื้อเยื่อที่แช่อยู่ในไซลีนเป็นระยะเวลาหนึ่งจะมีความใส แต่จะเปราะ จึงต้องระวังอย่าให้เนื้อเยื่อแตกหัก

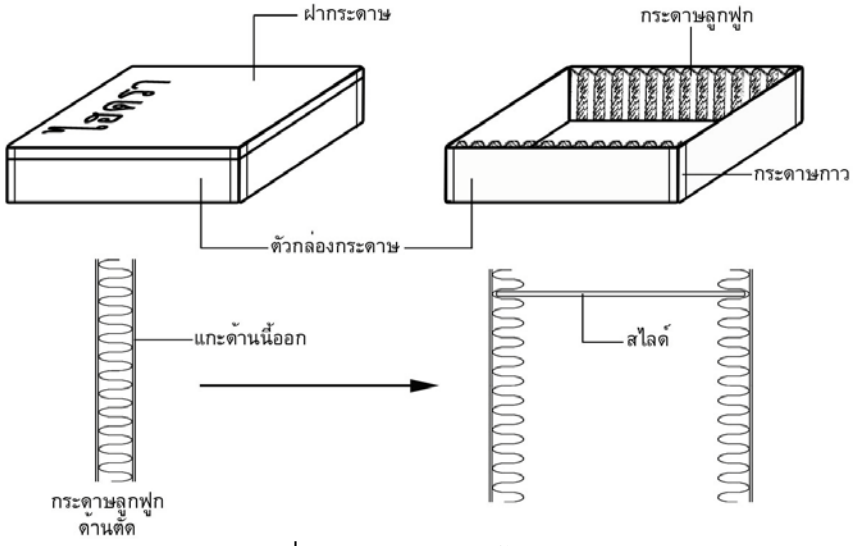
6) การผนึก (mounting) เป็นขั้นที่นำเนื้อเยื่อที่ผ่านขบวนการทำให้ใสแล้วมาผนึกลงบนกระจกสไลด์ แล้วปิดด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ (cover slip) สารที่ใช้ผนึกเนื้อเยื่อจะมีลักษณะเหนียวใส ปกติจะใช้ แคนาดาบัลซัม (Canada balsam) วางทิ้งไว้ให้แห้งสนิท ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานหลายวัน

7) การทำความสะอาด (cleaning) หลังจากที่สารที่ใช้ผนึกเซลล์แห้งแล้วนำสไลด์มาตกแต่ง โดยการเช็ดส่วนของน้ำยาที่ล้นขอบกระจกปิดสไลด์ออกมาให้สะอาด ปกติจะใช้ไซลีนเช็ดออก และเช็ดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์อีกครั้งหนึ่ง

8) การทำแผ่นป้าย (labeling) นำสไลด์ที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้วมาติดแผ่นป้ายไว้ที่มุมด้านซ้าย ปกติจะมีขนาด 2 x 2 เซนติเมตร โดยมีรายละเอียดดังนี้ ชื่อของตัวอย่างโดยการระบุการตัดเนื้อเยื่อ เช่น ตัดตามขวาง (x-section) ตัดตามยาว (L-section) หรือผนึกทั้งตัว (whole mount) ชื่อสีที่ใช้ย้อม เช่น fast green , safanine , และ wright's stain เป็นต้น, ชื่อผู้ทำ, วัน เดือน ปี ที่ทำ

การจัดเก็บสไลด์ถาวร

เก็บในกล่องสไลด์ ซึ่งมีขายทั่วไป หรืออาจจะจัดทำใช้เองก็ได้ โดยการใช้กล่องโลหะหรือกล่องไม้ กล่องพลาสติกที่เหลือจากใส่ของใช้มาแล้ว นำมาจัดทำช่องด้วยกระดาษหรือโฟมสำหรับใส่สไลด์



ภาพที่ 6.12 กล่องเก็บสไลด์ถาวร

ตัวอย่างการทำสไลด์ถาวร

การทำสไลด์ถาวรของพืช

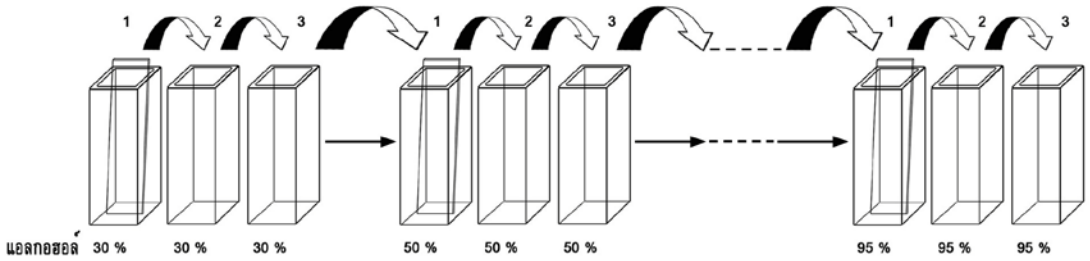
วิธีการทำ

นำส่วนของพืชที่ต้องการทำสไลด์ถาวร เช่น ใบ ลำต้น ราก ที่ต้องการศึกษามาตัดเนื้อเยื่อ (section) ให้ได้ชิ้นส่วนที่บางพอที่สามารถศึกษารายละเอียดได้ การจะตัดเนื้อเยื่อให้ได้บางมากและสม่ำเสมอ จะต้องใช้การฝึกฝน และใบมีดโกนต้องคมและบาง สังเกตได้จากชิ้นส่วนที่ลอยในน้ำ ถ้าชิ้นส่วนบางจะเห็นเป็นลักษณะใสมาก แต่ถ้าใช้เครื่องมือตัดโดยใช้ microtome จะตัดได้บางตามต้องการ

เลือกชิ้นส่วนที่ดีที่สุดมาดำเนินการดังนี้

1. แช่ชิ้นส่วนพืชที่ section ใน 95% FAA fixative เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. ล้างน้ำยา fixative ออกจากเนื้อเยื่อพืชเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พร้อมกับการดึงน้ำออกจากเซลล์ โดยการแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ที่ลำดับความเข้มข้นจากต่ำไปสูง คือ 30% 50% 70% 95% ขั้นละ 3 ครั้ง ครั้งละ 1-2 นาที



ภาพที่ 6.13 การล้างน้ำยา การดึงน้ำออกจากเซลล์ และการย้อมสีเนื้อเยื่อ

3. ย้อมสีเนื้อเยื่อด้วยสี safranin ซึ่งละลายใน ethyl alcohol safanin 0.5% ใน 95% ethyl alcohol โดยแช่ไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย

4. เมื่อเนื้อเยื่อติดสีดีแล้วนำมาล้างสีด้วย ethyl alcohol 95% และ 100% ตามลำดับ 2-3 ครั้ง ๆ ละ 1-2 นาที

5. ย้อมสี fast green (ส่วนผสมของ 0.5% ใน clove กับ ethyl alcohol ในสัดส่วน 1:1) วิธีการย้อมใช้หลอดหยดสีให้ทั่วเนื้อเยื่อพืชทิ้งไว้ประมาณ 2-3 นาที แล้วล้างสี fast green ด้วย clove oil และ xylene อย่างละครั้ง ๆ ละ 1-2 นาที ตามลำดับ ซึ่งเป็นการทำให้เซลล์ใส

6. นำเนื้อเยื่อออกจาก xylene ไปผนึก (mount) ลงบนสไลด์โดยการใช้ยาง Canada balsam เป็นตัวเชื่อมระหว่างเนื้อเยื่อกับสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ในขั้นนี้ต้องระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศในยาง แล้วทิ้งไว้ให้ยางที่ใช้ผนึกแห้งสนิท

กรณีที่ยังไม่พร้อมที่จะผนึกเนื้อเยื่อจะต้องแช่เนื้อเยื่อไว้ใน xylene ได้ 2-3 วัน ถ้าไม่แช่ใน xylene เนื้อเยื่อจะแห้งหดตัวนำมาใช้ไม่ได้ แต่ถ้าแช่นานเกินไปเนื้อเยื่อจะกรอบนำมาใช้ไม่ได้ เพราะแตกหัก

เนื้อเยื่อที่ย้อม 2 สี จะติดสี 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเซลลูโลส (cellulose) จะติดสีเขียวของ fast green และส่วนของลิกนิน (lignin) จะย้อมติดสีแดงของ safanin ทั้ง cellulose และ lignin ต่างก็เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ (cell wall) ของพืช

การเตรียมสารเคมี

1. สารที่ใช้ตรึง (fixative)

น้ำยาที่ใช้สำหรับตรึง (fixative) เนื้อเยื่อพืชคือ FAA (formal acetic acid-alcohol) ซึ่งมีส่วนผสมของสารเคมี 3 ชนิด คือ

Glacial acetic acid	2 cm^3
Formaldehyle (37-40%)	5 cm^3
Ethyl alcohol 70%	90 cm^3

2. สีย้อม (stain) มักใช้ 2 สี ซึ่งมีวิธีการเตรียมที่ไม่ยุ่งยากดังนี้

2.1 safranin 0 ความเข้มข้นที่ใช้คือ 0.5% หรือ 1% ละลายในน้ำ หรือเอทิลแอลกอฮอล์ เตรียมโดย ชั่งสี 0.5 กรัม ตวงน้ำกลั่นหรือเอทิลแอลกอฮอล์ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมสีกับน้ำกลั่นหรือเอทิลแอลกอฮอล์ (อย่างใดอย่างหนึ่ง) ใช้แท่งแก้วคนให้สี (เป็นผง) ละลายจนหมด แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง

2.2 fast green FCF ความเข้มข้น 0.5% เตรียมโดยการชั่งสี 0.5 กรัม ตวงเอทิลแอลกอฮอล์ 95% 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมสีกับเอทิลแอลกอฮอล์ ใช้แท่งแก้วคนให้สีละลายจนหมดแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง

การทำสไลด์ถาวรของเลือด

การทำสไลด์ถาวรของเลือดเพื่อใช้ศึกษาลักษณะโครงสร้างของเม็ดเลือดแดงเม็ดเลือดขาว ตลอดจนการสังเกตจำนวนเม็ดเลือด

วิธีการทำ

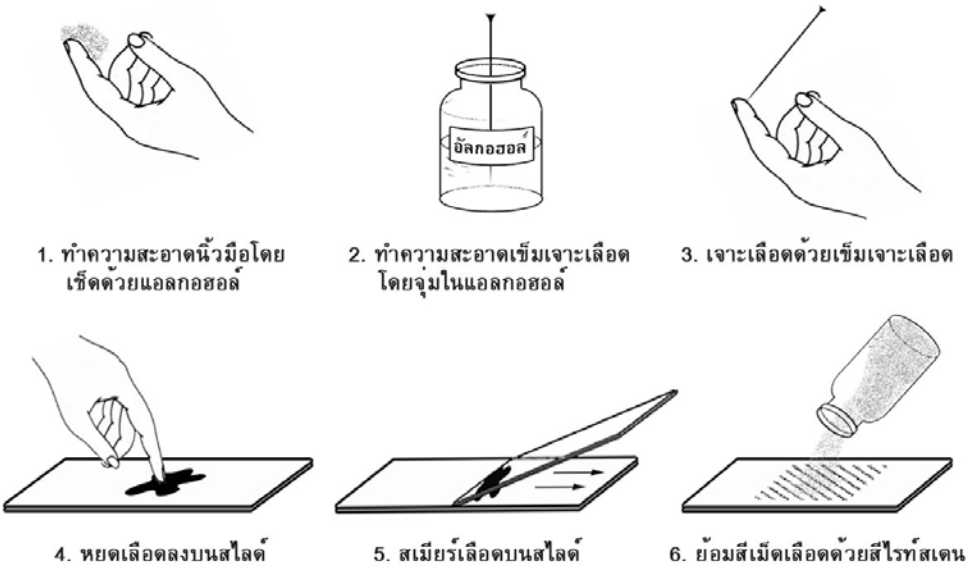
1. การทำ blood smear ทำโดยหยดเลือดที่เจาะจากนิ้วมือลงบนสไลด์ที่สะอาดและไม่มีไขมัน smear หยดเลือดบนสไลด์ให้เป็นฟิล์มบาง ๆ

การ smear ทำโดยใช้ขอบสไลด์ด้านกว้างแผ่นหนึ่งจดกับหยดเลือดทำมุม 45 องศา เลือดจะกระจายตัวไปตามความกว้างของขอบสไลด์แล้วลากแผ่นกระจกไปทางเดียว จะเกิดแถบฟิล์มบาง ๆ ของเลือดเคลือบบนกระจกสไลด์

2. การย้อมสีเม็ดเลือด สีที่ใช้ย้อมคือ ไรท์ สเตน (wright's stain) ซึ่งจะต้องเตรียมแล้วใช้ทันที โดยละลายสี wright's stain 0.1 กรัม ในเมทิลแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง การย้อมทำโดยหยดสีลงไปให้ทั่วแผ่นฟิล์มของเลือดทิ้งไว้ 3 นาที แล้วหยดน้ำกลั่นในปริมาณที่เท่ากับสีที่หยดลงไป ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วล้างสีโดยใช้น้ำประปาด้วย

การเปิดก๊อกน้ำให้ผ่านไปบนแผ่นสไลด์ (running tap water) วางเอียงสไลด์บนตะแกรงทิ้งไว้จนแห้ง แล้วนำมาผนึก (mount) ด้วยยาง Canada balsam ทิ้งไว้เป็นเวลาหลายวันจนยางแห้งสนิท

ผลของการย้อมสี เม็ดเลือดแดงจะติดสีชมพู เม็ดเลือดขาวส่วนที่เป็น cytoplasm จะติดสีชมพู และ nucleus จะติดสีม่วง



ภาพที่ 6.14 ขั้นตอนการทำ blood smear

การทำสไลด์ถาวรของพารามีเซียม (paramecium)

พารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาลักษณะของเซลล์ได้ดี หาง่ายจากแหล่งน้ำทั่วไป และนำมาเลี้ยงเพิ่มจำนวนได้ง่าย เมื่อนำมาทำเป็นสไลด์ถาวร เก็บไว้ศึกษาได้นาน ๆ

วิธีการทำ

เนื่องจากพารามีเซียมมีขนาดเล็กมาก เพื่อไม่ให้มีการสูญเสียพารามีเซียมไปในแต่ละขั้น จึงควรผนึกเซลล์กับสไลด์เสียก่อน โดยการทา albumin (เป็นส่วนผสมของไข่ขาวกับกลีเซอรีนในอัตราส่วน 1:1) บนสไลด์ แล้วหยดพารามีเซียมลงบน albumin ทิ้งไว้ระยะหนึ่งแต่อย่าให้แห้งสนิท แล้วนำไปผ่านกระบวนการขั้นต่อไป โดยนำแผ่นสไลด์แช่สารในแต่ละขั้นในถ้วยแก้วที่ใช้ทดลองดังนี้

1. การตรึง (fixation) ใช้ bouin fixative ประมาณ 5-10 นาที
2. ล้าง bouin fixative ออกจากเซลล์ด้วย 70% ethyl alcohol จนหมดสีเหลือง

3. ย้อมเซลล์ด้วยสี borax carmine ซึ่งละลายในน้ำเป็นเวลา 20-30 นาที แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ว่าติดสีเข้มพอดีหรือยัง ถ้าสีเข้มเกินไป นำมาแช่น้ำเพื่อล้างสีออกเสียบ้าง

4. ดึงน้ำ (dehydration) ออกจากเซลล์ด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มขั้นต่าง ๆ ตั้งแต่ 50% 70% 80% 95% และ absolute ethyl alcohol ตามลำดับ แต่ละความเข้มขันใช้เวลา 3 นาที

5. ทำให้ใส (clearing) โดยแช่ใน xylene 3-5 นาที

6. การผนึก (mounting) โดยหยด Canada balsam ลงบนสไลด์ในตำแหน่งที่มีพารามีเซียมแล้วด้วยกระจกปิดสไลด์ ทิ้งไว้ให้แห้งอย่างช้า ๆ

วิธีการเพาะเลี้ยงพารามีเซียม

การเพาะเลี้ยงพารามีเซียม เพื่อใช้ทำสไลด์ถาวรเริ่มจากการเตรียมอาหาร คือ น้ำต้มฟางข้าว โดยนำฟางข้าวมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปต้มจนได้น้ำสีชา รินเอาแต่น้ำใสในบีกเกอร์ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำน้ำจากแหล่งธรรมชาติหยดใส่ลงในน้ำฟางข้าว ปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษอะลูมิเนียม ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 7-10 วัน นำน้ำมาตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นว่ามีพารามีเซียมจำนวนมากอยู่รวมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ให้ใช้หลอดหยดดูดน้ำจากบีกเกอร์ไปเลี้ยงในน้ำฟางข้าวอีกบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ เพื่อจะเลี้ยงพารามีเซียมที่บริสุทธิ์ (pure culture) มากที่สุด เมื่อเลี้ยงไประยะหนึ่งจะพบว่า จะมีพารามีเซียมจำนวนมาก ซึ่งสามารถนำไปใช้ทำสไลด์ถาวรได้

การทำสไลด์ถาวรของพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก เช่น ไฮดรา (hydra) พลานาเรีย (planaria)พยาธิใบไม้ (fluke) วิธีการทำสไลด์ถาวรของสัตว์พวกนี้จะแตกต่างกันในขั้นเทคนิค ก่อนการตรึง (fixation) ส่วนขั้นตอนต่อจากการตรึงจะเหมือนกับการทำสไลด์ถาวรของพารามีเซียม

ไฮดราก่อนตรึงด้วย bouin ให้หยดไฮดราบนหยดน้ำบนสไลด์ให้มันเหยียดตัวให้เต็มที่ก่อน

สำหรับพยาธิใบไม้ตับที่เก็บมาจาก หมู วัว จะมีขนาดตัวใหญ่ และการเก็บตัวอย่างโดยการแช่มันในเลือดสัตว์ ก่อนการตรึงจึงต้องนำมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำมาวางบนสไลด์ แล้วใช้สไลด์อีกแผ่นประกบลงไป ใช้หนังยางรัดหัวท้ายสไลด์ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ลำตัวพยาธิบิดงอ แล้วจึงนำไปแช่ใน bouin fixative

อุปกรณ์ทดลองเรื่องระบบนิเวศ

สวิงจับสิ่งมีชีวิต

1. สวิงตักสิ่งมีชีวิตก้นบ่อน้ำ

สวิงตักสิ่งมีชีวิตก้นบ่อน้ำเป็นสวิงที่ถ่วงน้ำหนัก เพื่อต้องการให้จมลงก้นบ่อเพื่อที่จะตักสิ่งต่าง ๆ ที่ก้นบ่อขึ้นมารวมทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ๆ ที่จะทำการศึกษาติดขึ้นมาด้วย ที่ก้น

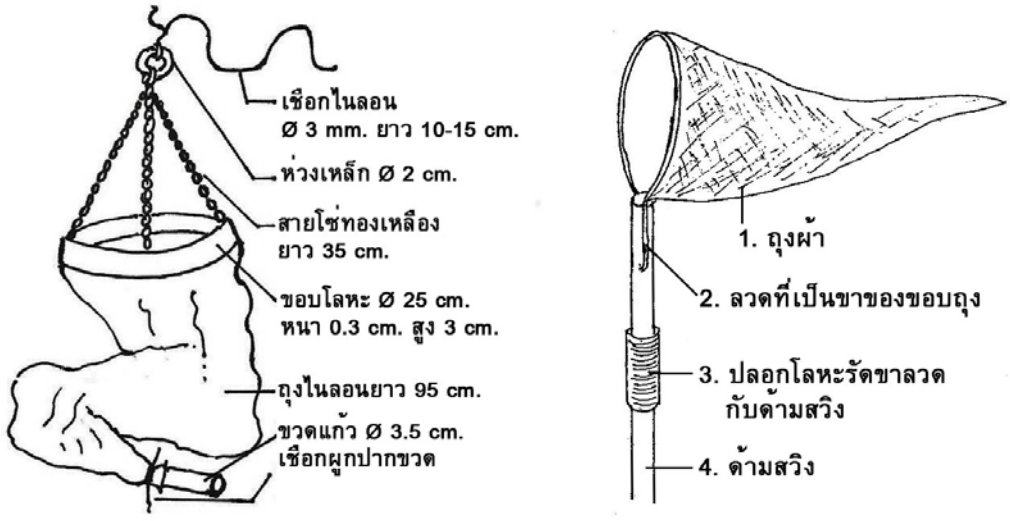
สวิงจะมีขวดเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิต สวิงชนิดนี้ใช้กับการศึกษาเรื่องระบบนิเวศ และการเก็บพืชน้ำโปรตัวซัว ฯลฯ

ลักษณะของสวิง เป็นผ้าโปร่งหรือผ้าไนล่อนชนิดละเอียด ขึงอยู่กับขอบเหล็กพืดห้อยด้วยโซ่ทองเหลืองและผูกเชือกไนล่อนยาวประมาณ 10-15 เมตร ปลายถุงรูปกรวยตัดออกให้พอดีกับขวดแก้วที่จะสอดเข้าไปได้ มัดปากขวดกับปลายถุงด้วยเชือกให้แน่น

วิธีใช้ โยนสวิงลงไปในบ่อให้ไกลเท่าที่จะโยนได้ เมื่อสวิงจมถึงก้นบ่อแล้วค่อย ๆ ลากสวิงขึ้นมา ถอดขวดออกแล้วปิดฝา หรือจะถ่ายสิ่งที่ได้ทั้งหมดในขวดใส่ถุงพลาสติกไว้ก็ได้ พร้อมจดเลขที่และบันทึกไว้ที่ถุง เช่น ถุงเลขที่ 1 ได้จากบ่อลึกประมาณ 2 เมตร อยู่กลางแดด น้ำในบ่อใส ฯลฯ เป็นการบันทึกสิ่งแวดล้อมพร้อมวัน เดือน ปี เพื่อนำมาศึกษาในห้องทดลองหรือห้องเรียน

2. สวิงจับแมลง

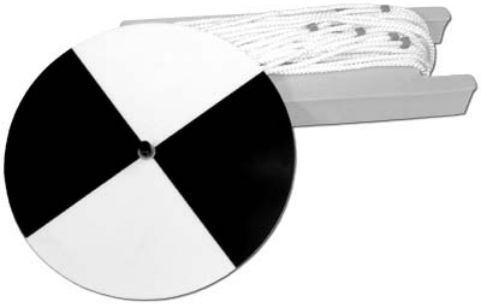
สวิงจับแมลงใช้สำหรับโฉบจับแมลงบินเร็ว ได้แก่ ผีเสื้อ ตั๊กแตน ผึ้ง ต่อ แตน ลักษณะเป็นถุงรูปกรวยทำด้วยผ้าขาวบาง ยาวประมาณ 1 เมตร ปากถุงขึงอยู่กับลวดขดเป็นวงกลมมีขายึดกับด้ามไม้ลักษณะยาวประมาณ 1.5 เมตร ถ้าต้องการด้ามสวิงยาวมาก ๆ อาจทำเป็น 2 ท่อน และต่อโดยใช้ปลอกโลหะรัด ซึ่งทำให้สามารถจับแมลงที่บินสูง ๆ ได้ และสะดวกในการนำไปใช้



ก. ข.

ภาพที่ 6.15 สวิงจับสิ่งมีชีวิต สวิงจับสิ่งมีชีวิตก้นบ่อน้ำ (ก) และสวิงจับแมลงและสัตว์บก (ข)

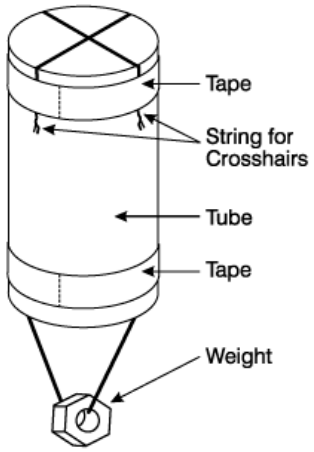
เครื่องมือวัดระดับแสงในน้ำ



ภาพที่ 6.16 เซคิดิช

อุปกรณ์ใช้วัดความลึกที่แสงส่องผ่านน้ำ มีชื่อว่า เซคิดิช (secchi dish) มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลม แบ่งพื้นที่เป็น 4 ส่วน ทาสีขาวและดำอย่างละ 2 ส่วน สลับกันตรงกลางผูกเชือกยาว 5-10 เมตร เมื่อต้องการทราบว่าน้ำมีความขุ่นมากน้อยเพียงใด สามารถทราบได้จากระดับที่แสงส่องลงไปได้ลึกมากน้อยเพียงใด โดยการหย่อนแผ่นเซชิดิชลงไปในน้ำจนถึงระดับที่มองไม่เห็นสีขาวบนแผ่น แล้วทำเครื่องหมายที่เชือกที่ระดับผิวน้ำ ดึงเชือกขึ้นมาวัดความยาวของเชือกที่หย่อนลงไปว่ายาวเท่าใด นั่นคือ ระดับความลึกที่แสงส่องลงไปในน้ำ

เครื่องมือวัดความหนาแน่นของเรือนยอดต้นไม้



ภาพที่ 6.17 เดนซิโอมิเตอร์

เครื่องมือวัดความหนาแน่นของเรือนยอดไม้มีชื่อว่า เดนซิโอมิเตอร์ (densiometer) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวง ปลายด้านหนึ่งมีแหวนโลหะห้อยอยู่ ปลายอีกด้านหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เส้น เป็นกากบาท

การใช้เดนซิโอมิเตอร์ ให้ถือเดนซิโอมิเตอร์ให้อยู่ในแนวดิ่ง จัดแหวนโลหะที่แขวนไว้ใต้เดนซิโอมิเตอร์ให้อยู่ตรงกากบาทพอดี จากนั้นมองผ่านช่องว่างขึ้นไปยังเรือนยอดไม้เหนือศีรษะ สังเกตและบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ พบส่วนที่เป็นสีเขียวของเรือนยอดของต้นไม้หรือไม่ ถ้าพบให้สังเกตว่ามีมากน้อยเพียงใด

เครื่องมือจับแมลงและสัตว์ขนาดเล็ก

1. กรวยเบอร์ลิส

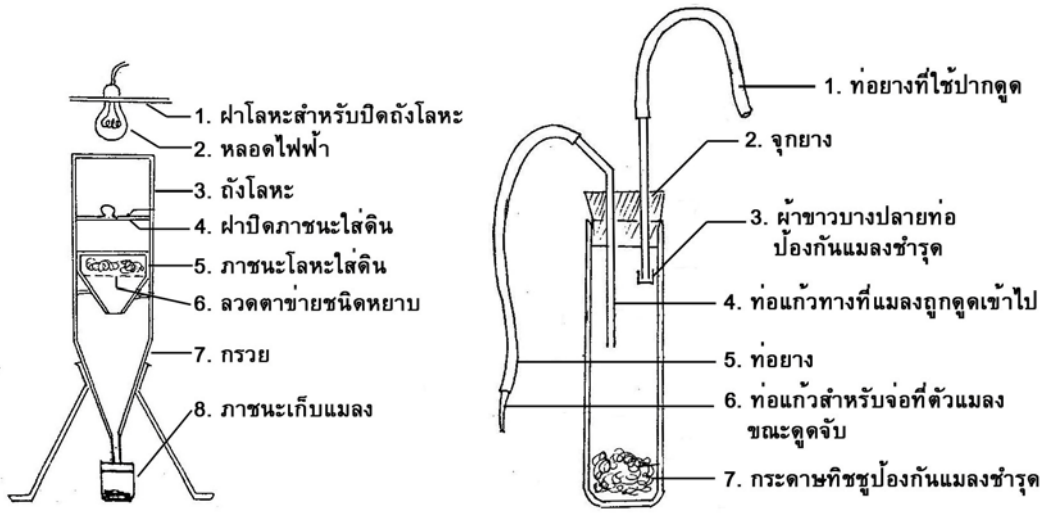
กรวยเบอร์ลิส เป็นถังโลหะกลมปลายล่างสอบเป็นรูปกรวยติดตั้งอยู่บนขาโลหะ ภายในตอนกลางของถังมีภาชนะรูปกรวยสำหรับใส่ดิน โดยมีลวดตาข่ายชนิดหยาบรองไว้

