

บทที่ 6

การจัดทำสื่อการสอน

การศึกษาความหลากหลายของเฟิร์นและเครือญาติของเฟิร์นตามแนวเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ น้ำตกแจ้ซ้อน – น้ำตกแม่เปี้ยก ณ อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง สามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำ เอกสารประกอบการเรียนและจัดทำทปปฏิบัติการ การสอนวิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายของพืช ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง ความหลากหลายของพืช อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae)

พืชมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากพืชทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตอาหารให้แก่ระบบนิเวศจึงเรียกว่าออโตโทรฟ (autotroph) นอกจากนี้พืชยังมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ อีกหลายประการ เช่น พืชขนาดใหญ่ให้ไม้ซึ่งใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนและสิ่งของเครื่องใช้อื่นๆ พืชสมุนไพรใช้ในการรักษาโรคต่างๆ ได้หลายชนิด ไม้ดอก ไม้ประดับ กล้วยไม้ วานและพวกบอนต่างๆ ปลุกเพื่อความสวยงามและสบายใจแก่ผู้ปลูก พืชเหล่านี้แพร่กระจายไปได้แทบทุกหนทุกแห่ง ทั้งบนบก ในน้ำ บนภูเขาสูง หรือในทะเลทรายพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป ทั้งทางด้านรูปร่าง ขนาดและการดำรงชีวิต (ประสงค์และจิตเกษม, 2551)

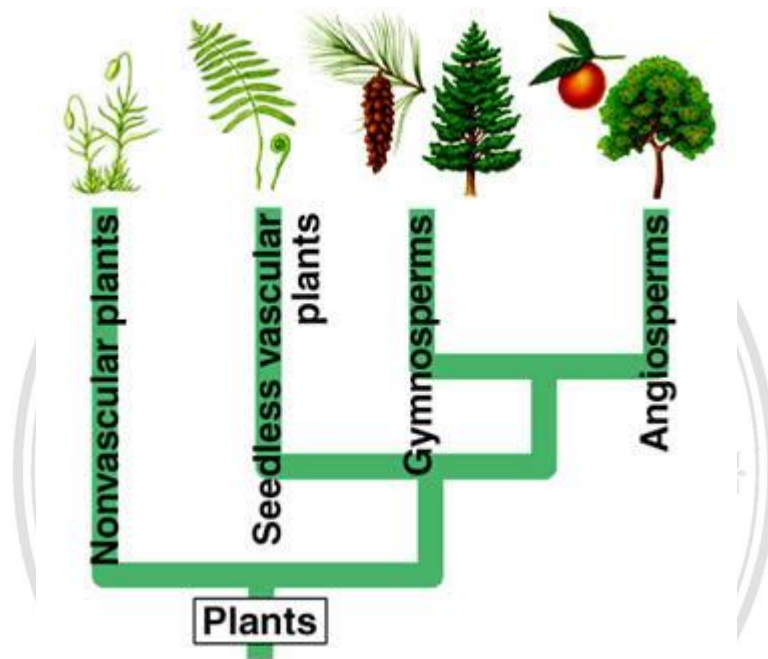
ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรพืช

1. เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เป็นยูคาริโอต (eukaryotic cell)
2. ประกอบไปด้วยเซลล์หลายๆ เซลล์มารวมกันเป็นกันเป็นกลุ่มเซลล์หรือเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) กลุ่มเซลล์เหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง
3. ผนังเซลล์เป็นสารประกอบพวกเซลลูโลส (cellulose) จึงทำให้เซลล์มีลักษณะเป็นกรอบแข็งแรง และมีรูปร่างที่แน่นอน
4. มีคลอโรพลาสต์บรรจุอยู่ในเม็ดคลอโรพลาสต์ (chloroplast) สามารถสร้างอาหารได้เองโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
5. การเจริญต้องผ่านระยะเอมบริโอ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ผสมกันเป็นไซโกตแล้วต่อจากนั้นไซโกต ต้องเจริญเป็นเอมบริโอหรือต้นอ่อนเสียก่อน แล้วจึงเจริญไปเป็นต้นใหม่ (ต้นสปอโรไฟต์)
6. มีวงจรชีวิตแบบสลับ (alternation of generation) การสืบพันธุ์แบบสลับประกอบด้วยการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) สลับกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) ต้นแกมีโทไฟต์ (gametophyte) เป็นต้นที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้างสเปิร์มหรือเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ มาผสมกับไข่หรือเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย ส่วนอีกต้นหนึ่งเรียกว่า

ต้นสปอโรไฟต์(sporophyte) เป็นต้นที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างสปอร์ (ประสงค์ และจิตเกษม, 2551)

ความหลากหลายของพืช

นักพฤกษอนุกรมวิธานได้จัดจำแนกพืชที่พบในปัจจุบัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ พืชที่ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียงและพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียง โดยพิจารณาจากสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการและ กำเนิดของพืช (สุพรรณทิพย์, 2557)



ภาพที่ 6.1 แผนภาพการจำแนกพืช

(ที่มา: <http://dtt.pima.edu/blc/182/lesson6/6step3/6step3page1.htm>)

พืชกลุ่มไม่มีท่อลำเลียง (Nonvascular plant)

วงจรชีวิตแบบสลับระยะ Gametophyte เค้นตลอดชีวิต ส่วนระยะ Sporophyte พอแค่เพียงบางช่วงในวงจรชีวิตเท่านั้นและอาศัยอยู่บน Gametophyte อีกทั้งไม่มีรากแต่มีรากเทียม (Rhizoid) ใช้สำหรับดูดน้ำและเกลือแร่ ยังไม่มีระบบท่อลำเลียงน้ำและอาหาร โดยการลำเลียงต่างๆ จะอาศัยการแพร่และออสโมซิสเท่านั้น ทำให้ลำต้นมีขนาดเล็ก ส่วนที่เรียกว่า Thallus คือ ลำต้นและใบที่ไม่แท้จริง โดยแบ่งได้เป็น 3 ดิวิชัน ดังนี้

ดิวิชันไบรโอไฟตา (Division Bryophyta)

ไบรโอไฟต์(Bryophyte) เป็นพืชที่อยู่ในดิวิชัน ไบรโอไฟตา (Bryophyta) ไม่มีราก ลำต้นใบที่ไม่แท้จริง แต่จะมีโครงสร้างที่คล้ายรากทำหน้าที่ดูดน้ำ และพุงลำต้น เรียกว่า ไรโซอิด (Rhizoid) ประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์ และมีโครงสร้างที่คล้ายลำต้นและใบ พืชกลุ่มนี้จะขึ้นในที่ชุ่มชื้นเนื่องจากเซลล์สืบพันธุ์ต้องอาศัยน้ำในการเคลื่อนที่เพื่อปฏิสนธิ ทุกชนิดมีวงจรชีวิตแบบสลับ

