



หนังสือเรียน

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๕ เล่ม ๓

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่ ๔

ISBN 978-616-576-353-0

จำนวน ๑๔๐,๐๐๐ เล่ม พ.ศ. ๒๕๖๖

จัดจำหน่ายโดย

องค์การค้าของ สกสค. พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

❖ มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เล่ม ๓ ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้พิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๗

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนุ วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ การประเมินผล การจัดทำหนังสือเรียน แบบฝึกหัด และสื่อการเรียนรู้ทุกประเภทที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เล่ม ๓ นี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดทำขึ้นตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาพิจารณาเทียบเคียงกับหลักสูตรสถานศึกษา และพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของตนได้ตามความเหมาะสม

กระทรวงศึกษาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนุ วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไปโรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เล่ม ๓ นี้ มีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ครอบคลุมเนื้อหาบางส่วนที่ปรากฏตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยเมื่อผู้เรียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๑ - เล่ม ๖ ครบทุกชั้นปีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ แล้วจะสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถต่อยอดเนื้อหาจากรายวิชาพื้นฐานไปสู่เนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติมได้โดยไม่ต้องเสียเวลาเรียนซ้ำซ้อน ทั้งนี้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๓ นี้ มีเนื้อหาที่จำเป็นต้องเรียนประกอบด้วยเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสงการควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์หรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ โดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ รวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้นและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง มีแบบตรวจสอบความรู้ความเข้าใจก่อนเรียน มีแบบฝึกหัดเพื่อให้ตรวจทานความรู้หลังจากที่เรียนไปแล้ว รวมทั้งสรุปความรู้ในแต่ละบทด้วย ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณะอาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการจากสถาบันและสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๓ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเรียนเล่มนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง

สสวท.

(รองศาสตราจารย์ธีระเดช เกียรติสุขสกุล)
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

หนังสือเรียนเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ในการศึกษาเนื้อหาที่สำคัญ และเกิดทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้องกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ รวมทั้งยังมีสื่อ AR ที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บไซต์รายการสื่อได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนใช้หนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน มีดังนี้

1	คำถามสำคัญ	2	จุดประสงค์การเรียนรู้
	คำถามประจำบทที่ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งผู้เรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว		เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งผู้เรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ
3	ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน	4	ชวนคิด
	ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งผู้เรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหาในส่วนนั้นก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท		คำถามระหว่างเรียนที่เชื่อมโยงหรือต่อยอดความรู้เดิมที่ศึกษาแล้วกับความรู้ใหม่หรือความรู้ในศาสตร์อื่น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องของเนื้อหา
5	ตรวจสอบความเข้าใจ	6	ลองทำดู
	คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง		การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนอกเวลาเรียนได้

7	กิจกรรม	8	ตัวอย่าง
	การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งผู้เรียนควรลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง		การแสดงแนวทางการตอบคำถามหรือการแก้ไขข้อผิดพลาด ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น
9	กิจกรรมเสนอแนะ	10	ความรู้เพิ่มเติม
	การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติในห้องเรียนหรือนอกเวลาเรียนได้		ความรู้ที่เพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยไม่มีการวัดและประเมินผล
11	รู้หรือไม่	12	การเชื่อมโยงความรู้
	ความรู้ที่เชื่อมโยงให้เห็นความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน		เนื้อหาที่แสดงความเชื่อมโยงของความรู้ในบทเรียนกับความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ความรู้ในชีวิตประจำวัน หรือความรู้ที่ใช้ในอาชีพต่าง ๆ
13	กรณีศึกษา	14	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน
	ตัวอย่างข้อมูลจากการศึกษาหรืองานวิจัยที่สอดคล้องกับความรู้ในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์จากกรณีจริง		การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด
15	แบบฝึกหัดท้ายบท	16	สื่อ AR (Augmented Reality)
	คำถามท้ายบทเรียนสำหรับผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้		สื่อเสริมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี AR ผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน "AR วิทยาลัย ม.ปทุมธานี"

สารบัญ	บทที่ 8 - 12	
บทที่	เนื้อหา	หน้า
8	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	1
	8.1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล	4
	8.2 วิถีจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก	12
	8.3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก	15
	8.4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด	28
การสืบพันธุ์ของพืชดอก	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	33
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8	34
9	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	37
	9.1 เนื้อเยื่อพืช	40
	9.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก	51
	9.3 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น	65
	9.4 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	77
โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	85
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9	87

สารบัญ	บทที่ 8 - 12	
บทที่	เนื้อหา	หน้า
10	10 การลำเลียงของพืช	95
	10.1 การลำเลียงน้ำ	98
	10.2 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ	105
	10.3 การลำเลียงธาตุอาหาร	115
	10.4 การลำเลียงอาหาร	121
	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	126
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10	128
11	11 การสังเคราะห์ด้วยแสง	133
	11.1 การศึกษาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	136
	11.2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	140
	11.3 โฟโตเรสไพเรชัน	155
	11.4 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	157
	11.5 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง	162
	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	175
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 11	177