ด้านล่างและมีฝาปิดดินอยู่ด้านบน ตอนบนสุดของถังโลหะมีฝาโลหะที่มีหลอดไฟฟ้าปิดอยู่ ด้านล่างสุดของถังมีภาชนะสำหรับเก็บแมลงที่ร่วงลงมาจากดิน

กรวยเบอร์ลิสมีความเหมาะสมกับการจับแมลงที่อยู่ในดิน เมื่อนำดินที่มีแมลงมาใส่ในถัง แล้วปิดฝาถัง พร้อมกับเปิดสวิตช์ไฟฟ้า ความร้อนจากดวงไฟฟ้าจะทำให้แมลงคลานออกมาจากดินและผ่านตะแกรงลวดร่วงลงสู่ภาชนะเก็บแมลงที่รองอยู่ด้านล่าง

2. เครื่องดูดจับแมลง

แมลงที่มีขนาดเล็ก และอาจมีลำตัวอ่อนนิ่มส่วนใหญ่เป็นแมลงคลานช้า ถ้าใช้มือจับจะทำให้แมลงเสียหายได้ จึงเหมาะที่จะจับด้วยเครื่องดูดจับแมลง ลักษณะของอุปกรณ์ประกอบด้วยขวดขนาดเล็ก ปากขวดปิดด้วยจุกยาง เจาะรู 2 รู เสียบหลอดแก้ว ตอนปลายหลอดด้านบนต่อด้วยท่อยาง ท่อหนึ่งใช้สำหรับปากดูด ไม่ต้องยาวมาก อีกท่อหนึ่งสำหรับจ่อที่ตัวแมลงมีความยาวพอสมควร แมลงที่ถูกดูดจะเข้ามาทางท่อยางและตกลงมาในขวด



ก. ข.

ภาพที่ 6.18 เครื่องมือจับแมลงและสัตว์ขนาดเล็ก กรวยเบอร์ลิส (ก) และเครื่องดูดจับแมลง (ข)

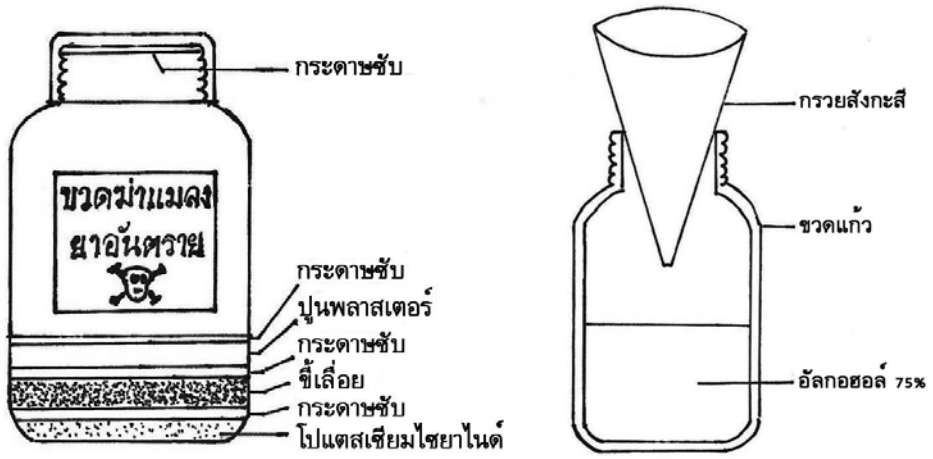
ขวดฆ่าแมลง (killing bottle)

ขวดฆ่าแมลงเป็นขวดที่บรรจุสารพิษสำหรับฆ่าแมลง มีหลายแบบมีทั้งชนิดที่เป็นตัวยาแห้งและยาน้ำชนิดต่าง ๆ

1. ขวดฆ่าแมลง บรรจุตัวยาแห้ง ลักษณะเป็นขวดปากกว้าง มีฝาเกลียวปิดสนิท ตัวยาที่ใช้ส่วนมากคือ โปตัสเซียม ไซยาไนด์ ขวดชนิดนี้สามารถทำใช้เองได้โดยบรรจุสารและวัสดุเป็นชั้น ๆ จากก้นขวดขึ้นมา ดังภาพ (4.19 ก)

การทำและการใช้ขวดฆ่าแมลงประเภทนี้ต้องใช้ความระมัดระวังสูงมาก เนื่องจากโปตัสเซียม ไซยาไนด์ เป็นสารพิษที่มีอันตรายสูงมาก ต้องไม่ให้สารถูกมือ เข้าบาดแผล หรือสูดไอระเหย ถ้าสารถูกมือต้องรีบล้างด้วยสบู่ทันที รอบ ๆ ขวดพันด้วยเทปพันสายไฟให้รอบเป็นระยะ เพื่อว่าขวดแตกสารจะได้ไม่หกกระจายออกมา ขวดฆ่าแมลงชนิดนี้เหมาะกับแมลงขนาดที่ไม่ใหญ่มาก เช่น ผีเสื้อ ด้วงขนาดเล็ก ฯลฯ แมลงที่ตายแล้วให้นำออกมาเก็บต่างหากอย่าทิ้งแมลงไว้ในขวดฆ่านาน ๆ ขวดจะชื้น

2. ขวดฆ่าแมลงบรรจุน้ำยา ลักษณะเป็นขวดแก้วปากกว้างมีฝาเกลียวปิดสนิท บรรจุแอลกอฮอล์ 75% สูงประมาณ 1/3 ของขวด ใช้สังกะสีบาง ๆ เช่น ฝากล่องขนมปัง หรือกระดาษมันม้วนเป็นรูปกรวยตัดปลายกรวยให้เป็นรู เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.7 เซนติเมตร ใส่กรวยสังกะสีไว้ที่ปากขวด ขวดฆ่าชนิดนี้เหมาะกับแมลงเล็ก ๆ ที่จับได้ยาก เช่น ไรไก่ ไรนก แมลงหางดีด ฯลฯ วิธีจับถ้าเป็นแมลงที่อยู่ในกองไม้ผุ ๆ ให้ตักกองใบไม้ที่สงสัยว่ามีแมลงใส่ลงในกรวยตั้งทิ้งไว้ แมลงจะคลานออกมาเมื่อถูกสังกะสีที่เป็นกรวย มันจะลื่นไหลลงไปในขวด เก็บรักษาไว้ในขวดปิดฝาให้มิดชิด เมื่อจะศึกษาให้ใช้หลอดดูดขึ้นมา



ก. ข.

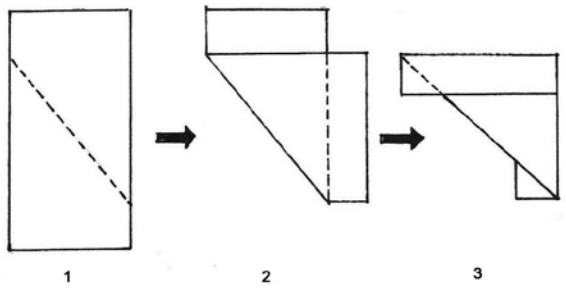
ภาพที่ 6.19 ขวดฆ่าแมลง ขวดชนิดตัวยาแห้ง (ก) และขวดชนิดน้ำยา (ข)

การทำแห้งแมลง

แมลงที่เราเก็บมาได้และฆ่าให้ตายแล้ว จะต้องนำมาทำให้แห้งเพื่อให้เก็บรักษาได้นานและเหมาะสมที่จะใช้ศึกษา หรือนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น การจัดนิทรรศการ การตกแต่ง ฯลฯ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การห่อแมลง

ขณะที่เราออกไปจับแมลงจะต้องเตรียมกระดาษห่อแมลงด้วย เพราะการใส่แมลงในขวดหลาย ๆ ตัวจะทับถมกัน ขา หนวด ปีก จะแตกหักเสียหายได้ เมื่อแมลงตายแล้วจึงควรนำออกจากขวดมาห่อเก็บไว้ในกระดาษ



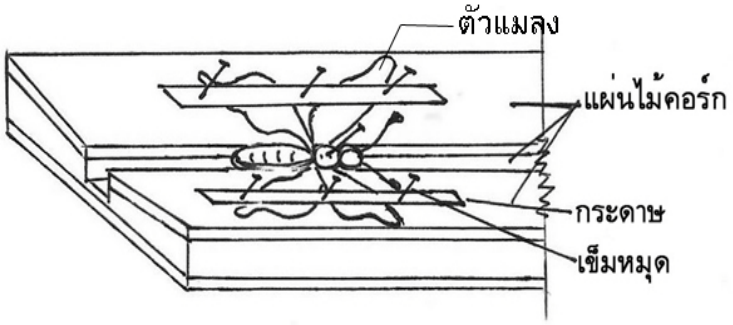
ภาพที่ 6.20 การพับกระดาษห่อแมลง

กระดาษที่ใช้ห่อแมลงส่วนใหญ่จะใช้กระดาษแก้วขุ่นสำหรับลอกลาย หรือกระดาษอัดสำเนา ไม่ควรใช้กระดาษหนังสือพิมพ์เพราะบางและอ่อนเกินไป ควรทำกระดาษหลาย ๆ ขนาด เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะกับขนาดของแมลง โดยปกติควรตัดกระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 22×28 เซนติเมตร หรือแบ่งออกเป็นสองส่วน สำหรับแมลงขนาดเล็ก พับกระดาษเป็นรูปสามเหลี่ยม เหลือขอบไว้พับดังภาพ เพื่อเวลาใส่แมลงไว้ข้างในจะได้ไม่หลุดออกมา และสามารถเก็บซ้อนกันได้เป็นสิบ ๆ ตัว

2. กระดานจัดแมลง (setting board)

การจัดท่าทางของแมลงเพื่อเก็บไว้ศึกษาโดยวิธีทำแห้ง แมลงบางชนิดต้องกางปีกออกก่อนที่จะทำให้แห้ง จึงจำเป็นต้องใช้กระดานจัดแมลง ซึ่งอาจทำจากวัสดุต่าง ๆ เช่น ไม้เนื้ออ่อน โฟม กระดาษลูกฟูก เป็นต้น โดยจัดแผ่นวัสดุให้มีร่องตรงกลางสำหรับใส่ตัวแมลงและแผ่นวัสดุด้านข้างใช้กางปีกแมลง เพื่อตรึงด้วยเข็มหมุดดังภาพ

การจัดท่าทางแมลงควรใช้ปากคีบจับตัวแมลงวางบนกระดานจัดแมลงให้ลำตัววางอยู่บนร่องตรงกลาง ปักเข็ม (Insect pin) ที่ส่วนอกแมลงให้ติดกับกระดาน ใช้เข็มหมุดค่อย ๆ เลื่อนปีกบนให้ขอบล่างของปีกตั้งฉากกับลำตัว จัดปีกล่างซ้อนปีกบนให้อยู่ในตำแหน่งที่จะศึกษาได้ชัดเจนใช้กระดาษชิ้นเล็กยาว ๆ 2 ชิ้น ทาบลงบนปีกแล้วใช้เข็มหมุดช่วยปักค้ำไว้ เสร็จแล้วใส่ยากันมดโรยให้ทั่ว ทิ้งไว้จนกว่าแมลงจะแห้งจึงถอดเข็มหมุดที่ใช้ตรึงออก เหลือแต่เข็มที่ปักตัวแมลง นำไปเก็บในกล่องเก็บแมลงไว้ใช้ศึกษาได้เป็นเวลาหลายปี



ภาพที่ 6.21 การจัดท่าทางแมลงบนกระดานจัดแมลง

3. บัตรประจำตัวแมลง (Insect card) และการเก็บรักษาแมลง

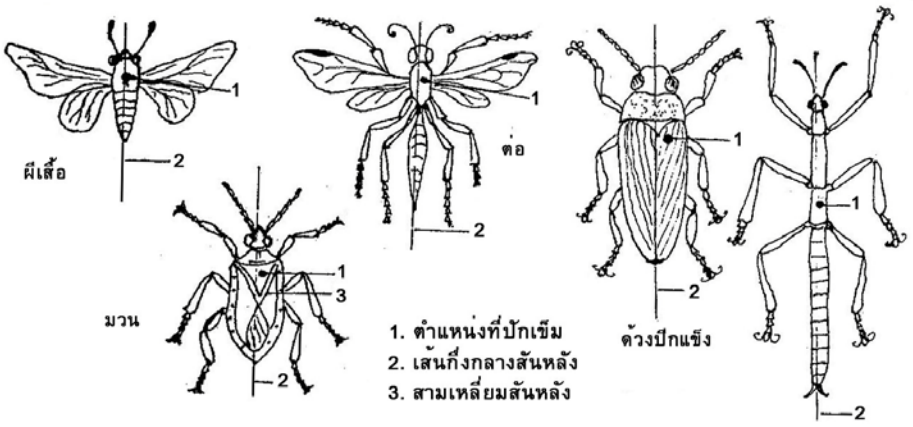
แมลงที่จัดรูปร่างบนกระดานจัด (setting board) ถ้ามีขนาดไม่ใหญ่มากนักจะใช้เวลาประมาณ 7 วันก็จะแห้ง ถ้ามีขนาดใหญ่อาจใช้เวลา 10-15 วัน จึงจะนำออกจากกระดานแมลงได้ แมลงที่แห้งแล้ว จะนำมาทำบัตรบันทึกประจำตัว ซึ่งอาจจะเขียนหรือพิมพ์บนกระดาษขนาด 1×1 cm^2 หรือ 1×1.4 cm^2 ข้อความที่บันทึก คือ สถานที่เก็บ วันเดือนปีที่เก็บ และชื่อผู้เก็บ