ระยะแกมีโทไฟต์ (Gametophyte) ทำหน้าที่สืบพันธุ์ทั้งอาศัยเพศและไม่ต้องอาศัยเพศ และทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสำหรับการเจริญเติบโต มีอายุยาวนานกว่าระยะสปอโรไฟต์ (Sporophyte) ซึ่งเจริญอยู่บนต้นแกมีโทไฟต์ โดยที่โคนของสปอโรไฟต์ฝังอยู่บนเนื้อเยื่อของแกมีโทไฟต์ได้แก่ พวกมอสเป็นพืชกลุ่มใหญ่และมีความสำคัญมากที่สุดกว่าพืชที่จัดอยู่ในดิวิชันไบรโอไฟตาด้วยกัน ลักษณะทั่วไปของมอสคือ เป็นพืชขนาดเล็กขึ้นเรียงตัวกันแน่นมองดูเป็นแผ่นหรือผืนคล้ายพรม การเรียงตัวมักมีลักษณะในแนวตั้ง มีสีเขียวสดมักขึ้นอยู่ตามที่ชื้น ๆ เช่น แถบภูเขาสูงและบริเวณน้ำตก แต่บางชนิดก็ขึ้นในที่แห้งแล้งได้ มอสเป็นตัวเก็บความชื้นและปกคลุมหน้าดินได้ดีช่วยในการป้องกันการพังทลายของดินนอกจากนี้ยังเป็นตัวทำให้หินเปลี่ยนแปลงเป็นดิน มากยิ่งขึ้น เพราะมอสเจริญได้บนก้อนหินที่มีรอยแตกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อมอสตายซากของมอสก็จะเพิ่ม ความชื้นและเพิ่มสารอาหารให้แก่บริเวณก้อนหินมากยิ่งขึ้น ทำให้พืชชนิดอื่นๆ สามารถเจริญเข้ามาแทนที่ได้ (ประสงค์และจิตเกษม, 2551)



ภาพที่ 6.2 มอส Moss

(ที่มา : <https://blogs.ubc.ca/sumi/2014/06/05/ask-the-moss-about-heavy-metals/>)

ดิวิชันเฮพาโทโฟตา (Division Hepatophyta)

ได้แก่พวกลิเวอร์เวิร์ท (liverwort) พืชกลุ่มนี้มีพื้นฐานเช่นเดียวกับมอส คือไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง ไม่มีลำต้น ใบ ราก ที่แท้จริง เป็นพืชที่มีขนาดเล็กมีทาลัส (Thallus) เป็นแผ่นบาง ๆ สีเขียว ๆ ด้านล่างมีไรโซอยด์ทำหน้าที่ดูดน้ำและยึดเกาะกับหินหรือดินที่เปียกชื้น ต้นที่พบทั่วไปเป็นต้น แกมีโทไฟต์



ภาพที่ 6.3 ลิเวอร์เวิร์ต Liverwort

(ที่มา: http://www.aphotoflora.com/liverwort_marchantia_polymorpha.html)

ดิวิชันแอนโทเซอโรไฟตา(Division Anthocerotophyta)

ได้แก่ พวกฮอร์นเวิร์ต (hornwort) ที่พบบ่อยคือ แอนโทเซอโรส (anthoceros) มีแกมีโทไฟต์เป็นแผ่นๆ ที่บริเวณของมีรอยหยักต้นสปอโรไฟต์ มีลักษณะยาวเรียวเจริญขึ้นจากต้นแกมีโทไฟต์โดยอาศัยอาหาร น้ำ แร่ธาตุต่างๆ จากต้นแกมีโทไฟต์



ภาพที่ 6.4 ฮอว์นเวิร์ต Hornwort

(ที่มา: <http://www.ucmp.berkeley.edu/plants/anthocerotophyta.html>)

พืชกลุ่มมีท่อลำเลียง (Vascular plant)

เป็นพืชกลุ่มที่พบมากที่สุด อาศัยอยู่บนพื้นดินที่ไม่จำเป็นต้องขึ้นและมาก มีระบบท่อลำเลียง (vascular system) ดันจึงสูงได้และมีพัฒนาการเนื้อเยื่อไปเป็นใบที่ทำหน้าที่รับพลังงานแสงมีรากที่สามารถช่วยในการยึดเกาะ และดูดน้ำ แร่ธาตุต่างๆ วงจรชีวิตแบบสลับมี Sporophyte เติบโตและใหญ่กว่า Gametophyte

กลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงแต่ไม่มีเมล็ด (Seedless vascular plant)

เป็นพืชที่มีท่อลำเลียงน้ำ และอาหารที่สมบูรณ์สามารถปรับตัวขึ้นมาอยู่บนบกมีโครงสร้าง ราก ลำต้น ใบ ที่แท้จริง มีวงจรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วย ต้นแกมีโทไฟต์ที่ขนาดเล็ก และ ต้นสปอร์โรไฟต์ที่มีขนาดใหญ่ และมีช่วงชีวิตที่ยาวนานกว่าการผสมพันธุ์ของพืชกลุ่มนี้โดยทั่วไป ไม่ต้องอาศัยน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ดิวิชัน ดังนี้ (สุพรรณทิพย์, 2557)

ดิวิชันไลโคไฟตา (Division Lycophyta)

เป็นพืชที่มีใบ ราก ลำต้นที่แท้จริง แต่ใบมีขนาดเล็กส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีอายุหลายปี (perennial) มีอยู่ประมาณ 200 ชนิด ส่วนใหญ่สูญพันธุ์ไปแล้วที่ยังเหลือและรู้จักกันในปัจจุบันคือ สกุล *Lycopodium* ที่พบเห็นนั้นเป็นระยะสปอโรไฟต์ จัดเป็นพืชล้มลุกมีทั้งชนิด ที่เลื้อยไปตามดิน ชนิดที่ตั้งตรง และชนิดที่เกาะอยู่กับต้นไม้อื่นๆ ใบของไลโคไฟเตียมเป็นใบแท้ เป็นแผ่นสีเขียวขนาดเล็กเรียงตัวคลุมรอบต้น มีรากเป็นรากแบบพิเศษ (adventitious root) โดยงอกออกจากลำต้นส่วนที่อยู่ติดกับดิน เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ขึ้นที่ปลายกิ่ง เรียกว่า สโตรบิลัส (strobilus) ซึ่งประกอบด้วยใบขนาดเล็กที่เรียกว่า สปอร์โรฟิลล์ (sporophyll) เรียงถี่ๆอัดกันแน่นรอบแกนกลางที่โคนของสปอร์โรฟิลล์จะมีอับสปอร์ (sporangium) ยกตัวอย่างเช่น