สารบัญ	บทที่ 8 - 12	
บทที่	เนื้อหา	หน้า
12	12 การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช	183
	12.1 ฮอรโมนพืช	186
	12.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด	199
	12.3 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว	205
	12.4 การตอบสนองต่อภาวะเครียด	213
การควบคุม การเจริญเติบโตและ การตอบสนอง ของพืช	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	219
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 12	221
ภาคผนวก	ภาคผนวก	226
	คำศัพท์	231
ภาคผนวก	บรรณานุกรม	242
	ที่มาของข้อมูลวิจัย	244
	ที่มาของรูป	244
	คณะกรรมการจัดทำหนังสือเรียน	247

บทที่

8

| การสืบพันธุ์ของพืชดอก



ipst.me/8861



บัวหลวงเป็นพืชที่มีประโยชน์หลายด้าน นอกจากจะใช้ประโยชน์จากลำต้น ใบ และดอกแล้ว ยังใช้ประโยชน์จากฝัก เมล็ด และติ้วได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามคำที่ใช้เรียกโดยทั่วไปอาจจะไม่ใช่ชื่อโครงสร้างที่แท้จริงตามหลักพฤกษศาสตร์ เช่น ส่วนที่เรียกว่ารากบัวและนำมารับประทานนั้นเป็นส่วนลำต้นใต้ดินที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร ส่วนที่เรียกว่า ฝักบัว เมล็ดบัว และติ้วเป็นโครงสร้างส่วนใดของบัว และเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของบัวหลวงอย่างไร

นอกจากบัวหลวงแล้วยังมีพืชดอกชนิดอื่น ๆ อีกมากมายซึ่งพืชดอกนี้มีความหลากหลายมากที่สุดในกลุ่มพืช ดอกที่มีลักษณะแตกต่างกันนั้นมีกระบวนการสืบพันธุ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และเมื่อพัฒนาไปเป็นผลและเมล็ดแล้ว มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง



คำถามสำคัญ

1. การสืบพันธุ์ของพืชดอกมีความสำคัญต่อพืชและสิ่งมีชีวิตอื่นอย่างไร
2. การสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอกมีกระบวนการอย่างไร



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับจำนวนรังไข่และการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ
2. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
3. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก
4. อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
5. อธิบายการเกิดผลและการเกิดเมล็ดของพืชดอก
6. อธิบายโครงสร้างของผลและเมล็ด
7. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือผิด (×) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน

- ☐ 1. ดอกโดยทั่วไปประกอบด้วยกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย
- ☐ 2. ดอกแต่ละชนิดอาจมีส่วนประกอบต่างๆ แตกต่างกัน
- ☐ 3. พืชดอกสามารถสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้
- ☐ 4. ถ้าเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ต่างดอกหรือต่างต้นกัน จำเป็นต้องมีพาหะช่วยในการถ่ายเรณู
- ☐ 5. ในการถ่ายเรณูแต่ละครั้งจะมีเรณูจำนวนมากตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย
- ☐ 6. การปฏิสนธิในพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่
- ☐ 7. หลังการปฏิสนธิของพืชดอก รังไข่จะพัฒนาไปเป็นผลและออวูลจะพัฒนาไปเป็นเมล็ด
- ☐ 8. ดอกทุกดอกจะพัฒนาไปเป็นผลเสมอ
- ☐ 9. เมล็ดของพืชดอกอาจมีหรือไม่มีผลห่อหุ้ม
- ☐ 10. แหล่งอาหารสำหรับเอ็มบริโอ คือ ใบเลี้ยงและเนื้อของผล