นอกจากนี้อาจมีบัตรอีกชิ้นหนึ่งที่มีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย เพื่อบันทึกชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลง ชื่อผู้วิเคราะห์ และปีที่ทำการวิเคราะห์ บัตรทั้งสองนี้ จะเสียบติดกับเข็มที่ปักแมลงให้มีระยะห่างดังภาพ

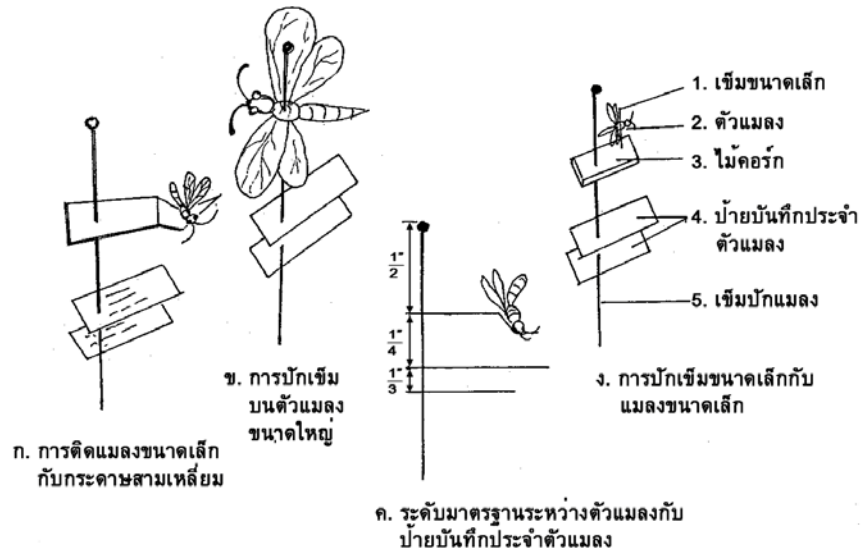
แมลงที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถจัดรูปร่างได้ อาจติดบนกระดาษสามเลี่ยม หรืออาจใช้เข็มขนาดเล็กเสียบตัวแมลงและปักเข็มบนแผ่นไม้คอร์กที่เสียบอยู่กับเข็มอีกที่หนึ่งก็ได้ดังภาพ

สถานที่.....	ชื่อวิทยาศาสตร์.....
วันที่เก็บ.....	ผู้วิเคราะห์.....
ชื่อผู้เก็บ.....	วันเดือนปี.....

ก.



ข.

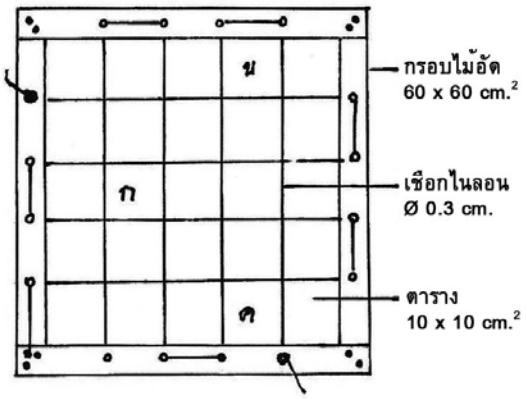


ค.

ภาพที่ 6.22 บัตรประจำตัวแมลง (ก) ตำแหน่งที่ปักเข็มบนลำตัวแมลง (ข) และการปักเข็มแมลงขนาดเล็ก (ค)

แมลงที่ทำบัตรบันทึกประจำตัวเรียบร้อยแล้วจะเก็บใส่ไว้ในกล่องเก็บแมลง (Insect box) ซึ่งทำด้วยไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านข้างด้านหนึ่งมีบานพับ พื้นกล่องด้านในทั้งสองข้างจะบุด้วยแผ่นไม้คอร์ก ซึ่งสามารถปักเข็มได้ทั้งสองข้าง ก่อนนำเข้าเก็บต้องทำความสะอาดและราดน้ำยาป้องกันแมลงรบกวน และใส่สาร Naphthalene หรือลูกเหม็นไว้ด้วย

กรอบไม้นับประชากร



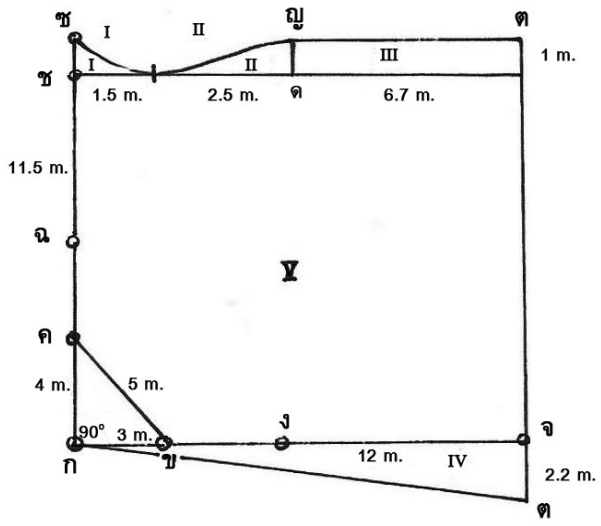
ภาพที่ 6.23 กรอบไม้นับประชากร

กรอบไม้นับประชากรหรือแผ่นตารางขนาดใหญ่ ใช้สำหรับการนับประชากรหญ้าชนิดต่าง ๆ ต่อพื้นที่ 1/4 ตารางเมตร หรือนับประชากรสัตว์ เช่น แมลงในดิน ไส้เดือนดิน กิ้งกือเล็ก ฯลฯ เพื่อต้องการทราบจำนวนสิ่งมีชีวิตในเนื้อที่ที่ทำการสำรวจ

ลักษณะของอุปกรณ์เป็นซี่ไม้ยาว 50 เซนติเมตร ยึดด้วยตะปูเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบ่งแต่ละด้านให้เป็นช่องว่างห่างกันช่องละ 10 เซนติเมตร เจาะรูแล้วขึงด้วยเชือกตามรูจนครบทุกช่อง ก็จะได้กรอบไม้ที่มีตารางอยู่ตรงกลาง

วิธีใช้ นำกรอบไม้ไปวางบนพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ ถ้าประชากรมีมากก็อาจใช้การสุ่มโดยไม่ต้องนับทุกช่อง เช่น ต้องการศึกษาหญ้าแห้วหมูในสนามหญ้า ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร นำกรอบไม้วางบนสนามหญ้าแล้วนับจำนวนหญ้าแห้วหมูในกรอบไม้ทั้งหมด ถ้ามีจำนวนน้อย แต่ถ้ามีจำนวนมากอาจสุ่มโดยนับในช่อง ก ข ค แล้วหาค่าเฉลี่ย เช่น ช่อง ก ข และ ค นับได้ 25 20 และ 15 ต้น ตามลำดับ เมื่อเฉลี่ยจะได้ = $\frac{25+20+15}{3}$ = 20 ต้น ต่อ 100 ตารางเซนติเมตร แล้วนำกรอบไม้นี้ไปวางที่ใหม่อีกโดยการสุ่มให้ทั่วสนามหญ้า คำนวณหาจำนวนหญ้าแห้วหมูเหมือนเดิม และหาค่าเฉลี่ยว่าในสนามหญ้ามีต้นหญ้าแห้วหมูที่ต้นต่อตารางเมตร

การคำนวณหาต้นแห้วหมูทั้งสนามเนื่องจากสนามไม่ได้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสจึงต้องแบ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วจึงนำพื้นที่ย่อยมารวม และเนื่องจากไม่มีกล้องวัดมุม การแบ่งพื้นที่จึงอาจทำได้ดังนี้



ภาพที่ 6.24 ตัวอย่างพื้นที่สำรวจประชากร

ใช้ไม้หลักเล็ก ๆ สูงประมาณ 30 เซนติเมตร ประมาณ 5 หลัก สร้างสามเหลี่ยมมุมฉากที่ตรงหัวสนาม ก. โดยปักหลักที่ 1 สร้างสามเหลี่ยมมุมฉากโดยวิธี “3-4-5” คือ วัดระยะทางจาก ก ไป ค ให้ได้ 4 เมตร ปักหลักไว้ที่ ค. ใช้เชือกยาว 5 เมตร ขีดจาก ค. ให้มาบรรจบกับเชือกยาว 3 เมตรที่ขึงมาจาก ก. เป็นจุด ข. แล้วปักหลักไว้ เมื่อได้สามเหลี่ยมมุมฉากแล้ว เริ่มขึงเชือกจากหลัก ก. มาที่จุด จ. ซึ่งอยู่ที่ขอบสนามอีกด้านหนึ่ง ระยะทางจาก ก. ถึง จ. ยาวมากเส้นเชือกอาจไม่ตรง ดังนั้นระหว่าง ก. มา จ. ให้ปักหลัก ง. แล้วมองเล็งไปทาง ข. จะไม่เห็น ก. แสดงว่าอยู่บนเส้นตรงเดียวกันนั่นเอง การปักหลัก จ. ก็ทำเช่นเดียวกัน คือ เมื่อมองไปจาก จ. จะไม่เห็น ข. เห็นแต่ ง. แสดงว่าเส้น ก. จ. ตรงแล้ว การหามุมฉากจากด้าน ก. ช. ทำเช่นเดียวกัน ส่วนอีกสองมุมที่เหลือไม่ต้องหา ขึงเชือกได้เลย

เมื่อได้พื้นที่ผืนใหญ่แล้วนำมาสร้างรูปย่อมาตราส่วนลงในกระดาษ เมื่อได้รูปทั้งหมดแล้วก็ลากเส้นแบ่งเพื่อหาพื้นที่ย่อย จะเป็นสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมแล้วแต่กรณี จากนั้นหาพื้นที่ย่อย แล้วนำมารวมกันก็จะได้จำนวนพื้นที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับการใช้กล้องวัดหามุม เช่น ตัวอย่างจากภาพ จะแบ่งพื้นที่ได้ทั้งหมด 5 ส่วน จะคำนวณหาพื้นที่รวมได้ดังนี้

การคำนวณพื้นที่ (ภาพ 6.24)

พื้นที่ I	= $\frac{1}{2} \times 0.5 \times 1.5$	= 0.375	ตารางเมตร
พื้นที่ II	= $\frac{1}{2} \times 1 \times 2.5$	= 1.250	ตารางเมตร
พื้นที่ III	= 6.7×1	= 6.700	ตารางเมตร
พื้นที่ IV	= $\frac{1}{2} \times 2.2 \times 12$	= 13.200	ตารางเมตร
พื้นที่ V	= 11.5×12	= 138.00	ตารางเมตร
พื้นที่รวมทั้งหมด		= 159.525	ตารางเมตร

อุปกรณ์ศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ตัวอย่างพืชและสัตว์เป็นอุปกรณ์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาระชีววิทยา พืชและสัตว์บางชนิดหาได้ยาก บางชนิดจะเกิดขึ้นบางฤดูกาลจึงควรเก็บและนำมาดองหรือทำแห้ง เพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการสอน พืชและสัตว์ที่หายากหรือมีอยู่เฉพาะท้องถิ่น ถ้าพบเห็นหรือมีเวลาพอที่จะแสวงหามาได้ ก็สมควรหามาสะสมไว้ ส่วนพวกที่พบเห็นได้ทั่วไปหาได้ง่ายจะเก็บรักษาไว้เพียงเล็กน้อยก็ได้จะทำให้ไม่สิ้นเปลืองวัสดุและเวลาอีกทั้งยังไม่เป็นภาระในการเก็บรักษา

ครูวิทยาศาสตร์ควรมีทักษะ วิธีเก็บรักษาตัวอย่างพืชและสัตว์ รู้ว่าจะเก็บอย่างไร เก็บส่วนไหนของพืช การนำตัวอย่างพืช สัตว์ มาทำปฏิบัติการในห้องเรียน ตลอดจนรู้วิธีการเก็บรักษาให้อยู่ได้นานๆ การหาตัวอย่างพืช สัตว์ เพื่อเก็บรักษาไว้ สำหรับการเรียนการสอนเป็นงานที่ต้องการความประณีต ใช้ฝีมือ และศิลปะ เพื่อให้ได้ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีคุณค่า เป็นสิ่งที่น่าสนใจของผู้เรียนและผู้พบเห็นทั่วไป

การเก็บรักษาตัวอย่างพืช

การเก็บรักษาตัวอย่างพืชอาจทำได้ทั้งวิธีการดองและวิธีการอัดแห้ง

1. วิธีการอัดแห้ง (hiberium)

อุปกรณ์ที่ใช้อัดพืชประกอบด้วย

1) แผงไม้ขนาด 1.5×2.0 ฟุต 2-3 คู่ ทำโดยใช้ไม้ระแนงขนาดกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร วางขวางกันเป็นตารางให้มีช่องห่างกัน ประมาณ 5 เซนติเมตร ยึดด้วยตะปูขนาดเล็ก ๆ

2) กระดาษชนิดต่าง ๆ ได้แก่ กระดาษแข็ง กระดาษซับหรือกระดาษฟาง และกระดาษหนังสือพิมพ์

3) เชือกด้ายหรือเชือกฟางสำหรับมัดแผงไม้

4) น้ำยากันแมลง คือ สารละลายเมอคิวริคคลอไรด์ 1 ส่วนกับแอลกอฮอล์ 96% 50 ส่วน

วิธีการอัดแห้งพืช

1) จัดเรียงอุปกรณ์สำหรับอัดเป็นลำดับ ดังนี้ แผงไม้ กระดาษแข็ง กระดาษหนังสือพิมพ์ และกระดาษซับหรือกระดาษฟาง