Lycopodium cernuum (สามร้อยยอด หรือหญ้ารังนก)

Lycopodium squarrosum (สร้อยหางสิงห์)

Lycopodium carinatum (ช้องนางคลี หรือสร้อยนารี)

สกุล *Selaginella* หรือเรียกกันตามภาษาถิ่นว่า ดินตุ๊กแก พ้อคำตีเมีย หญ้าร้องไห้ เพื่อยกทั้งหมดนี้จัดเป็นซีแลกจิเนลลา เหมือนกัน ซีแลกจิเนลลา มีลักษณะคล้าย ๆ กับไลโคไฟเตียม ลำต้นแตกแขนงเป็น 2 แฉก อาจเป็นชนิดที่ตั้งตรงหรือเลื้อยไปตามดิน มีใบขนาดเล็กเรียงเป็น 4 แถว ตามความยาวของลำต้นที่โคนใบมีลิ้นใบ (ligule) ซึ่งมีลักษณะคล้ายใบเกล็ดติดอยู่ในไลโคไฟเตียมไม่มีบริเวณปลายกิ่ง มีสโตรบิลัส ซึ่งมีอับสปอร์ 2 ชนิด คือ เมกะสปอแรนเจียม (megasporangium) มีขนาดใหญ่ทำหน้าที่สร้างเมกะสปอร์ (megaspore) ซึ่งต่อไปจะเจริญไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศเมียสร้างไข่ ส่วนอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าไมโครสปอแรนเจียม (microsporangium) มีขนาดเล็กซึ่งต่อไปจะเจริญไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศผู้สร้างสเปิร์ม



ภาพที่ 6.5 ช้องนางคลี่ *Lycopodium* sp.



ภาพที่ 6.6 *Selaginella involens* (Sw.) Spring

ดิวิชันเทอโรไฟตา (Division Pterophyta)

พืชในดิวิชันนี้เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า เฟิร์น (fern) เฟิร์นเป็นพืชสร้างสปอร์ยังไม่มีเมล็ดและผล ปัจจุบันพบว่ามียู่ประมาณ 170 สกุล 12,000 สปีชีส์ ประมาณ 2 ใน 3 พบในเขตร้อน ท่อลำเลียงของเฟิร์นพบได้ทั้งในราก ลำต้น และใบ แต่ไม่มีแคมเบียม (cambium) จึงไม่มีการเพิ่มขนาดทางด้านข้าง จัดเป็นพืชที่ไม่มีเนื้อไม้

เฟิร์นที่พบทั่ว ๆ ไป เป็นต้นสปอร์โรไฟต์ การดำรงชีวิตของเฟิร์นในสภาพธรรมชาติแตกต่างกันมากเช่น แหนแดง จอกหูหนู ลอยน้ำอยู่ ผักแว่น ผักกูดขึ้นอยู่ในน้ำ ชายผ้าสีดาเกาะอยู่ตามต้นไม้ เป็นเอพิไฟต์ (epiphyte) ใบเฟิร์นเรียกว่า ฟรอนด์ (frond) ซึ่งแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไปมากมาย เช่น ใบของข้าหลวงหลังลายเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่ เฟิร์นก้านดำเป็นใบประกอบ ประทะเลมิใบขนาดใหญ่แต่แหนแดงมีใบขนาดเล็กมาก ใบเฟิร์นทุกชนิดในขณะที่ยังอ่อนอยู่จะมีก้านม้วนเข้าด้านในแบบ ลานนาฬิกาเรียกว่า เซอซิเนตเวอร์เนชัน (circinate vernation) เมื่อใบเฟิร์นเจริญขึ้นและมีอายุมากขึ้น ส่วนที่ม้วนจะค่อย ๆ คลายออกทางด้านหลังของใบเฟิร์นจะมีส่วนที่ทำหน้าที่ในการสร้างสปอร์ เรียกว่าอับสปอร์และอับสปอร์เหล่านี้จะมารวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่า ซอรัส (sorus)

วงจรชีวิตแบบสลับของเฟิร์น

ต้นสปอโรไฟต์ของเฟิร์นจะสร้างสปอร์ภายในอับสปอร์ที่อยู่ทางด้านหลังใบ อับสปอร์ของเฟิร์นมีลักษณะกลมรี ภายในมีการสร้างสปอร์โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสให้สปอร์ที่มีโครโมโซม เมื่อสปอร์แก่อับสปอร์จะแตกออก สปอร์ภายในอับสปอร์ถูกปล่อยออก เมื่อพบสภาพที่เหมาะสมก็จะงอกและเจริญเป็นต้นแกมีโทไฟต์ ซึ่งมีขนาดเล็กเรียกว่า โพรทาลัส (prothallus) ซึ่งมีลักษณะบางๆ รูปร่างคล้ายหัวใจ ที่ด้านล่างตรงรอยเว้าของรูปหัวใจจะมีอวัยวะเพศเมีย (archegonium) อยู่ ส่วนอวัยวะเพศผู้ (antheridium) ก็อยู่ใกล้ๆ กันและบริเวณนี้มีไรโซอยด์ (rhizoid) ซึ่งทำหน้าที่แทนรากอยู่เป็นจำนวนมาก สเปิร์มของเฟิร์นมีแฟลเจลลาจึงสามารถว่ายน้ำและเคลื่อนตัวเข้าผสมกับไข่ในอวัยวะเพศได้เป็นไซโกต ซึ่งมีโครโมโซมเป็น $2n$ ต่อจากนั้นไซโกตจะเจริญเป็นต้นอ่อน ซึ่งมีการสร้างส่วนของฟุต (foot) เจริญเข้าไปในแกมีโทไฟต์เพื่อดูดน้ำและอาหารจากแกมีโทไฟต์ และเมื่อต้นอ่อนนี้เจริญมากขึ้น ก็จะสร้างราก ลำต้น ใบ และเจริญเป็นต้น สปอโรไฟต์ที่สมบูรณ์และเป็นอิสระจากแกมีโทไฟต์ต่อไป

ตัวอย่างเฟิร์น



ภาพที่ 6.7 เฟิร์นก้านดำ *Adiantum philippense* L.