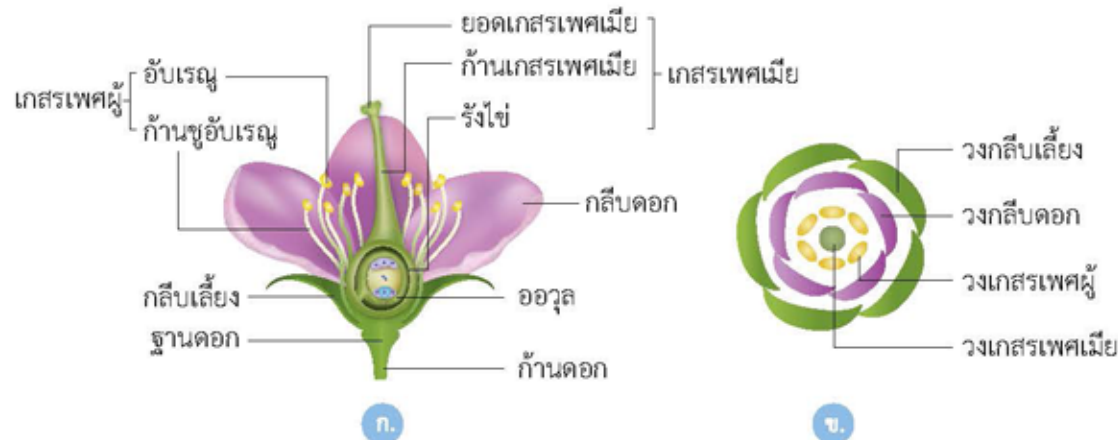
การสืบพันธุ์เป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้พืชสามารถดำรงพันธุ์ไว้ได้ พืชดอก (flowering plant หรือ angiosperm) มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ พืชดอกจะสร้างดอกเพื่อใช้ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ดอกของพืชอาจมีลักษณะ รูปร่าง และโครงสร้างแตกต่างกันไป โครงสร้างของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์มีอะไรบ้าง และในพืชแต่ละชนิดมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

8.1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล

8.1.1 โครงสร้างและประเภทของดอก

ดอกโดยทั่วไปมีส่วนประกอบ 4 ชั้น เรียงเป็นวงที่ฐานดอก (receptacle) ได้แก่ วงกลีบเลี้ยง (calyx) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (sepal) วงกลีบดอก (corolla) ประกอบด้วยกลีบดอก (petal) วงเกสรเพศผู้ (androecium) ประกอบด้วยเกสรเพศผู้ (stamen) และวงเกสรเพศเมีย (gynoecium) ประกอบด้วยเกสรเพศเมีย (pistil) ดังรูป 8.1

เกสรเพศผู้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ อับเรณู (anther) และก้านชูอับเรณู (filament) ส่วนเกสรเพศเมียแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ส่วนล่างสุดที่ติดกับฐานดอกมักมีลักษณะโป่งพองออกมากกว่าส่วนอื่นเรียกว่า รังไข่ (ovary) ต่อจากรังไข่ขึ้นไปคือ ก้านเกสรเพศเมีย (style) และบริเวณปลายสุดคือ ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ภายในรังไข่มีโครงสร้างเป็นก้อนกลมหรือรีขนาดเล็กเรียกว่า ออวูล (ovule) กลีบเลี้ยงและกลีบดอกติดอยู่เป็นวงบนฐานดอกเรียกว่า วงกลีบ



รูป 8.1 โครงสร้างดอก

ก. ดอกตัดตามยาวแสดงส่วนต่างๆ

ข. ดอกตัดตามขวางแสดงการจัดเรียงของชั้น 4 ชั้น



รู้หรือไม่

กลีบเลี้ยงและกลีบดอกของพืชบางชนิดมีลักษณะคล้ายกัน เรียงซ้อนกันเป็นวงเรียกว่า วงกลีบรวม เช่น จำปีและบัวจีน



จำปี

บัวจีน

ดอกที่มีส่วนประกอบครบทั้ง 4 ส่วน เรียกว่า ดอกสมบูรณ์ (complete flower) แต่ถ้าขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปทำให้มีส่วนประกอบไม่ครบทั้ง 4 ส่วนเรียกว่า ดอกไม่สมบูรณ์ (incomplete flower) เช่น โป๊ยเซียน ไม่มีทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอก ส่วนดอกที่มีเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เรียกว่า ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ส่วนดอกไม่สมบูรณ์เพศ (imperfect flower) มีเกสรเพศผู้หรือเกสรเพศเมียเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ดอกที่มีเฉพาะเกสรเพศผู้เรียกว่า ดอกเพศผู้ และดอกที่มีเฉพาะเกสรเพศเมีย เรียกว่า ดอกเพศเมีย ดังรูป 8.2