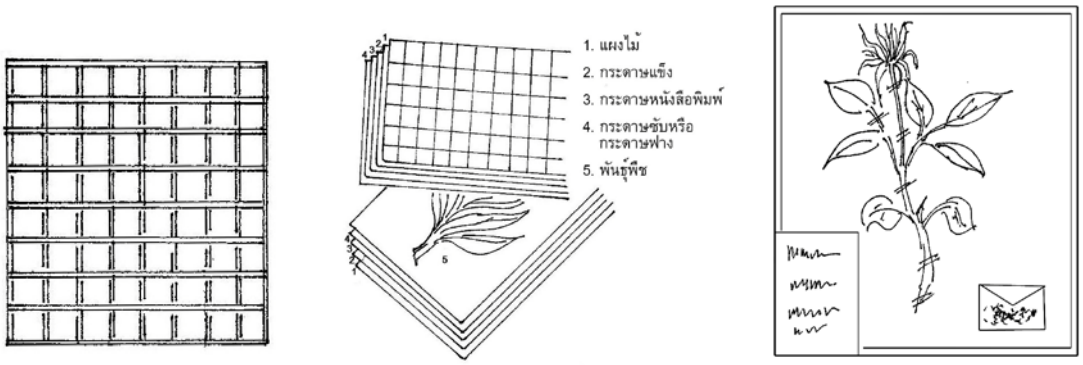
2) จัดเรียงส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ต้องการอัดแห้งให้อยู่ในลักษณะที่สวยงาม เห็นรายละเอียดชัดเจน บนกระดาษซับหรือกระดาษฟาง

3) ปิดทับด้วยอุปกรณ์สำหรับอัดโดยเรียงลำดับเริ่มจาก กระดาษซับหรือกระดาษฟาง กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษแข็ง และแผงไม้

4) ใช้เชือกมัดชุดอัดแห้งให้แน่น นำไปผึ่งแดดหลาย ๆ ครั้ง โดยกลับข้างให้ได้รับความร้อนได้ทั่วถึง

5) นำส่วนของพืชที่แห้งแล้วออกจากแผงไม้ มาแช่ในน้ำยากันแมลง นำไปพึ่งให้แห้ง แล้วนำมาผนึกบนกระดาษแข็งโดยจัดวางให้สวยงาม แสดงส่วนต่าง ๆ ได้ชัดเจน

6) จัดทำข้อมูลของพืชไว้ที่มุมด้านล่างซ้ายมือของกระดาษ ดังนี้ ชื่อพันธุ์ไม้ ชื่อสามัญ สถานที่เก็บ ชื่อผู้เก็บ วันเดือนปีที่เก็บ



ก. ข. ค.

ภาพที่ 6.25 แผงไม้อัดพืช (ก), วิธีการจัดเรียงวัสดุอัดพืช (ข)
และการผนึกพืชตัวอย่างบนกระดาษแข็ง (ค)

การเก็บรักษาพืชอัดแห้ง

ควรเก็บพืชอัดแห้งที่ผนึกบนกระดาษแข็งไว้ในถุงพลาสติก ปิดผนึกให้เรียบร้อย ใส่ไว้ในตู้ลิ้นชักบาง ๆ โดยไม่ควรวางซ้อนกันหลาย ๆ แผ่น เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหาย และใส่สารกันแมลงพวกแนพทาลีนไว้ด้วย

2. วิธีดองในน้ำยา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดองพืช คือ ขวดปากกว้างสีชา มีฝาปิดแบบเกลียว น้ำยาที่ใช้ดองพืชทั่วไป คือ ฟอร์มาลีน 10% หรือ แอลกอฮอล์ 70% แต่จะทำให้สีของพืชซีดจางลง ถ้าต้องการดองพืชโดยให้มีสีคงทน จะต้องดองในน้ำยาซึ่งเป็นสารละลายที่ประกอบด้วยสารเคมีดังนี้

โปรแตสเซียมไนเตรต	0.70 กรัม
คัลเซียมซัลเฟต	0.25 กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.25 กรัม
โซเดียมคลอดไรด์ (เกลือแกง)	0.08 กรัม
เฟอริคคลอไรด์	0.005 กรัม

ละลายสารเคมีทีละอย่างตามลำดับในน้ำกลั่น 1 ลิตร คนสารให้ละลายจนหมด แล้วเติมสารละลายกรดบอริค 0.06% 1 ลูกบาศ์กเซนติเมตร กับสารละลายแมงกานิสคลอไรด์ 0.04% 1 ลูกบาศ์กเซนติเมตร คนสารละลายให้เข้ากัน เก็บใส่ขวดไว้ใช้

การดองพืช นำส่วนของพืชที่จะดองล้างน้ำให้สะอาดใส่ในขวด เทน้ำยาที่ใช้ดองลงไปให้ท่วมตัวอย่างพืช ปิดจุกขวดให้แน่นพันด้วยเทปให้รอบฝา

การเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์

1. การดองด้วยน้ำยา

อุปกรณ์ที่ใช้ดอง คือ ขวดปากกว้างสีขาวมีฝาปิดแบบฝาเกลียวขนาดต่าง ๆ และน้ำยาที่ใช้ดองสัตว์ทั่ว ๆ ไป คือ ฟอร์มาลิน 5-10% เอทิลแอลกอฮอล์ 70%

วิธีดอง ตัวอย่างสัตว์ที่นำมาดองควรทำให้สลบหรือตาย เพื่อป้องกันการดิ้น เมื่อถูกน้ำยา จะทำให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเสียหาย นำสัตว์ที่จะดองล้างน้ำให้สะอาดใส่ในขวดดอง เทน้ำยาให้ท่วมตัวสัตว์ ปิดจุกให้แน่น พันด้วยเทปรอบฝาขวด เพื่อป้องกันอากาศเข้าไปในขวดและป้องกันการระเหยของน้ำยา

การเลือกใช้น้ำยาต้องพิจารณาชนิดของสัตว์และความเข้มข้นของน้ำยา

สัตว์ที่มีผิวหนังอ่อน สัตว์ขนาดเล็กและแมลง ดองในฟอร์มาลีน 5-8% หรือเอทิลแอลกอฮอล์ 70%

สัตว์ผิวหนังแข็ง เช่น กบ ปลา ดองในฟอร์มาลีน 10% โดยกรีดช่องท้องให้ฟอร์มาลีนซึมเข้าไปภายในได้ เนื่องจากเป็นสัตว์ที่มีลำตัวหนา

สัตว์ทะเล เช่น ซีแอนนีโมนี แมงกะพรุนมีร่างกายอ่อนนิ่ม ดองด้วยฟอร์มาลีน 5%

สัตว์ทะเลที่มีเปลือกแข็ง เช่น กุ้ง ปู กั้ง ดองด้วยฟอร์มาลีน 10%

2. การเก็บตัวอย่างสัตว์โดยการทำแห้ง

การทำสัตว์ให้แห้ง หรือ การสตั๊ฟ(stuff) คือการใช้น้ำยาเคมีฉีดเข้าไปในตัวสัตว์ที่ตายแล้วเพื่อทำให้เนื้อสัตว์ไม่เน่าแล้วปล่อยให้แห้งแข็งหรือ อาจจะทำโดยการเอาเนื้อและอวัยวะภายในออกแล้วใช้สารเคมีทารักษาผิวหนังไม่ให้เน่าเสีย แล้วใช้วัสดุอื่นใส่เข้าแทนที่

การสตั๊ฟสัตว์อาจมีจุดมุ่งหมายต่าง ๆ กันเช่น เพื่อการประดับตกแต่งเพื่อเก็บเป็นตัวอย่างสัตว์ในพิพิธภัณฑ์ สำหรับในสถานศึกษาสัตว์สตั๊ฟจะใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการศึกษาสัตววิทยาเป็นสำคัญ การสตั๊ฟสัตว์เป็นเรื่องที่ทำได้ไม่ยุ่งยากมากนัก อาจจัดเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรได้ แต่ไม่ควรให้นักเรียนทำกับสัตว์ที่ยังมีชีวิต ควรทำกับสัตว์ที่ตายแล้ว สัตว์ที่นำมาฝึกหัดทำการสตั๊ฟอาจใช้สัตว์ที่ทำง่ายๆจำพวก กุ้ง ปู ปลา ที่หาซื้อได้ในตลาด หรือ สัตว์เลี้ยงของนักเรียนที่ตายแล้ว เป็นต้น

การสตั๊ฟสัตว์ทำได้กับสัตว์ทุกชนิด แต่ที่นิยมทำกันมากมักจะเป็นพวกสัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์ที่มีขนาดเล็ก เช่น ปลาขนาดเล็ก กุ้ง ปู มักจะใช้วิธีการฉีดสารเฟอร์มาลิน 10% แล้วนำไปแช่ในสารละลาย บอร์แรกซ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาจัดรูปร่างตามที่ต้องการ ทิ้งไว้จนแห้งนำมาตกแต่งด้วยสีเคลือบ แลคเกอร์ ให้สวยงามก็นำไปใช้ได้แล้ว

การเลือกสัตว์ที่จะนำมาสตั๊ฟ ต้องมีรูปร่างสวยงาม สมบูรณ์คือมีอวัยวะครบถ้วนและอยู่ในสภาพดี

อุปกรณ์สตั๊ฟสัตว์

1) มีดพับชนิดคม ขนาดต่างๆ
2) กรรไกรเล็กปลายแหลมตรง
3) ปากคีบเล็กปลายแหลมตรง
4) ปากคีบเล็กปลายขอ
5) ใบมีดโกนชนิดมีคมข้างเดียว
6) คีมตัดลวด
7) ตะไบขนาดเล็ก
8) ลวดขนาดต่างๆ
9) ด้ายและเข็มเย็บผ้าขนาดต่างๆ
10) สำลีและกระดาษเช็ดมือ
11) ถุงมือยางที่มีคุณภาพดี
12) วัสดุที่ใช้ใส่ตัวสัตว์ เช่น นุ่น ฟางข้าว ฯลฯ
13) แป้งข้าวโพดหรือแป้งฝุ่นทาตัว หรือแป้งชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายๆกันนี้
14) สารผสมที่ใช้รักษาหนังสัตว์ คือ สารผสมของสารหนูขาวกับสารส้มผงในอัตราส่วน 1:1 หรือ 1:2 หรือ 1:3

วิธีสตั๊ฟสัตว์ขนาดเล็ก

สัตว์ขนาดเล็ก เช่น กุ้ง ปู ปลาขนาดเล็ก ทำโดยนำสัตว์เหล่านี้มาทำให้ตาย หรือสัตว์ที่ตายแล้วใหม่ ๆ มาฉีดด้วยฟอร์มาลิน 10% หรือ แอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่วร่างกาย แล้วนำไปแช่ในสารละลายบอร์แรกซ์เป็นเวลา 1 วัน แล้วนำมาจัดท่าทาง บนไม้จัดรูปร่าง ซึ่งอาจต้องใช้เข็มหมุดช่วยยึด หรือใช้คลิปหนีบช่วยด้วย เช่น ส่วนที่เป็นคลีบของปลา เป็นต้น

ปล่อยทิ้งไว้จนน้ำยาแห้ง เมื่อสัตว์แห้งดีแล้วจะคงรูปร่างตามที่จัดไว้แต่สีของลำตัวจะเปลี่ยนไป ซึ่งอาจจะต้องใช้สีช่วยตกแต่งให้เหมือนตอนที่มีชีวิต แล้วทาทับด้วยแลคเกอร์ จะช่วยให้สัตว์สวยงามขึ้น

วิธีสตั๊ฟสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ที่นำมาสตั๊ฟมักเป็นสัตว์ขนาดเล็ก เช่น กระต่าย หนูตะเภา กระรอก กระแต มีขั้นตอนการทำดังนี้

1) การทำให้สัตว์ตาย (Killing) สัตว์ที่นำมาสตั๊ฟถ้าตายมาจากอุบัติเหตุร่างกายไม่มีบาดแผลก็ใช้ได้ ข้อสำคัญอย่าให้ขนเสียหายหรือเปื้อนเลือด สัตว์ที่ยังไม่ตายต้องนำมาฆ่าให้ตายโดย ใส่ในถังหรือภาชนะที่มีฝาปิดได้สนิทใช้สำลีชุบอีเทอร์หรือคลอโรฟอร์มใส่ลงไปประมาณ 15 นาที

2) การลอกหนัง (Skinning) วางสัตว์ในลักษณะหงายท้องขึ้นใช้ปลายมีดผ่าตัดแหวกขนบริเวณกลางท้องออกให้เป็นช่อง แล้วใช่ปลายมีดกรีดหนังให้ขาดเป็นรูพอที่จะเอาปลายกรรไกรสอดเข้าไปตัดหนังได้ ต่อจากนั้นเลาะหนังให้หลุดจากกล้ามเนื้อลำตัวโดยเจาะลงไปทางขาหลังให้ถึงโคนขา แล้วแล่เนื้อขาออก ส่วนขาหลังอีกข้างหนึ่งก็ทำเช่นเดียวกัน

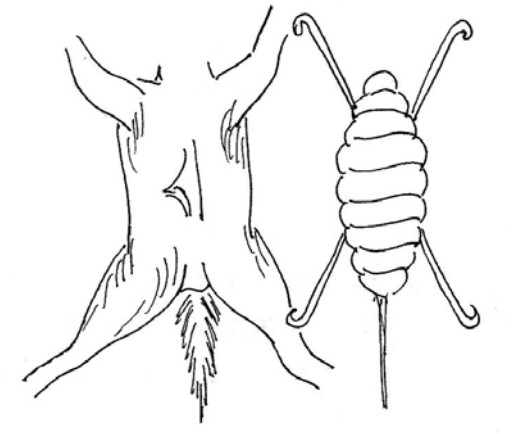
เมื่อขาหลุดอกจากลำตัวแล้ว ทำการลอกหนังไปทางส่วนหัวซึ่งจะทำให้สะดวกขึ้น เมื่อลอกไปถึงขาคู่หน้าก็ทำเช่นเดียวกับขาคู่หลังเมื่อตัดขาคู่หน้าเสร็จแล้ว จึงลอกขึ้นไปถึงส่วนหู ค่อยๆใช้มีดเซาะเนื้อในช่องหูอย่าให้หนังขาด เพราะหนังบริเวณนี้ซ่อนรอยขาดไม่มิด เมื่อเซาะเนื้อหูหลุดแล้ว ก็ทำการลอกต่อไปจนถึงตา พยายามอย่าให้ขอบตาชำรุด ซึ่งต้องเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ จากนั้นจึงลอกลงไปถึงปาก จนหนังหลุดออกจากกะโหลกศีรษะ เมื่อลอกหนังเสร็จแล้วจึงกลับหนังเข้ารูปเดิม ถ้าขนมีเลือดเปื้อนต้องรีบล้างน้ำและเช็ดให้แห้งทันที อย่าปล่อยให้เลือดแห้งจนล้างไม่ออกจะทำให้ขนเสีย