ภาพที่ 6.8 เฟิร์นชายผ้าสีดา *Platycerium wallichii* Hook.



ภาพที่ 6.9 ผักแว่น *Marsilea crenata* C. Presl

ภาพที่ 6.10 ย่านลิเภา *Lygodium flexuosum* (L.) Sw.



ภาพที่ 6.11 กระแตไต่หิน *Drynaria bonii* Christ

ภาพที่ 6.12 ผักกูด *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.

เฟิร์นจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก เพราะเฟิร์นหลายชนิดนำมาปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับให้ความสวยงาม ให้ความสบายใจทั้งผู้ปลูกและผู้พบเห็น เฟิร์นหลายชนิดใช้เป็นอาหารเช่น ยอดอ่อนของกุศกัณฐ์ (*Pteridium aquilinum*) นำมารับประทานเป็นผักหรือดอกเห็ด ใบอ่อนของลิเภาใหญ่ (*Lygodium flexuosum*) กูดลาน (*Nephrolepis falcata*) นำมาต้มหรือแกงรับประทานใบของเกล็ดนาคราช (*Drymoglossum piloseloides*) เมื่อนำมาบดกับขี้บข้มทำยาแก้คัน ผักดินนกงู (*Helminthostachys zeylanica*) ใช้รักษาโรคพยาธิย่นลิเภา นำก้านใบมาต้มน้ำของไข้และเครื่องประดับผักแว่น (*Marsilia crenata*) ใช้รับประทานสด ๆ เป็นผัก แหนแดง (*Azolla pinnata*) มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอยู่ในโพรงใบ ช่วยตรึงไนโตรเจน สาหร่ายชนิดนี้คือ *Anabaena azollae* แหนแดงและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจึงเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่เกษตรกรได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เช่น พวกข้าว จอกหูหนู (*Salvinia cucullata*) เป็นวัชพืชน้ำรบกวนแพร่ระบาดไปทั่วสร้างความเสียหายให้แก่ระบบชลประทาน การเดินเรือ การผลิตกระแสไฟฟ้า การประมง และทำการกำจัดได้ยาก (ประสงค์และจิตเกษม, 2551)

กลุ่มพืชมีเมล็ด(Seed plant)

เป็นกลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีวิวัฒนาการสูงสุด มีการสืบพันธุ์ด้วยเมล็ด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ พืชเมล็ดเปลือย(Gymnosperm) และพืชมีดอก (Angiosperm)

กลุ่มพืชเมล็ดเปลือย (Gymnosperm)

เป็นพืชที่มีท่อลำเลียง ไร้ดอก สืบพันธุ์ด้วยเมล็ดที่ไม่มีเครื่องห่อหุ้ม (Naked seed) คือ ออวูล (Ovule) ไม่มีรังไข่ (Ovary) ห่อหุ้ม มีสเปิร์ม แบบ เฮเทอโรสเปิร์ม สร้างสโตรอบิลัส หรือโคนแยกเพศ โคนเพศผู้สร้างละอองเรณู (Pollen grain) โคนเพศเมียสร้างไข่ภายในออวูล การถ่ายละอองเรณูอาศัยลม การปฏิสนธิเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว ในไซเลม (Xylem) มีเทรคีด (Trachied) ไม่มีเวสเซล (Vessel) ประกอบด้วย 4 ดิวิชัน ดังนี้

ดิวิชันไซแคโดไฟตา (Cycadophyta)

เป็นพืชที่พบแพร่กระจายมากในยุคจูเรสสิก (Jurassic) ปัจจุบันเหลืออยู่ประมาณ 9 สกุล 110 ชนิด พบในเขตร้อนหรือค่อนข้างร้อน และพบทั่วไปในป่าเต็งรัง ในประเทศไทยพบสกุลเดียวคือ *Cycas* มีหลายชนิดได้แก่ ประทะเล (*Acrostichum aureum* L.), ประป่า (*Cycas siamensis* Miq), ประเขา (*Cycas pectinata* Griff.)



ภาพที่ 6.13 *Cycas siamensis* Miq

(ที่มา: http://www.qsbg.org/database/botanic_book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=916)

ดิวิชันกิงโกไฟตา (Ginkgophyta)

พืชในกลุ่มนี้ ปัจจุบันเหลือเพียงชนิดเดียวได้แก่ แปะก๊วย (*Ginkgo biloba*) หรือเรียกว่า Maldenhair tree บางครั้งเรียกว่า Living Fossil พบตั้งแต่ยุค Permian เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศจีน และญี่ปุ่น พบในเขต อบอุ่น ถึงเขตหนาว



ภาพที่ 6.14 แปะก๊วย *Ginkgo biloba*

(ที่มา: <http://www.china-entdecken.com/China-Sehenswuerdigkeiten/Guilin/Guilin-Der%20Gingko.htm>)

ดิวิชันโคนิเฟอโรไฟตา (Coniferophyta)

พืชในดิวิชันนี้เรียกว่า โคนิเฟอร์ (conifer) ส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้น พืชในดิวิชันนี้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดสูงที่สุด และอายุยืนยาวที่สุดคือ *Sequoiadendron giganteum* มีความสูง 350 ฟุต เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 - 35 ฟุต อายุมากกว่า 4,000 ปี พบอยู่ที่มลรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา พืชดิวิชันนี้ที่เรา รู้จักกันดีคือ สนสองใบ (*Pinus merkusii*) และสนสามใบ (*Pinus kesiya*) สนทั้งสองชนิดนี้เรียกกันทั่วไปว่าสนภูเขา หรือสนเกี๊ยะ (ประสงค์และจิตเกษม, 2551)

ต้นสปอโรไฟต์ของสนเป็นต้นที่เด่นและเจริญอยู่ในสิ่งแวดล้อม อวัยวะสืบพันธุ์ของสน เรียกว่า โคน (cone) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดคือ โคนตัวผู้ (male cone) และโคนตัวเมีย (female cone) สนพวกนี้ มีเมล็ดซึ่งไม่มีผนังรังไข่ห่อหุ้มจึงเรียกว่าเมล็ดเปลือย (naked seed)