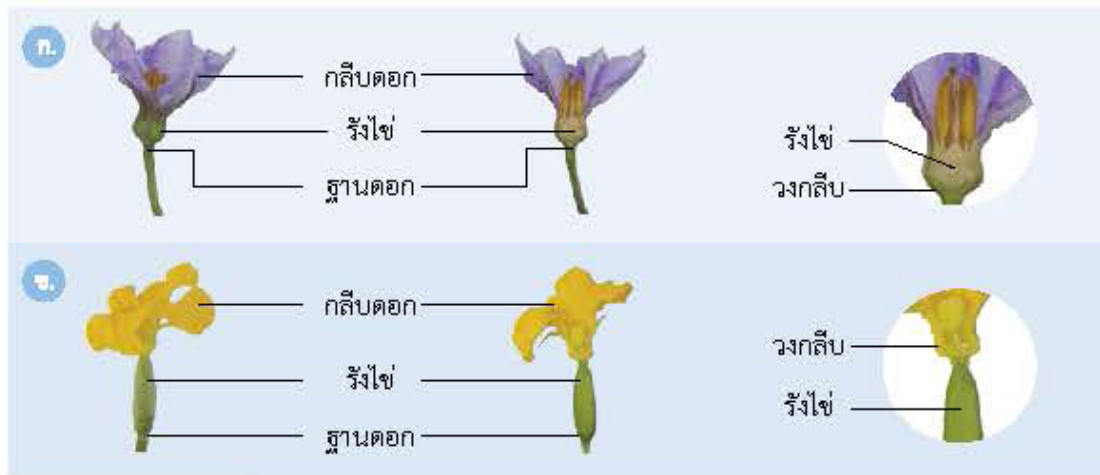
ดอกเพศผู้

ดอกเพศเมีย

รูป 8.2 ดอกไม่สมบูรณ์เพศของปัดดาเวีย

? ดอกสมบูรณ์เพศต้องเป็นดอกสมบูรณ์ด้วยหรือไม่ อย่างไร

การจำแนกประเภทของดอกอาจใช้เกณฑ์อื่นได้อีก เช่น ตำแหน่งของรังไข่เมื่อเทียบกับตำแหน่งวงกลีบ ดอกที่มีรังไข่เหนือวงกลีบ (superior ovary) เช่น มะเขือ ตะขบ จำปี พริก ถั่ว มะละกอ และส้ม ส่วนดอกที่มีรังไข่ใต้วงกลีบ (inferior ovary) เช่น ตำลึง ฟักทอง แดงกวา บวบ ทุเรียน กัลย และพลับพลึง ดังรูป 8.3

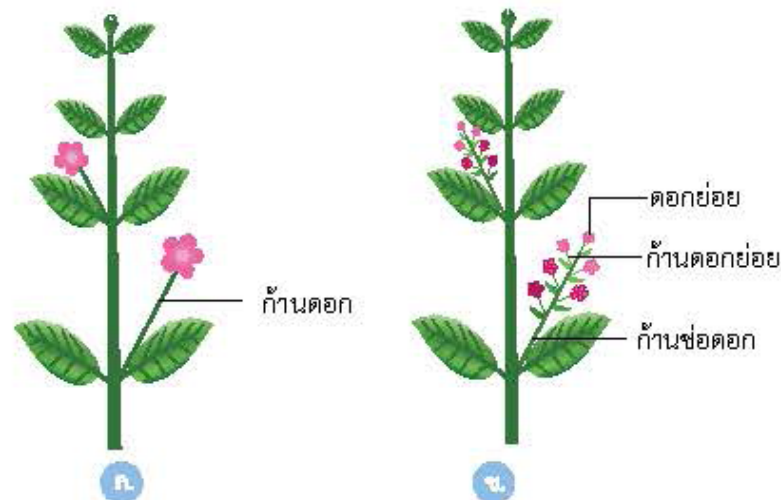


รูป 8.3 โครงสร้างของดอกแบ่งตามตำแหน่งรังไข่

ก. ดอกมะเขือมีรังไข่เหนือวงกลีบ

ข. ดอกแตงกวามีรังไข่ใต้วงกลีบ

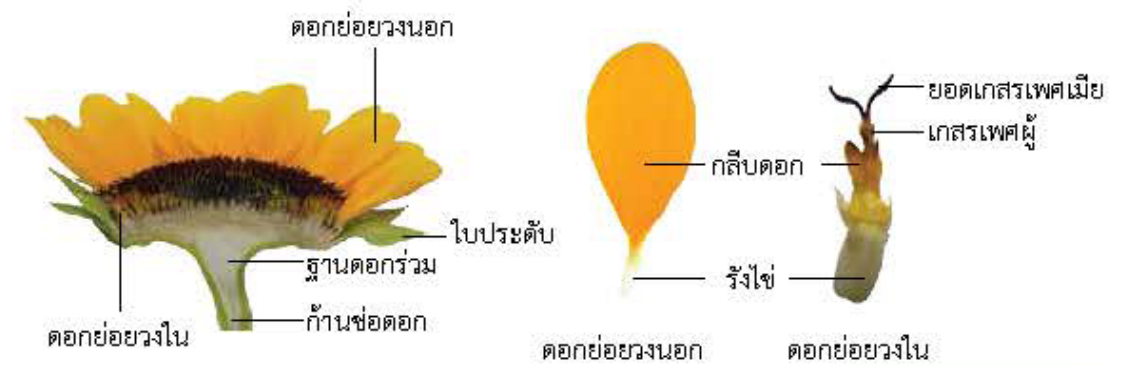
เมื่อพิจารณาจากจำนวนดอกที่อยู่บนก้านดอก สามารถแบ่งดอกได้เป็น 2 ประเภท คือ **ดอกเดี่ยว** (solitary flower) และ **ดอกช่อ** (inflorescences) ดอกเดี่ยวคือ ดอกที่มีดอกเพียง 1 ดอกบนก้านดอก ดังรูป 8.4 ก. เช่น จำปี บัว คุณายตีนส่าย และทิวลิป ส่วนดอกช่อคือ ดอกที่มีดอกย่อยมากกว่า 1 ดอก ติดอยู่บนก้านช่อดอก ดังรูป 8.4 ข. ช่อดอกมีลักษณะที่แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของพืช เช่น กล้วยไม้ เข็ม ฝกากรอง และราชพฤกษ์