3) การรักษาหนัง (Preserving) หนังที่ลอกออกแล้ว ต้องทายาเพื่อให้คงทน ขนไม่หลุด ยาที่ใช้ทาคือ สารผสมของสารหนูขาวกับสารส้ม การทายาต้องสวมถุงมือเสมอ และต้องไม่มีบาดแผลที่มือ เพราะสารหนูอาจเข้าสู่ร่างกายทางบาดแผลได้ ยารักษาหนังนี้ทาผิวหนังด้านในถ้าหนังแห้งทาไม่ติด ให้ใช้น้ำทาให้เปียกครั้งหนึ่งก่อน ยานี้ถ้าจะให้สะดวกควรเติมน้ำให้เป็น

น้ำยาข้นๆ แล้วใช้แปลงจุ่มทาก็ได้ การทายาต้องทาให้ทั่วทั้งตัว สำหรับส่วนกะโหลกยังต้องใช้ ดังนั้นต้องตัดเอาหัวออกมา แคะเนื้อ ลูกตา ลิ้น สมอง ออกให้หมด หรืออาจจะนำไปต้มก็ได้ ให้เหลือแต่กระดูก กะโหลก เท่านั้น

4) การสตั๊ฟ (Stuffing) เป็นขั้นตอนใช้วัสดุบางอย่างใส่เข้าไปในตัวสัตว์ เพื่อให้มีรูปร่างเหมือนเดิม ขั้นแรกต้องทำขาโดยใช้ลวดขนาดพอเหมาะตัดให้ยาวประมาณ 2-3 นิ้ว ตะไบปลายข้างหนึ่งให้แหลม แทงไปตามกระดูกขาถึงฝ่าเท้า แล้วงอลวดไปตามกระดูก ใช้ลวดขนาดเล็กพันให้ลวดใหญ่กับกระดูกขาติดกัน ต่อไปใช้สำลีพันกระดูกให้มีขนาดเท่ากับกล้ามเนื้อเดิม ทำอย่างนี่จนครบทั้ง 4 ขา สำหรับหางต้องใช้ลวดอ่อน ใช้สำลีพันลวดให้มีขนาดพอๆกับหางเดิมแล้วสอดเข้าไปในหาง โดยเหลือปลายลวดด้านหนึ่งเอาไว้สอดเข้ากับหุ่นลำตัว

การทำหุ่นของสัตว์ ทำโดยวัดความยาวลำตัว รอบอก และรอบท้อง โดยวัดจากลำตัวสัตว์ที่ลอกออกมา วัสดุที่ใช้ทำหุ่นอาจจะใช้ฟางข้าวหรือนุ่นก็ได้แล้วแต่จะหาได้สะดวก แต่ควรเป็นวัสดุไม่มีราคาแพง กะขนาดของหุ่นให้พอดีกับลำตัว บีบให้แน่น แล้วพันด้วยด้ายเสร็จแล้ว นำหุ่นใส่เข้าไปในลำตัว ถ้ามีขนาดพอดีแล้วก็นำลวดของขาทั้งสี่งอเป็นมุมเกี่ยวเข้ากับตัวหุ่น จัดขาทั้งสี่และคอต่อกับกะโหลกศีรษะให้เรียบร้อย จัดท่าทางของสัตว์ให้อยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติที่สุด แล้วจึงเย็บรอยผ่าอย่างประณีตพยายามซ่อนรอยผ่าให้มิด ริมฝีปาก ขอบตา และจมูก นำลวดที่ใช้ทำสปริงสอดเข้าไปเพื่อรักษาโครงร่างเดิมไว้ ส่วนลูกตาใช้ตาปลอมที่มีลักษณะและขนาดเท่าของจริงมาใส่แทน



ภาพที่ 6.26 การทำหุ่นลำตัวของสัตว์สตั๊ฟ

วิธีสตั๊ฟสัตว์ปีก

สัตว์ปีกพวก นก เป็ด ไก่ มีวิธีการและขั้นตอนการสตั๊ฟเช่นเดียวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม แต่ทำได้ยากกว่าในขั้นตอนการลอกหนัง เนื่องจากสัตว์พวกนกมีขนเรียบสวยงาม

ถ้าไม่ระมัดระวังให้มากจะทำให้ขนยับยู่ยี่หรือถ้ามีเลือดเปื้อนจะล้างออกยาก นอกจากนี้ยังมีผิวหนังบางอาจเกิดการฉีกขาดได้ง่าย และต้องระวังไม่ให้ขนปีก ขนหางหลุดซึ่งจะซ่อมแซมให้เหมือนเดิมได้ยาก

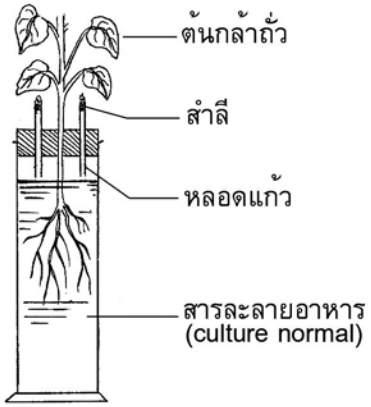
การลอกเนื้อทำโดยนำสัตว์ที่ตายแล้ววางหงายท้อง แหวกขนท้องแล้วใช้มีดกรีดหนังหน้าท้องจากกระดูกสันอกลงไปถึงช่องทวารใช้มีดเซาะเนื้อเพื่อลอกหนังให้หลุดออกจากลำตัวจนถึงโคนขา ตัดกระดูกขาออกจากลำตัว ทางด้านโคนปีกก็ตัดกระดูกให้หลุดออกจากลำตัวแล้วลอกเนื้อที่ปีกออก ต่อจากนั้นลอกไปทางหัวผ่านคอจนถึงหู ใช้ปากคีบจับเนื้อระหว่างหูดึงหนังจะหลุดออก ซึ่งอาจจะต้องใช้มีดช่วยเซาะเนื้อด้วย ลอกหนังไปจนถึงโคนปากแล้วควักลูกตาออก ใช้กรรไกรตัดกระดูกคอออกจากส่วนกะโหลกศีรษะซึ่งเป็นส่วนที่คงไว้อย่างเดิมโดยให้ติดอยู่กับหงอน ปาก เพียงแต่ควักเอาสมองออกให้หมดเท่านั้น

สำหรับขั้นตอนการทายารักษาหนังและขน ตลอดจนการจัดรูปร่างคงทำเช่นเดียวกับ
การสตั๊ฟสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

ภาพที่ 6.27 การจัดท่าทางสัตว์สตั๊ฟชนิดต่างๆ

อุปกรณ์ทดลองศึกษาเรื่องพืช

การทดลองศึกษาธาตุที่จำเป็นสำหรับสารอาหารปกติของพืช

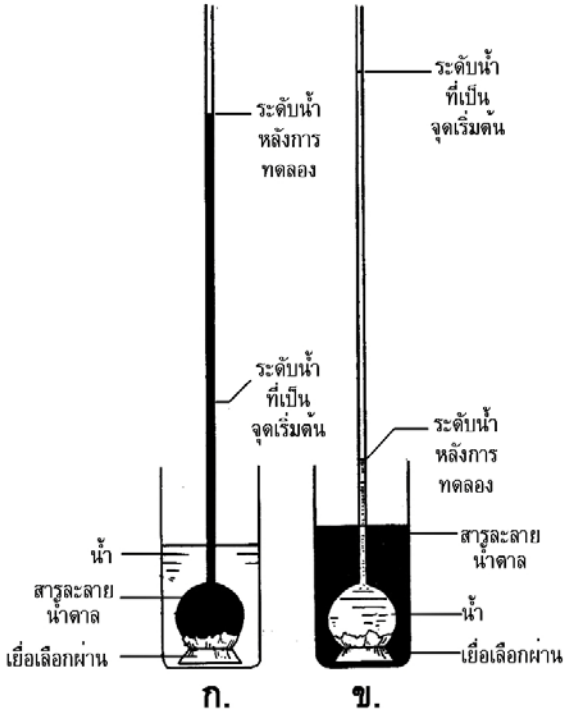


ภาพที่ 6.28 การทดลองธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช

เครื่องมือประกอบด้วยหลอดแก้วทรงกระบอกหรือขวดปากกว้าง มีจุกไม้คอร์ก เจาะรู 3 รู รูตรงกลางใส่ต้นกล้าพืชทดลองที่ล้างรากจนสะอาดแล้ว รูด้านข้าง 2 รูใส่หลอดแก้วที่ใช้สำหรับเติมสารละลายอาหาร มีสำลีอุดปลาย

การทดลองจัดชุดทดลองที่มีการแปรผันของธาตุที่จำเป็น เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืช

การทดลองเพื่อสาธิตกระบวนการออสโมซิส



ภาพที่ 6.29 การทดลองออสโมซิส

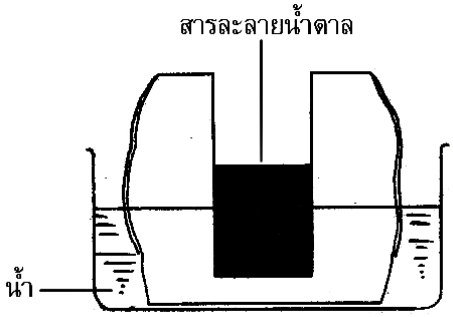
เครื่องมือประกอบด้วย กรวยก้านยาวบรรจุสารละลายลงไปในกรวย แล้วปิดปากกรวยด้วยแผ่นเยื่อที่มีคุณสมบัติเลือกผ่าน (Semi permeable membrane) นำกรวยคว่ำลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลาย

รูป ก. สารละลายในกรวยคือสารละลายน้ำตาล คว่ำอยู่ในน้ำในบีกเกอร์

รูป ข. สารละลายในกรวยคือน้ำ คว่ำอยู่ในสารละลายน้ำตาลในบีกเกอร์ผลการทดลอง ในรูป ก. เกิดการแพร่ของน้ำจากบีกเกอร์ เข้าสู่สารละลายน้ำตาล ทำให้ระดับของสารละลายในหลอดแก้วสูงขึ้น ส่วนรูป ข. น้ำจากกรวยแก้วแพร่ไปสู่สารละลายน้ำตาลในบีกเกอร์ ทำให้ระดับของเหลวในหลอดแก้วลดลง

การแพร่ของอนุภาคจากด้านหนึ่งของเยื่อเลือกผ่าน หรือออสโมซิส คือ การแพร่ของอนุภาคขนาดเล็กของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่าน ขณะที่อนุภาคขนาดใหญ่ของสารละลายอินทรีย์ (น้ำตาล) ไม่สามารถผ่านได้

การทดลองออสโมมิเตอร์ด้วยมันฝรั่ง (Potato osmometer)

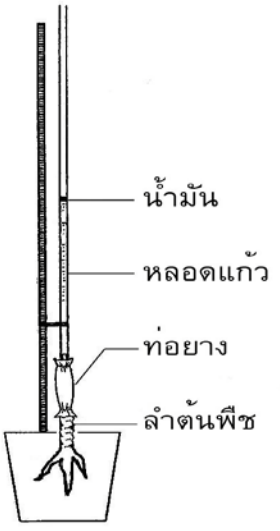


ภาพที่ 6.30 การทดลองออสโมซิสด้วยมันฝรั่ง

เครื่องมือประกอบด้วย หัวมันฝรั่งที่นำมาปลอกเปลือกออก ตัดหัวท้ายให้เรียบ เจาะเอาเนื้อตรงกลางออกให้เป็นหลุมลึก ใส่สารละลายน้ำตาลเข้มข้นลงไปในหลุม นำไปวางในอ่างน้ำ เมื่อเวลาผ่านไป สารละลายน้ำตาลจะมีระดับสูงขึ้น ถ้านำหัวมันฝรั่งนี้ไปต้มแล้วนำมาทดลอง จะพบว่าไม่เกิดการออสโมซิส

การทดลองนี้ เพื่อศึกษาการออสโมซิสในเซลล์พืช

การทดลองแรงดันราก (Root pressure)

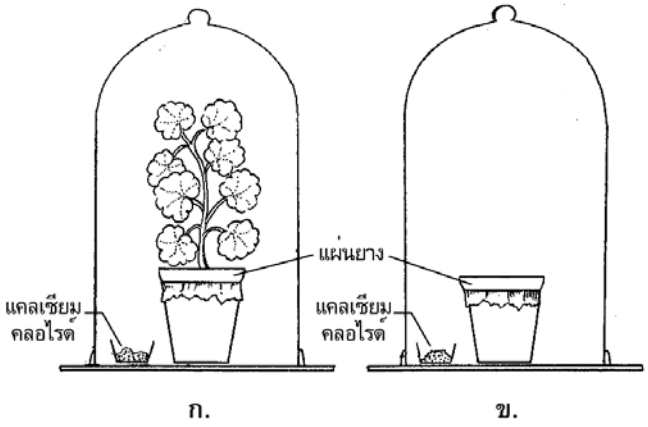


ภาพที่ 6.31 การทดลองแรงดันราก

เครื่องมือประกอบด้วย ต้นไม้ที่ปลูกในกระถาง นำมาตัดให้เหลือลำต้นเหนือดินยาวประมาณ 2 นิ้ว ต่อหลอดแก้วเข้ากับลำต้นโดยใช้ท่อยาง หยดน้ำมันลงไปในหลอดแก้ว เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ เมื่อเวลาผ่านไป พบว่าระดับน้ำในหลอดแก้วสูงขึ้น