โคนตัวผู้ประกอบด้วยไมโครสปอโรไฟล์ (microsporophyll) มีลักษณะเป็นสเกลมาเรียงตัว กันรอบแกนและที่ใดไมโครสปอโรไฟล์จะมีไมโครสปอแรนเจียม (microsporangium) 2 อัน ภายในมี เซลล์แม่ของไมโครสปอร์ (microspore mother cell) จำนวนมาก และเซลล์แม่ของไมโครสปอร์เหล่านี้ จะแบ่งตัวแบบไมโอซิสได้เซลล์ที่ต่อไปจะเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นละอองเกสรตัวผู้ (pollen)

โคนตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าโคนตัวผู้ ภายในโคนตัวเมียมีเมกะสปอโรไฟล์ (megaspore) ซึ่งจะมีเซลล์แม่ของเมกะสปอร์ (megaspore mother cell) อยู่และเซลล์แม่ของเมกะสปอร์นี้จะแบ่งตัว แบบไมโอซิสได้เซลล์เมกะสปอร์ 4 เซลล์ ต่อมาจะสลายไป 3 เซลล์ เหลือเพียง 1 เซลล์เท่านั้น เซลล์เมกะสปอร์นี้จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสหลายครั้งได้เซลล์ที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นอาร์คีโกเนียม (archegonium) ซึ่งภายในบรรจุไข่เอาไว้

เมื่อละอองเรณูของโคนตัวผู้ตกลงยังโคนตัวเมีย (pollination) นั้นยังไม่สามารถเกิดการผสม กันได้เนื่องจากการสร้างไข่ยังไม่สมบูรณ์ต้องมีการรออยู่อีกระยะหนึ่งจึงจะเกิดการผสม (fertilization) ได้การผสมเป็นแบบผสมครั้งเดียวซึ่งแตกต่างจากพืชดอกซึ่งมีการผสมซ้อน และเซลล์ที่ได้จากการผสม ก็จะเจริญเป็นต้นอ่อน (embryo) อยู่ภายในเมล็ดที่มีปีก 1 ปี ช่วยในการแพร่กระจาย

พืชในดิวิชันนี้มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจมากเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่มีไม้สน เป็นจำนวนมาก เช่น แคนาดา รัสเซีย จีน ไม้สนใช้ในการทำกระดาษ ไม้อัด เชื้อเพลิง น้ำมันสนในการ ผสมสี ทำน้ำมันที่ทำให้เกิดความเงางาม ประใช้ในการตกแต่งสถานที่

นอกจากนี้ไม้สนเป็นไม้ที่เหมาะสมเป็นอย่างมากในการใช้ปลูกป่า เพราะไม้สนเจริญเติบโตได้ เร็วเป็นพิเศษเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากที่รากของสนนี้มีรา ไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) เจริญอยู่ด้วย รา ชนิดนี้จะสร้างสารย่อยสลายพวกหินฟอสเฟต (phosphate rock) ให้เป็นฟอสเฟตซึ่งสนสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ซึ่งทำให้เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันเราก็ได้สารบางอย่างที่ขับ ออกมาจากรากของสน ซึ่งราก็นำไปใช้ประโยชน์ได้เช่นกัน



ภาพที่ 6.15 สน 2 ใบ

(ที่มา: <https://www.studyblue.com/notes/note/n/gymnosperms/deck/5626145>)

ดิวิชันนีโทไฟตา (Division Gnetophyta)

เป็นพืชเมล็ดเปลือยที่มีเวลเซลในท่อลำเลียงน้ำและมีลักษณะคล้ายพืชดอกมาก คือมีกลีบดอก มีใบเลี้ยง 2 ใบ แต่เมล็ดยังไม่มีการห่อหุ้ม ปัจจุบันพบ 3 สกุล แต่ที่พบในเมืองไทย คือ มะเมื่อย (*Gnetum spp.*) ซึ่งพบได้ตามป่าชื้นเขตร้อน



ภาพที่ 6.16 มะเมื่อย *Gnetum*

(ที่มา: <http://www.inaturalist.org/taxa/325923-Gnetophyta>)

กลุ่มพืชมีดอก (Angiosperm) หรือ ดิวิชันแอนโทไฟตา (Division Anthophyta)

พืชในดิวิชันนี้คือพืชดอก (flower plant) เรียกกันทั่วไปว่า แองจิโอสเปิร์ม (angiosperm) เป็นพืชที่มีวิวัฒนาการสูงสุด มีมากกว่าพืชชนิดอื่นรวมกัน ถึง 3 เท่า คือประมาณ 300 แฟมิลี 12,500 จินัส และ 275,000 สปีชีส์ สามารถปรับเข้ากับทุกสภาวะแวดล้อม จึงสามารถแพร่กระจายปกคลุมพื้นผิวโลกได้เป็นส่วนใหญ่ขนาดก็มีตั้งแต่ขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุดคือ ผำหรือไข่น้ำ ส่วนใหญ่ที่สุดคือ ต้นยูคาลิปตัสในประเทศออสเตรเลียสูงกว่า 300 ฟุต และมีเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 10 ฟุต (ประสงค์และจิตเกษม, 2551) ลำต้นของไม้ดอกจำแนกได้หลายระบบเช่น

จำแนกตามรูปร่างลักษณะของลำต้นแบ่งออกเป็นดังนี้

1. ไม้ยืนต้น (tree) มีลำต้นเดี่ยวๆ สูงขึ้นไปและขนาดใหญ่ลำต้นเป็นไม้เนื้อแข็งสูงเกิน 15 ฟุต
2. ไม้พุ่ม (shrub) ลำต้นมีเนื้อแข็งเช่นเดียวกับไม้ยืนต้น แต่ขนาดเล็กกว่า สูงไม่เกิน 15 ฟุต ลำต้นแตกกิ่งก้านใกล้พื้นดิน
3. ไม้ล้มลุก (herb) ลำต้นไม่มีไม้เนื้อแข็ง มีอายุไม่นานนัก เมื่อออกดอก ผลแล้วมักจะตาย ลำต้นก็จะเน่าเปื่อยไป แต่ไม้ล้มลุกบางชนิดที่มีลำต้นอยู่ใต้ดินนั้น เมื่อส่วนที่อยู่เหนือดินตายส่วนที่อยู่ใต้ดินจะออกส่วนที่อยู่เหนือดินขึ้นมาใหม่ได้อีกในฤดูต่อไป

จำแนกตามอายุของพืช แบ่งได้ดังนี้

1. พืชปีเดียว (annual plant) คือ ไม้ล้มลุกที่มีอายุเพียงฤดูกาลเดียวเมื่อออกดอกให้ผลแล้วก็ตาย
2. พืช 2 ปี (biennial) เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นอ่อน มักเป็นพืชที่มีหัวอยู่ใต้ดิน
3. พืชหลายปี (perennial) คือพืชที่มีอายุอยู่ได้หลายปี