รูป 8.4 การจัดเรียงตัวของดอก

ก. ดอกเดี่ยว ข. ดอกช่อ

ดอกของพืชบางชนิดที่เป็นดอกช่อ แต่มักมีความเข้าใจว่าเป็นดอกเดี่ยว เช่น ทานตะวัน ดาวเรือง ดาวกระจาย และบานชื่น เนื่องจากก้านช่อดอกของพืชเหล่านี้จะหดสั้น และขยายแผ่ออกเป็นวง คล้ายจานเรียกว่า **ฐานดอกร่วม** (common receptacle) ดังนั้นส่วนที่เห็นคล้ายเป็นกลีบดอกติดอยู่ที่วงรอบนอกของฐานดอกร่วมคือ ดอกย่อยที่เรียกว่า ดอกย่อยวงนอก ซึ่งมักเป็นดอกเพศเมีย อาจมี 1 ชั้น หรือมากกว่าก็ได้ ถัดเข้ามาจะเห็นดอกย่อยที่มีลักษณะคล้ายหลอดอยู่เบียดกันแน่นเป็นกลุ่มอยู่บริเวณ ตรงกลางของฐานดอกร่วมเรียกว่า ดอกย่อยวงใน ซึ่งเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดังรูป 8.5



รูป 8.5 ทานตะวัน



รู้หรือไม่

พืชบางชนิดมีใบที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่ป้องกันดอกอ่อน เรียกว่า **ใบประดับ** (bract) ซึ่งพบที่ก้านดอกหรือก้านช่อดอก ใบประดับอาจมีสีสดใสสวยงามคล้ายกลีบดอก เช่น เฟื่องฟ้า หรือมีใบประดับขนาดใหญ่รองรับช่อดอกและมีสีส้มต่าง ๆ เช่น หน้าวัว ดอกบางชนิดมีใบประดับขนาดเล็กและหลุดร่วงง่าย เช่น หางนกยูงไทยและแค



เฟื่องฟ้า

หน้าวัว

หางนกยูงไทย

ดอกทำหน้าที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ หลังการปฏิสนธิ ออวูลพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่พัฒนาไปเป็นผล การเจริญเป็นผลชนิดต่างๆ เกี่ยวข้องกับจำนวนรังไข่อย่างไร สามารถศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับดอกและผลชนิดต่างๆ จากการทำกิจกรรม 8.1 ดังต่อไปนี้



กิจกรรม 8.1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล



ipst.me/9188

จุดประสงค์

1. ศึกษาส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างหลัก จำนวนเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย จำนวนรังไข่ และตำแหน่งรังไข่ และจำแนกประเภทของดอกโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ
2. ศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะของดอกและผลชนิดต่างๆ

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างของดอกชนิดต่างๆ ในกลุ่มต่อไปนี้อย่างน้อยกลุ่มละ 1 ชนิด
 - กลุ่มที่ 1 กล้วยไม้สกุลทวย
 - กลุ่มที่ 2 ทางนกงูของไทย ราชพฤกษ์ อินทนิลน้ำ
 - กลุ่มที่ 3 มะเขือ พริก เข็ม
 - กลุ่มที่ 4 บัวหลวง จำปี กระดังงา การเวก น้อยหน่า
 - กลุ่มที่ 5 สับปะรด ยอ
 - กลุ่มที่ 6 พิกทอง ตำลึง บวบ
 - กลุ่มที่ 7 ทานตะวัน บานชื่น ดาวเรือง ดาวกระจาย
 - กลุ่มที่ 8 เฟื่องฟ้า พุทธรักษา ไผ่เขียน
2. ผลชนิดเดียวกับดอกในข้อ 1 เช่น มะเขือ พริก เข็ม บัวหลวง กระดังงา น้อยหน่า สับปะรด ยอ
3. เข็มเย็บ ปากคืบ ใบมีดโกน
4. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอหรือแว่นขยาย

วิธีการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ศึกษาลักษณะดอก 8 กลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณา
 - 1.1 จำนวนดอกบนก้านดอก
 - 1.2 ส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างหลัก
 - 1.3 จำนวนเกสรเพศผู้และจำนวนเกสรเพศเมีย
 - 1.4 จำนวนรังไข่ในแต่ละดอก
 - 1.5 ตำแหน่งรังไข่
2. จำแนกประเภทของดอกโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ
3. บันทึกผลการทำกิจกรรมเป็นตารางและนำเสนอ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จำนวนเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียในดอกแต่ละชนิดมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. จำนวนรังไข่ในแต่ละดอกของพืชต่างชนิดกันมีจำนวนเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ตอนที่ 2

1. ศึกษาลักษณะผลของดอกชนิดเดียวกับที่ได้ศึกษาแล้วจากตอนที่ 1 จัดผลออกเป็นกลุ่มโดยพิจารณาจากลักษณะต่างๆ เช่น จำนวนดอกบนก้านดอก จำนวนรังไข่ใน 1 ดอก จำนวนรังไข่ที่เจริญเป็นผล 1 ผล
2. บันทึกการจัดกลุ่มของผลที่ได้ศึกษาจากข้อ 1 เพื่อเปรียบเทียบดอกและผลชนิดต่างๆ รวมทั้งวาดรูปหรือถ่ายรูปดอกและผลที่ได้ศึกษาเพื่อนำเสนอข้อมูล

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ดอกเดี่ยวที่มี 1 รังไข่และดอกเดี่ยวที่มีหลายรังไข่ จะเจริญไปเป็นผลที่มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

จากกิจกรรม 8.1 จะเห็นว่า ลักษณะของดอกและจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลประเภทต่างๆ

8.1.2 ชนิดของผล

ผลอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามกำเนิดของผล ลักษณะดอก และจำนวนรังไข่ คือ ผลเดี่ยว (simple fruit) ผลกลุ่ม (aggregate fruit) และผลรวม (multiple fruit) ดังนี้

1. ผลเดี่ยว เป็นผลที่เกิดมาจากดอก 1 ดอกที่มีรังไข่ 1 รังไข่ จะเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อก็ได้ ดังรูป 8.6 ผลเดี่ยวจากดอกเดี่ยว เช่น ตะขบ แต่ถ้าเป็นดอกช่อ รังไข่ของดอกย่อยแต่ละดอกเมื่อเจริญเป็นผลจะเจริญแยกจากกัน เช่น กระจับปี่ องุ่น และมะขวิด

ตะขบ



กระจับปี่



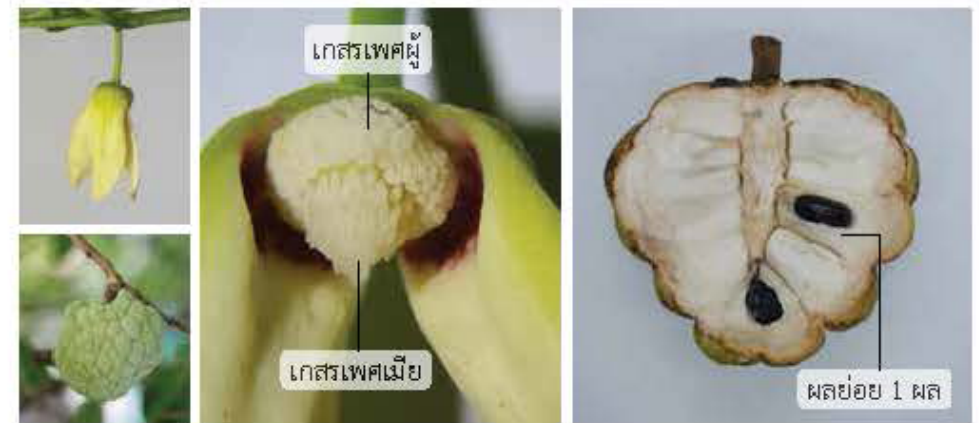
รูป 8.6 ดอกและผลเดี่ยว

2. ผลกลุ่ม เป็นผลที่เกิดมาจากดอก 1 ดอกที่มีรังไข่มากกว่า 1 รังไข่ เมื่อแต่ละรังไข่เจริญเป็นผลย่อย 1 ผล ทำให้แต่ละผลติดอยู่บนฐานดอกเดียวกัน ผลย่อยอาจแยกจากกัน เช่น จำปี จำปา การเวก และกระดังงา หรือผลย่อยอาจเชื่อมติดกันคล้ายผลเดี่ยว เช่น น้อยหน่า บัวหลวง และสตรอเบอรี่ ดังรูป 8.7

จำปา



น้อยหน่า



บัวหลวง



รูป 8.7 ดอกและผลกลุ่ม

3. ผลรวม เป็นผลที่เกิดมาจากดอกช่อ ซึ่งมีดอกย่อยจำนวนมากและอยู่เบียดชิดกันบนแกนช่อดอกเดียวกัน และรังไข่ของดอกย่อยแต่ละดอกจะเจริญเป็นผลย่อยที่อยู่เบียดชิดกันบนแกนช่อดอกจนดูคล้ายเป็นหนึ่งผล เช่น ยอ หม่อน สับปะรด สาเก ขนุน และมะเดื่อ ดังรูป 8.8