แสดงว่า รากมีการดูดน้ำขึ้นไปตามลำต้น ดันน้ำในหลอดแก้วให้สูงขึ้นไป แรงดันน้ำนี้คือ แรงดันราก

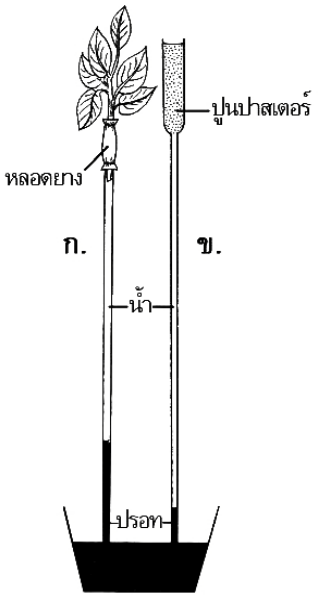
การทดลองการคายน้ำของพืช



ภาพที่ 6.32 การทดลองการคายน้ำของพืช

การทดลองใช้กระถางบรรจุดิน 2 กระถาง ปิดปากกระถางด้วยแผ่นยาง กระถาง ก. ปลูกต้นไม้ กระถาง ข. ไม่ปลูกต้นไม้ ใช้ครอบแก้วครอบไว้ทั้ง 2 กระถาง ภายในครอบแก้วบรรจุแคลเซียมคลอไรด์ที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วนำแคลเซียมคลอไรด์ไปชั่งน้ำหนัก พบว่าแคลเซียมคลอไรด์ในครอบแก้ว ข. มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเนื่องจากแคลเซียมคลอไรด์ดูดความชื้นจากอากาศในครอบแก้ว ส่วนแคลเซียมคลอไรด์ในครอบแก้ว ก. มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเกิดจากแคลเซียมคลอไรด์ดูดความชื้นจากส่วนที่พืชคายน้ำรวมกับอากาศในครอบแก้ว กลายเป็นไอน้ำที่แคลเซียมคลอไรด์ดูดไว้ ดังนั้นความแตกต่างของน้ำหนักของแคลเซียมคลอไรด์ในชุดการทดลอง ก. และ ข.จึงเป็นความชื้นที่พืชคายออกมา

การทดลองการคายน้ำของพืชเปรียบเทียบกับการระเหยของน้ำในปรากฏการณ์กายภาพ



ภาพที่ 6.33 การทดลองการคายน้ำของพืชเปรียบเทียบกับการระเหยของน้ำในปรากฏการณ์กายภาพ

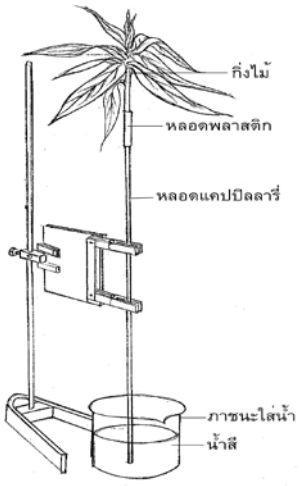
การทดลอง ใช้หลอดแก้ว 2 หลอด (ก. และ ข.) มีปลายด้านหนึ่งอยู่ในปรอท ปลายบนของหลอดแก้ว ก. ต่ออยู่กับกิ่งไม้ โดยมีท่อยางเป็นตัวเชื่อมต่อ ปลายหลอดแก้ว ข. เป็นกระเปาะบรรจุปูนปาสเตอร์ ภายในหลอดแก้วทั้ง ก. และ ข. บรรจุน้ำ

กิ่งไม้ที่ใช้สำหรับการทดลองต้องตัดในน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองอากาศในท่อลำเลียง ซึ่งจะขัดขวางการดูดน้ำ

เมื่อพืชคายน้ำ น้ำจะถูกดูดขึ้นไป สังเกตได้จากระดับปรอทที่ขึ้นมาแทนที่น้ำในหลอด ซึ่งแสดงว่า เมื่อพืชคายน้ำออกไป น้ำจะถูกดูดขึ้นไปในหลอด

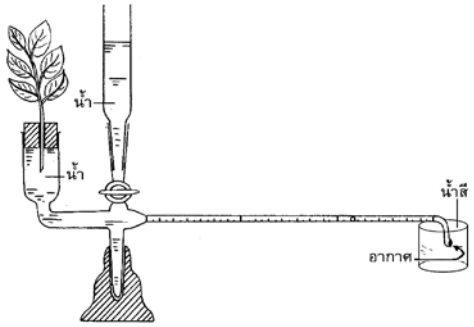
ส่วนปูนปาสเตอร์ที่ใส่กระเปาะของหลอดแก้ว ข. จะมีรูซึ่งทำให้น้ำระเหยได้ สังเกตได้จากระดับปรอทที่สูงขึ้นเล็กน้อย แสดงว่าปรอทถูกดูดขึ้นไป

การทดลองวัดอัตราการคายน้ำด้วยโปโตมิเตอร์ (Potometer)



ก.

โปโตมิเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้วัดการคายน้ำของพืช ประกอบด้วยขาตั้งเหล็กพร้อมที่จับ 1 ชุด หลอดแคปฟิลลารีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของรูภายใน 0.8 มิลลิเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สายยางสำหรับสวมต่อกับหลอดแคปปิลลารี และแก้วใส่น้ำสี (รูป ก.) หรืออุปกรณ์สำเร็จรูป (รูป ข.)



ข.

ภาพที่ 6.34 การวัดอัตราการคายน้ำด้วยโปโตมิเตอร์ที่สร้างขึ้น (ก) และเครื่องมือสำเร็จรูป (ข)

วิธีทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์โดย ยึดหลอดแคปปิลลารีกับขาตั้ง ให้ปลายล่างจุ่มอยู่ในน้ำสีในแก้วหรือบีกเกอร์ ส่วนปลายบนต่ออยู่กับกิ่งไม้ทดลองซึ่งมีใบอยู่ด้วยโดยใช้หลอดพลาสติกเป็นข้อต่อ ระหว่างปลายหลอดแคปปิลลารีกับปลายกิ่งไม้

ก่อนเสียบปลายกิ่งไม้ลงไปในหลอดพลาสติกกรอกน้ำลงไปในรูหลอดแคปปิลลารีให้เต็ม โดยเทน้ำผ่านทางหลอดพลาสติก ถ้าต้องการวัดอัตราการคายน้ำให้ทำสเกลติดข้างหลอดแคปปิลลารี และจับเวลาการไหลของน้ำสีแล้วนำไปคำนวณ

การจัดเตรียมเครื่องมืออาจจัดให้หลอดแคปปิลลารีอยู่ในแนวนอนก็ได้ โดยงอปลายทั้ง 2 ด้านของหลอดแก้ว ปลายที่ต่อกับกิ่งไม้งอขึ้น และปลายที่จุ่มในน้ำสีงอลง

ตัวอย่าง การคำนวณ เมื่อทำการทดลองไปได้ 1 นาที วัดคอลัมน์ของน้ำในหลอดแคปปิลลารีที่เคลื่อนที่ไปทดแทนน้ำที่ถูกปล่อยออกไปทางปากใบของพืชเป็นระยะ 7 เซนติเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดแคปปิลลารี = 0.8 มิลลิเมตร

= 0.08 เซนติเมตร

พื้นที่หน้าตัดของรูภายในหลอด = $\frac{22}{7}\times\left(\frac{0.08}{2}\right)^2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

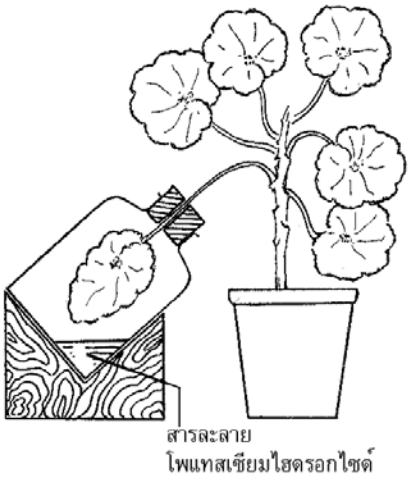
ปริมาตรของน้ำในหลอดแคปปิลลารี = $7\times\frac{22}{7}\times(0.04)^2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

= 0.352 ลูกบาศก์เซนติเมตร

∴ อัตราการคายน้ำของกิ่งไม้ที่ใช้ทดลอง = 0.352 ลูกบาศก์เซนติเมตร/1 นาที

การทดลองกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

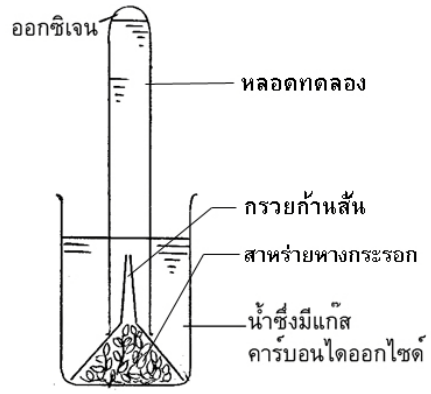
1. การทดลองที่แสดงว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



ภาพที่ 6.35 การทดลองพืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

การทดลองนำใบพืชสีเขียวที่ยังติดกับต้นใส่ในขวดแก้วใสที่มีสารละลายโพแทสเซียม-ไฮดรอกไซด์ (Caustic potash) อยู่ที่ก้นขวด ปิดปากขวดด้วยไม้คอร์ก ในเวลาต่อมา คาร์บอนได-ออกไซด์ในขวดจะถูกดูดจนหมด เมื่อปล่อยให้ใบพืชได้รับแสง 2-3 ชั่วโมง นำใบพืชไปทดสอบแป้งด้วยสารละลายไอโอดีน พบว่าไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าพืชไม่สังเคราะห์ด้วยแสงเมื่อไม่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จึงไม่มีแป้งเกิดขึ้น

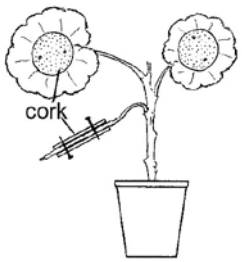
2. การทดลองเพื่อแสดงว่าพืชสังเคราะห์ด้วยแสงได้แก๊สออกซิเจน



ภาพที่ 6.36 การทดลองการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ได้แก๊สออกซิเจน

การทดลอง ใส่น้ำซึ่งมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบีกเกอร์ ใช้พืชน้ำสีเขียว เช่น สาหร่ายหางกระรอก ใส่กรวยก้านสั้น คว่ำในน้ำในบีกเกอร์ เก็บแก๊สออกซิเจนโดยแทนที่น้ำในหลอดทดลอง นำชุดการทดลองไปให้ได้รับแสง นำแก๊สที่เก็บได้ไปทดสอบแก๊สออกซิเจน โดยจุดไม้ขีดแล้วดับเปลวไฟให้เหลือแต่ถ่านแดง ใส่ลงไป จะเกิดการลุกไหม้เป็นเปลวไฟเกิดขึ้น

3. การทดลองเพื่อแสดงว่าแสงเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

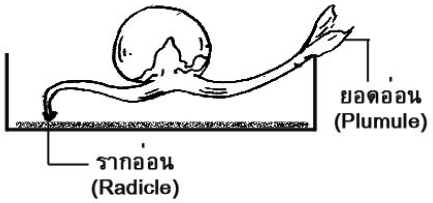


ภาพที่ 6.37 การทดลองแสงจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

การทดลอง ใช้แผ่นไม้คอร์กบาง ๆ หรือกระดาษแข็งสีดำ 2 แผ่น ประกบใบทั้งสองด้าน แล้วนำไปให้ได้รับแสงเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำแผ่นไม้คอร์กหรือกระดาษออกจากใบ นำไปทดสอบแป้งด้วยสารละลายไอโอดีน พบว่าบริเวณใบที่มีไม้คอร์กประกบอยู่จะไม่มีสีน้ำเงิน แสดงว่าพืชไม่สังเคราะห์ด้วยแสงเมื่อไม่ได้รับแสง จึงไม่มีแป้งเกิดขึ้น

การทดลองปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช

1. การเจริญโค้งงอของพืชที่เกิดจากการกระตุ้นของแรงดึงดูดของโลก (Geotropism)

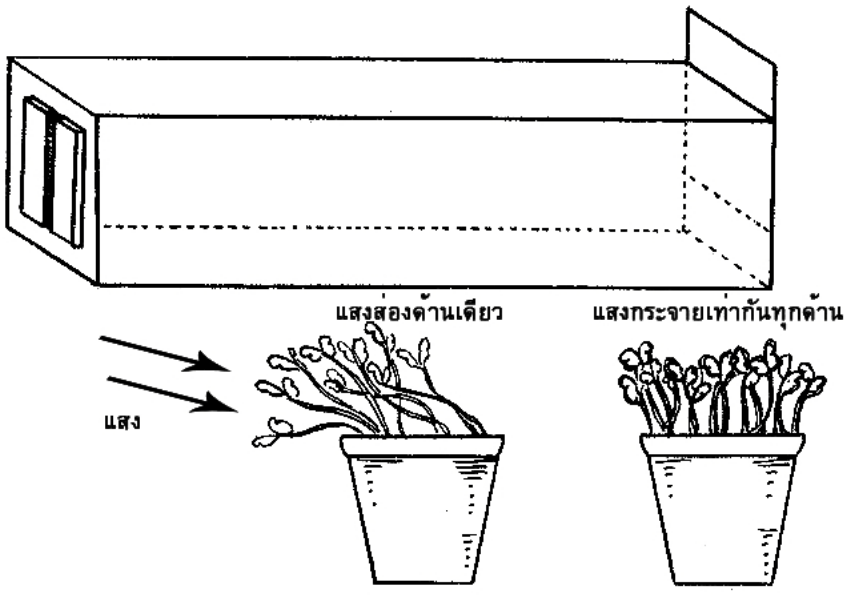


ภาพที่ 6.38 การตอบสนองของพืชต่อแรงดึงดูดของโลก

เมื่อเมล็ดพืชวางอยู่ในแนวตั้ง รากจะเจริญลงด้านล่าง และลำต้นจะเจริญขึ้นไปด้านบน ซึ่งเป็นอิทธิพลของแรงดึงดูดของโลก ในทำนองเดียวกัน ถ้าวางเมล็ดให้อยู่ในแนวนอนในดิน หรือเก็บไว้ในที่มืดที่มีความอบอุ่นเป็นเวลาหลายวัน เมื่อเมล็ดงอกรากจะงอลง ส่วนลำต้นจะงอขึ้นทั้ง ๆ ที่อยู่ในแนวนอน