จำแนกตามเนื้อไม้ แบ่งได้ดังนี้

1. ไม้เนื้อแข็ง (woody stem) คือพืชที่มีลำต้นแข็งแรง มีการเจริญเติบโตขึ้นที่สอง (secondary growth)
2. ไม้เนื้ออ่อน (herbaceous stem) คือ พืชที่มีลำต้นสีเขียวและไม่มีการเจริญขึ้นที่สอง

พืชดอกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. พืชใบเลี้ยงคู่ (dicotyledon) ได้แก่พืชดอกที่มีใบเลี้ยง 2 ใบ มีอยู่จำนวนมากที่สุดในปัจจุบัน มีมากกว่า 200,000 ชนิด
2. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) ได้แก่พืชดอกที่มีใบเลี้ยงเพียงใบเดียว ปัจจุบันมีประมาณ 75,000 ชนิด

ลักษณะบางอย่างที่แตกต่างกันของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

1. ใบเลี้ยง (cotyledon) พืชใบเลี้ยงคู่ 2 ชนิด และใบเลี้ยงมักจะมีอาหารสะสมอยู่ด้วยโดยใบเลี้ยงทำหน้าที่ให้อาหารแก่ต้นอ่อนในระยะเริ่มแรก ในพืชตระกูลถั่วเมล็ดแบนมีการงอกที่ใบเลี้ยงโผล่พ้นดินขึ้นมา เรียกว่าเอพิเจียล เจอร์มิเนชัน (epigeal germination)

ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวนั้นใบเลี้ยงเดี่ยวไม่ได้ทำหน้าที่ในการสะสมอาหารแต่เอนโดสเปิร์ม (endosperm) จะทำหน้าที่สะสมอาหารแทน ใบเลี้ยงมักมีหน้าที่ย่อยอาหารที่สะสมอยู่ในเอนโดสเปิร์ม ให้แก่ต้นอ่อนที่เริ่มงอก พืชใบเลี้ยงเดี่ยวพวกธัญพืชจะมีการงอกที่ใบเลี้ยงไม่ได้โผล่บนดินเรียกว่า ไฮพอกีเอิลเจอมีเนชัน (hypogeal germination)

2. ใบ (leaf) ใบพืชมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ตัวใบ (blade) และก้านใบ (petiole) ที่ต่อไปจะมีการจัดเรียงของเส้นใบ เส้นใบขนาดใหญ่ที่อยู่ตรงกลางเรียกว่า เส้นกลางใบ (mid rib) ส่วนเส้นแขนงที่แยกออกมาเรียกว่า เส้นใบ (vein) ใบพืชใบเลี้ยงคู่มีเส้นใบแผ่กระจายและประสานกันเป็นร่างแหหรือตาข่ายเต็มไปหมด เช่น ใบถั่ว มะม่วง มะละกอ ฯลฯ ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใบจะมีการจัดเรียงตัวขนานกันไปตลอด เช่น ใบหญ้า ข้าว ข้าวโพด กล้วย

3. ลำต้น (stem) ลำต้นเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการสร้างใบและชูใบ ลำต้นมีทั้งชนิดที่อยู่บนดิน เช่น ต้นไม้ที่พบทั่ว ๆ ไป และลำต้นที่อยู่ใต้ดิน เช่น เผือก ฝรั่ง ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันคือ ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่มักมองเห็นข้อปล้องไม่ชัดเจนแต่ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักมองเห็นข้อปล้องได้อย่างชัดเจน เช่น ข้าวโพด อ้อย ฝั



ภาพที่ 6.17 ตัวอย่างพืชมีดอก

บทปฏิบัติการที่ 1 : การศึกษาชนิดของพืชกลุ่มไม่มีท่อลำเลียง (Nonvascular plant)

วัตถุประสงค์

1. สามารถจำแนกพืชที่อยู่กลุ่มไม่มีท่อลำเลียงในแต่ละดิวิชันได้
2. บอกส่วนประกอบของพืชที่อยู่กลุ่มไม่มีท่อลำเลียงในแต่ละดิวิชันได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างของพืชกลุ่มไม่มีท่อลำเลียง
2. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอและแบบเลนส์ประกอบ
3. แผ่นภาพตัวอย่างพืชชนิดต่าง ๆ

วิธีการ : ศึกษาตัวอย่างของมอส ลิเวอร์เวิร์ต และฮอร์นเวิร์ตในห้องปฏิบัติการและวาดรูปแสดง

ลักษณะของพืชพร้อมทั้งอธิบายและชี้ส่วนประกอบของพืช

ตารางบันทึกผลการศึกษาชนิดของพืชกลุ่มไม่มีท่อลำเลียง (Nonvascular plant)

รูปร่างลักษณะของพืช	คำอธิบายประกอบรูปภาพ
 ชื่อ มอส Moss Division Bryophyta	- มอส เป็นพืชที่มีขนาดเล็กขึ้นเรียงตัวกันแน่นคล้ายพรมเขียว ชอบขึ้นในที่ชื้นแฉะ - เป็นพืชที่ยังไม่มีราก ลำต้น ใบที่แท้จริงไม่มีท่อลำเลียง - มีวงจรชีวิตแบบสลับโดยมีระยะแกมีโทไฟต์สลับกับระยะสปอร์โรไฟต์
ชื่อ..... Division.....	
ชื่อ..... Division.....	

บทปฏิบัติการที่ 2 : การศึกษาชนิดของพืชกลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงแต่ไม่มีเมล็ด

(Seedless vascular plant)

วัตถุประสงค์

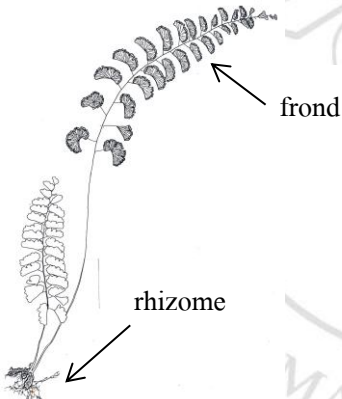
1. สามารถอธิบายลักษณะของพืชกลุ่มที่มีท่อลำเลียงแต่ไม่มีเมล็ดได้
2. สามารถจำแนกพืชกลุ่มที่มีท่อลำเลียงแต่ไม่มีเมล็ดได้
3. บอกส่วนประกอบที่สำคัญของพืชกลุ่มที่มีท่อลำเลียงแต่ไม่มีเมล็ดได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างของพืชที่มีท่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด
2. แผ่นภาพตัวอย่างพืชที่มีท่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด

วิธีการ : ศึกษาตัวอย่างของพืชที่มีท่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด ที่เตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการและวาดรูปแสดงลักษณะของพืชพร้อมทั้งอธิบายและชี้ส่วนประกอบของพืช

ตารางแสดงผลการศึกษา : พืชที่มีท่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ดในห้องปฏิบัติการ

 ชื่อ เฟิร์นก้านดำ <i>Adiantum philippense</i> L. Division Pterophyta	ชื่อ..... Division.....
ชื่อ..... Division.....	ชื่อ..... Division.....