รูป 8.8 ช่อดอกและผลรวมของยอ

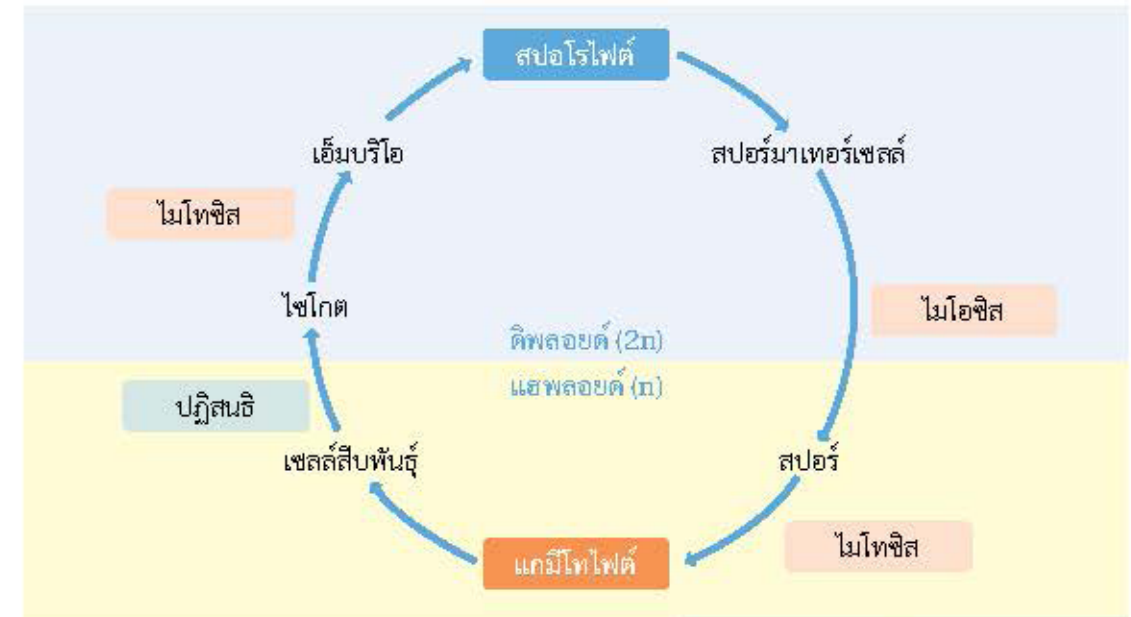


ตรวจสอบความเข้าใจ

? ชนิดของดอกและจำนวนรังไข่ภายในดอกมีความสัมพันธ์กับชนิดของผลอย่างไร

8.2 วงจรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

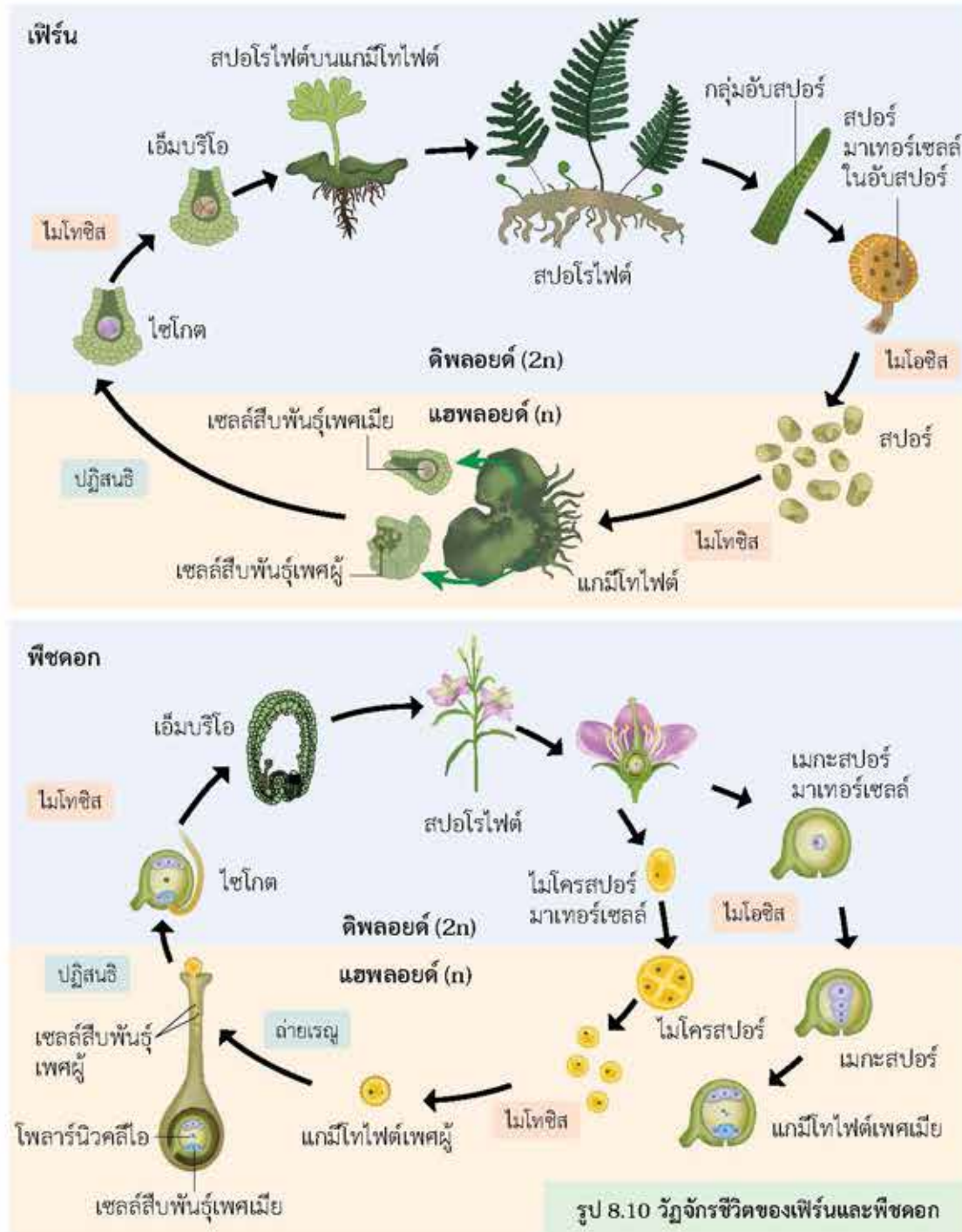
พืชดอกเมื่อเจริญเติบโตและมีดอก ดอกจะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ซึ่งการปฏิสนธิ (fertilization) ของสเปิร์มและเซลล์ไข่จะได้ไซโกต (zygote) และจะพัฒนาต่อไปเป็นเอ็มบริโอ (embryo) ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด เมื่อเมล็ดงอก เอ็มบริโอจะเจริญเติบโตเป็นพืชต้นใหม่แล้วออกดอกเพื่อสืบพันธุ์ต่อไป หมุนเวียนเป็นวงจรชีวิต (life cycle) วงจรชีวิตของพืชเป็นวงจรชีวิตแบบสลับ (alternation of generation) ประกอบด้วย สปอโรไฟต์ (sporophyte) ซึ่งเป็นระยะที่สร้างสปอร์และแกมีโทไฟต์ (gametophyte) ซึ่งเป็นระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ ในช่วงชีวิตของพืชต้นหนึ่งจะมีสองระยะนี้สลับกัน ดังรูป 8.9



รูป 8.9 วงจรชีวิตแบบสลับของพืช