รากอ่อน (radicle) จะโค้งงอลงข้างล่าง เพราะเข้าหาแรงดึงดูดของโลก (positively geotropic) และลำต้นจะโค้งงอขึ้น เพราะหนีแรงดึงดูดของโลก (negatively geotropic)

2. การเจริญโค้งงอของพืชที่เกี่ยวกับการกระจายของแสงไม่เท่ากัน (Heliotropism or Phototropism)

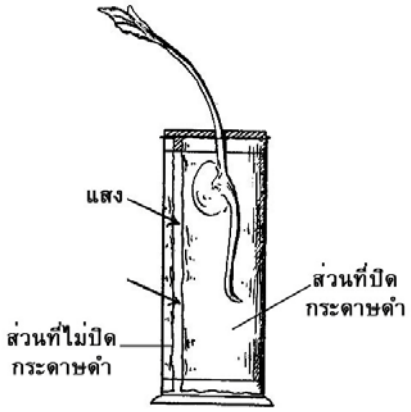


ภาพที่ 6.39 การตอบสนองของพืชต่อแสงสว่าง

การทดลองอิทธิพลของแสงต่อการเจริญของพืช ทำในกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 1x1x2 ฟุต ปลายด้านหนึ่งเป็นฝาเลื่อนได้สำหรับใส่กระถางปลูกพืชทดลองเข้าไปได้ ส่วนปลายที่อยู่ตรงข้ามเป็นบานประตูเลื่อนสำหรับเปิดให้แสงผ่านเข้าไปได้ตามต้องการ ภายในกล่องทาสีดำเพื่อป้องกันแสงสะท้อน

เพาะเมล็ดถั่วในกระถาง 2 กระถาง กระถางหนึ่งใส่ไว้ในกล่องเป็นเวลาหลายวัน อีกกระถางเก็บไว้ในที่มีแสงสว่าง เมื่อเมล็ดถั่วงอก เปรียบเทียบการเจริญของถั่วที่อยู่ในกล่องกับถั่วที่อยู่นอกกล่อง ถั่วที่อยู่นอกกล่องจะมีลำต้นตรงสั้นแต่อ้วนแข็งแรงและมีสีเขียว ในขณะที่ถั่วที่อยู่ในกล่องมีลำต้นโค้งเข้าหาแสง ลำต้นผอมยาว และมีคลอโรฟิลล์น้อย

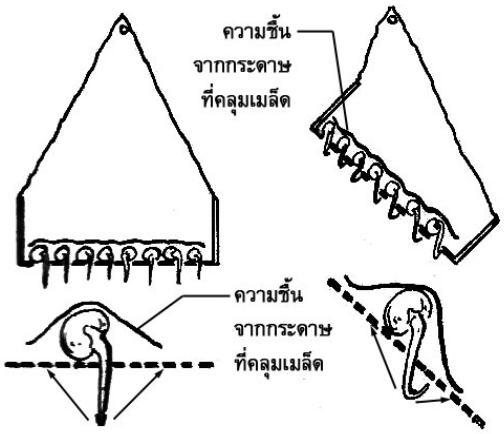
3. การทดลองแสดงผลของแสงต่อการเจริญของราก



ภาพที่ 6.40 การตอบสนองของรากพืชต่อแสงสว่าง

ทดลองโดยปลูกต้นกล้าพืชในแก้วทรงกระบอกโดยปิดด้วยกระดาษสีดำเกือบหมด เหลือเป็นแถบแคบๆ สำหรับให้แสงผ่านได้ นำชุดทดลองวางไว้ให้ได้รับแสง หลังจากนี้ 2-3 วันจะเห็นลำต้นโค้งงอเข้าหาแสง ในขณะที่รากเบนในทิศทางที่ตรงข้ามกับต้น คือ หนีแสง (negatively heliotropic)

4. การทดลองการเจริญโดยโค้งงอของรากในสภาพที่มีการกระจายของความชื้นไม่เท่ากัน (Hydrotropism)



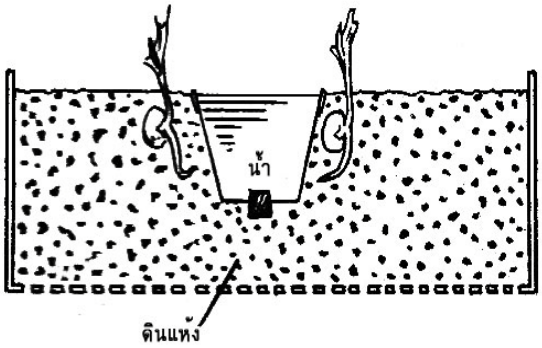
ก. ข.

ภาพที่ 6.41 ทดลองการตอบสนองของรากพืชต่อน้ำ โดยเพาะเมล็ดถั่วในตะแกรงที่แขวนในแนวราบ (ก) กับตะแกรงที่แนวเอียงเป็นมุม 45 องศา (ข)

ทำการทดลองโดยวางเมล็ดถั่วบนตระแกรงลวด แล้วคลุมด้วยกระดาษที่มีความชื้น แขวนตะแกรงในแนวนอน (รูป ก.) ในที่อบอุ่น เมื่อเมล็ดถั่วงอกรากอ่อนจะยื่นตรงลงมา แสดงว่า รากเจริญเข้าหาแรงดึงดูดของโลก (positive geotropism) กรณีนี้รากจะไม่แสดงการตอบสนองความชื้น ทั้งนี้เนื่องมาจากรากได้รับความชื้นจากแหล่งความชื้นที่เท่ากันทุกด้านของราก

ในทำนองเดียวกัน ถ้าแขวนตะแกรง เพาะเมล็ดให้เอียงเป็นมุม 45 องศา (รูป ข.) เมื่อรากงอกออกมา มันจะโค้งงอเข้าหาความชื้น (hydrotropic curvature) โดยรากจะเบนเข้าหา ตะแกรง ที่เป็นเช่นนี้เพราะการกระจายของ ความชื้นไม่เท่ากัน รากจึงงอเข้าหาตะแกรง จนกระทั่งได้รับน้ำซึ่งเป็นตัวกระตุ้นที่จะได้รับทั่วทุกด้าน แทนที่จะเป็นอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก

5. การทดลองสาธิตการเจริญเข้าน้ำของราก (Positive Hydrotropism)



ภาพที่ 6.42 การเจริญเข้าหาน้ำของราก

ทดลองโดยใช้กระบะไม้ที่มีพื้นเป็นรูใส่ดินแห้ง ตรงกลางกระบะใส่กระถางดินเผาที่ใช้ปลูกต้นไม้ ซึ่งน้ำซึมผ่านได้ อุดรูที่ก้นกระถาง ใส่น้ำในกระถาง รอบ ๆ กระถางฝังเมล็ดถั่วจำนวนหนึ่ง ความชื้นมีเพียงน้ำในกระถางเท่านั้น หลังจากนั้นประมาณ 10 วันเมล็ดจะงอก รากอ่อนแทนที่จะงอกลงไปตรง ๆ กลับงอเข้าหาตะแกรง แสดงว่า รากเจริญเข้าหาน้ำ (positively hydrotropic)

อุปกรณ์ทดลองการแบ่งเซลล์

การแบ่งเซลล์ (cell division) เป็นกระบวนการสืบพันธุ์ของเซลล์ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต ในเซลล์ยูคาริโอต (eukaryotic cell) มีกระบวนการแบ่งเซลล์ 2 แบบ คือ

1. ไมโทซิส (mitotic cell division) เป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย ทำให้มีการเพิ่มจำนวนเซลล์ เป็นผลให้ร่างกายเติบโตและซ่อมแซมเซลล์ที่สึกหรอ

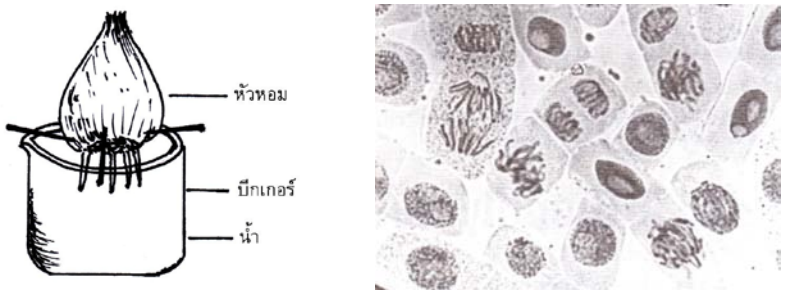
2. ไมโอซิส (meiotic cell division) เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเป็นเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ที่จะทำการแบ่งจะมีการจำลองตัวเองของโครโมโซม 1 ครั้งจะได้ 2 เซลล์ และมีการแบ่ง 2 ครั้ง ทำให้ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม

เพื่อความสะดวกในการศึกษากระบวนการแบ่งเซลล์ จึงแบ่งขั้นตอนของการแบ่งเป็น 4 ระยะ ตามพฤติกรรมของโครโมโซม ได้แก่ ระยะโพรเฟส (Prophase) ระยะเมทาเฟส (Metaphase) ระยะแอนาเฟส (Anaphase) และระยะทีโลเฟส (Telophase)

ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถจัดปฏิบัติการสำหรับการศึกษากระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส จากการนำปลายรากพืชซึ่งเป็นส่วนที่กำลังเจริญเติบโตมีการแบ่งเซลล์ตลอดเวลามาย้อมสี เพื่อศึกษาลักษณะโครโมโซมในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์ นักเรียนสามารถทำปฏิบัติการได้ตั้งแต่การเตรียมรากพืช การเตรียมสไลด์ ตลอดจนการย้อมสี

การเตรียมรากพืช

นำหัวหอมวางบนตะแกรงลวดที่มีรูขนาดพอที่จะวางได้ หรืออาจใช้ไม้จิ้มฟันเสียบเพื่อให้วางบนปากบีกเกอร์ซึ่งใส่น้ำไว้เต็มได้ ทิ้งไว้ 1 วัน เริ่มมีรากงอก



ก. ข.

ภาพที่ 6.43 การเพาะหอมในน้ำ (ก) และการแบ่งไมโทซิสของเซลล์รากหอม (ข)

จากการศึกษาการหาอายุการงอกของรากที่เหมาะสมสำหรับการศึกษากระบวนการแบ่งเซลล์ ของหัทยา กากีวงศ์ และวิไล ชัยสมพร พบว่ารากที่มีอายุการงอก 1 วัน มีจำนวนเซลล์

เฉลี่ยที่แบ่งมากที่สุด และพบระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์ครบทุกระยะในบริเวณใกล้เคียง จึงเหมาะสมสำหรับการศึกษากระบวนการแบ่งเซลล์

การย้อมโครโมโซมโดยวิธี squash technique

ตัดปลายรากหอมตามขวางบริเวณสีขาวขุ่น ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์ วางบนสไลด์ หยด 1 M HCl ลงไป 1 หยด ทิ้งไว้ 2-3 นาที ใช้กระดาษทิชชูซับออก ล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งหยดน้ำกลั่นลงไป 1 หยด ทิ้งไว้ 2-3 นาที ใช้กระดาษทิชชูซับออก จากนั้นหยดสีย้อม 1% Aceto-orcein ลงไป 1 หยด ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ปิดด้วยแผ่นแก้วปิดสไลด์ ใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงไปแถว ๆ บนแผ่นแก้วปิดสไลด์ ให้เซลล์แผ่ออกเป็นแผ่นบาง ถ้าเซลล์แผ่ออกไม่บางพอ ให้เคาะเบา ๆ ด้วยยางลบปลายดินสอ นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. อุปกรณ์นับจุลินทรีย์มีลักษณะอย่างไร ใช้ศึกษาเรื่องอะไรบ้าง บอกวิธีการใช้อุปกรณ์
2. ตู้ถ่ายเชื้อใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องอะไร มีวิธีใช้อย่างไร
3. การสอนเรื่องการหายใจโดยการทดลองต้องเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อะไรบ้าง แต่ละอุปกรณ์มีวิธีการใช้อย่างไร
4. บอกส่วนประกอบพร้อมหน้าที่ของกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบ
5. ข้อปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์มีอะไรบ้าง
6. ถ้าต้องการศึกษาเซลล์เยื่อหอมจะต้องเตรียมสไลด์อย่างไร
7. บอกขั้นตอนการทำสไลด์ถาวรของเนื้อเยื่อพืช
8. บอกวิธีการเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาเซลล์เม็ดเลือดโดยทำ Blood Smear
9. ถ้าต้องการวัดความลึกของแสงในแหล่งน้ำต้องใช้เครื่องมืออะไร และมีวิธีใช้อย่างไร
10. อุปกรณ์การศึกษาความหนาแน่นประชากรคืออะไร มีวิธีการใช้อย่างไร
11. อธิบายการทำตัวอย่างพืชอัดแห้ง
12. อธิบายการใช้เครื่องมือออสโมมิเตอร์
13. อธิบายการวัดอัตราการคายน้ำด้วยโปโตมิเตอร์
14. อธิบายการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าพืชสังเคราะห์ด้วยแสงได้แก๊สออกซิเจน
15. อธิบายวิธีการทำแห้งแมลงตั้งแต่การฆ่า จัดรูปร่าง และการเก็บเพื่อจัดแสดง