บทปฏิบัติการที่ 3 : ศึกษาชนิดของพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีเมล็ด (Seed plant)

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายลักษณะของพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีเมล็ด
2. สามารถจำแนกพืชกลุ่มที่มีท่อลำเลียงมีเมล็ดได้

วิธีการ: ศึกษาตัวอย่างพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีเมล็ดเตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการและวาดรูปแสดงลักษณะของพืชพร้อมทั้งอธิบายและชี้ส่วนประกอบของพืช

ตารางแสดงผลการศึกษา : พืชมีท่อลำเลียงที่มีเมล็ดในห้องปฏิบัติการ

 ชื่อ สน 2 ใบ Division Coniferophyta	ชื่อ..... Division.....
ชื่อ..... Division.....	ชื่อ..... Division.....
ชื่อ..... Division.....	ชื่อ..... Division.....

บทปฏิบัติการที่ 4 : ศึกษาแตกต่างกันระหว่างพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
วัตถุประสงค์

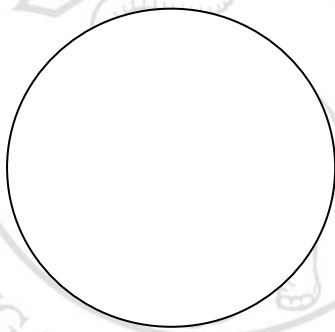
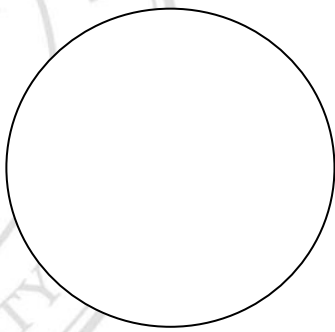
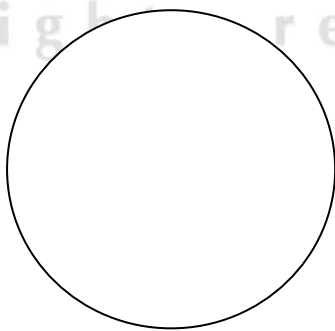
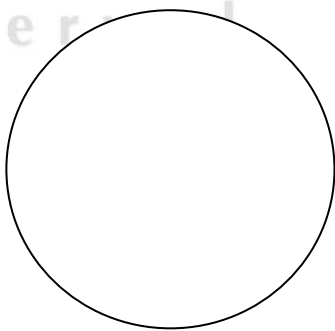
- อธิบายความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ได้

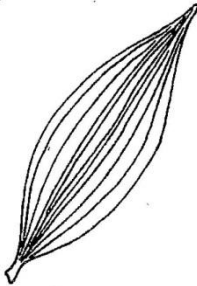
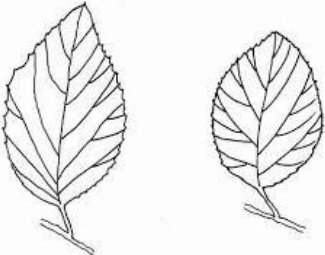
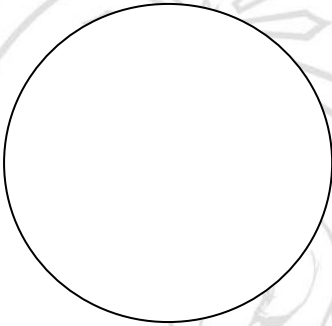
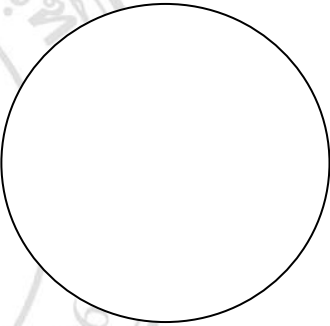
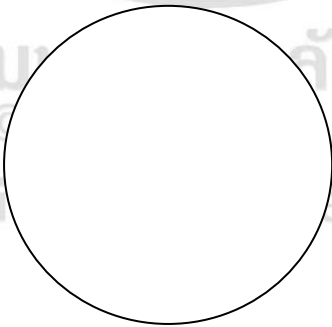
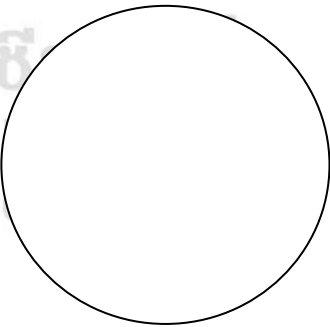
วัสดุและอุปกรณ์

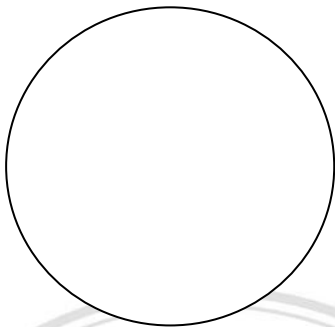
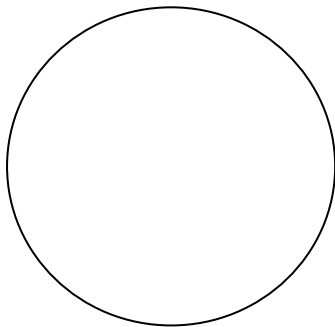
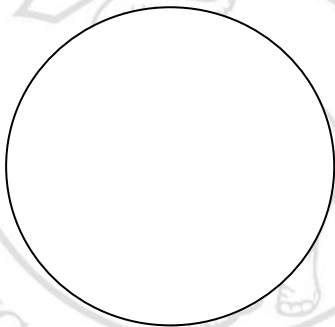
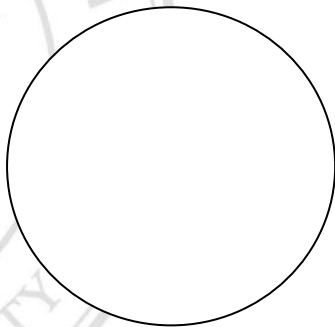
- ตัวอย่างของพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- กล้องจุลทรรศน์
- สไลด์ถาวร แผ่นภาพตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

วิธีการ : ศึกษาตัวอย่าง พืชที่เตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการแล้ววาดรูปลงในตาราง

ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ลักษณะ	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	พืชใบเลี้ยงคู่
1. ระบบราก		
2. ข้อและปล้องบนลำต้น		

ลักษณะ	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	พืชใบเลี้ยงคู่
3. การเรียงตัวของเส้นใบ	 เรียงตัวขนาน	 แตกแขนงเป็นร่างแห
4. การจัดเรียงกลุ่มเนื้อเยื่อ ลำเลียง (vascular bundle) ภายในลำต้น	 	
5. เปลือกไม้	 	

ลักษณะ	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	พืชใบเลี้ยงคู่
6. จำนวนกลีบดอก		
7. จำนวนใบเลี้ยง		
8. ตัวอย่างชนิดของพืช	1..... 2..... 3.....	1..... 2..... 3.....

บทปฏิบัติการที่ 5 เปรียบเทียบพืช Gymnosperm และ Angiosperm

วัตถุประสงค์

1. อธิบายความแตกต่างระหว่างพืชจิมโนสเปิร์มและพืชดอกได้

วิธีการ: เปรียบเทียบพืช Gymnosperm และ Angiosperm จากหัวข้อที่กำหนดให้และบันทึกผล

ลงในตาราง

ตาราง : เปรียบเทียบลักษณะที่ต่างกันระหว่างพืช Gymnosperm และ Angiosperm

ลักษณะ	Gymnosperm	Angiosperm
1. โครงสร้างที่ใช้สืบพันธุ์		
2. เซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ (xylem)		
3. การปฏิสนธิ		
4. เมล็ด		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิจัยเชิงสำรวจครั้งนี้ดำเนินการแจกแบบสอบถามให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 70 ชุดซึ่งสอบถาม 2 ส่วนคือข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน และข้อมูลความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอน เรื่อง ความหลากหลายของพืชได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน

1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับอายุ

การสอบถามเรื่องสาขาที่เรียนพบว่านักเรียนที่ตอบแบบประเมินครั้งนี้มีอายุ 15 ปี จำนวน 29 คน (41.43%) อายุ 16 ปี จำนวน 35 คน (50.00 %) และมีอายุ 17 ปี จำนวน 6 คน (8.57%) ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 จำนวนร้อยละของอายุนักเรียน

อายุ(ปี)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
15	29	41.43
16	35	50.00
17	6	8.57
รวม	70	100

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียน

จากการสอบถามเรื่องผลการศึกษาของนักเรียนพบว่าส่วนใหญ่เกรดเฉลี่ยอยู่ในช่วงมากกว่า 3.00 มีจำนวน 39 คน รองลงมาคือเกรดเฉลี่ย 2.50 - 2.99 มีจำนวน 15 คน 2.00 - 2.49 มีจำนวน 12 คน และน้อยกว่า 2.00 มีจำนวน 4 คนดังแสดงในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 จำนวนร้อยละของผลการเรียนของนักเรียน

เกรดเฉลี่ย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 2.00	4	5.71
2.00 - 2.49	12	17.14
2.50 - 2.99	15	21.42
มากกว่า 3.00	39	55.71
รวม	70	100

2. การประเมินประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอน

การประเมินประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอนจำแนกออกเป็น 2 ด้านคือด้านเนื้อหาและด้านการส่งเสริมการเรียนรู้โดยด้านเนื้อหาสอบถามทั้งสิ้น 8 ประเด็นส่วนด้านการส่งเสริมการเรียนรู้สอบถาม 3 ประเด็นจากการศึกษาพบผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 6.3 การประเมินประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอน

ประเด็นที่ประเมิน	ร้อยละระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์รายวิชา	17.14	68.57	14.29	-	-
1.2 โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน	25.71	64.29	10.00	-	-
1.3 ความทันสมัยและการอ้างอิงเอกสาร	31.42	54.29	14.29	-	-
1.4 การเรียงลำดับเนื้อหาเข้าใจง่าย	20.00	77.14	2.86	-	-
1.5 การใช้ภาษาเหมาะสมกับผู้เรียน	37.14	50.00	12.86	-	-
1.6 มีภาพประกอบช่วยให้สื่อความหมายได้ชัดเจน	28.57	51.43	20.00	-	-
1.7 รูปแบบในการเขียนน่าสนใจ	35.71	52.86	11.43	-	-
1.8 สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	25.71	68.57	4.00	-	-
2. ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้					
2.1 กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	22.86	74.28	2.86	-	-
2.2 ส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์	21.42	64.29	14.29	-	-
2.3 ส่งเสริมให้มีคุณธรรมจริยธรรม	32.86	55.71	11.43	-	-

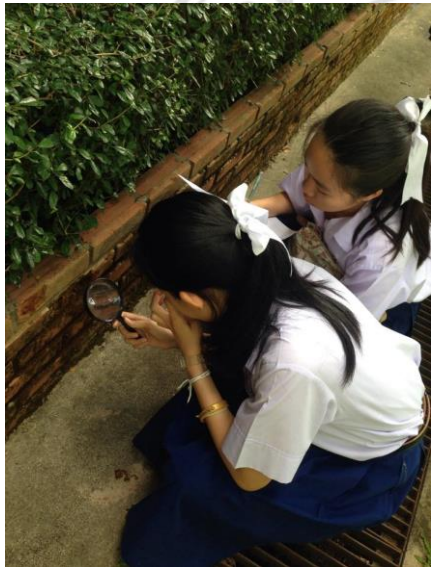
จากตารางที่ 6.3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้คะแนนการประเมินประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอนอยู่ในเกณฑ์ที่มีความพึงพอใจมากโดยในด้านเนื้อหาให้นักเรียนให้พึงพอใจมากที่สุดในเรื่องของการเรียงลำดับเนื้อหาเข้าใจง่าย รองลงมาได้แก่ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์รายวิชา และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่วนด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ผู้ประเมินส่วนใหญ่ให้อยู่ในเกณฑ์ที่มีความพึงพอใจมาก โดยให้ความพึงพอใจมากในเรื่องของการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ รองลงมาได้แก่การส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์ให้กับนักเรียน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 6.18 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายของพืช



ภาพที่ 6.19 นักเรียนกำลังศึกษาความหลากหลายของพืชภายในโรงเรียน