โครงสร้างของสปอโรไฟต์ประกอบขึ้นจากเซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด หรือเซลล์ที่อยู่ในสภาพดิพลอยด์ (diploid; $2n$) หน้าที่ของสปอโรไฟต์คือการสร้างสปอร์ สปอร์ที่พืชสร้างขึ้นมาจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของสปอร์มาเทอร์เซลล์ (spore mother cell) ดังนั้นสปอร์ที่พืชสร้างขึ้นจึงเป็นเซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด หรืออยู่ในสภาพแฮพลอยด์ (haploid; n) จากนั้นสปอร์จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเจริญและพัฒนาเป็นแกมีโทไฟต์ต่อไปและหน้าที่ของแกมีโทไฟต์คือ สร้างเซลล์สืบพันธุ์ ต่อมาจะมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียได้เป็นไซโกต ซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์และเจริญพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ แล้วเอ็มบริโอจึงเจริญเติบโตเป็นสปอโรไฟต์ต่อไป ต้นพืชที่เห็นโดยทั่วไปเป็นสปอโรไฟต์หรือแกมีโทไฟต์

ในพืชมีท่อลำเลียงที่ไร้เมล็ด เช่น เฟิร์น ต้นที่เห็นเป็นสปอโรไฟต์ เมื่อสปอโรไฟต์โตเต็มที่ จะมีโครงสร้างที่สร้างสปอร์ เมื่อมีการกระจายสปอร์ สปอร์จะหลุดจากสปอโรไฟต์และถ้าสปอร์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นเหมาะสม สปอร์จะงอกแล้วเจริญเป็นแกมีโทไฟต์ ซึ่งจะมีโครงสร้างที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ต่อไป ในพืชดอกนั้นต้นที่เห็นเป็นสปอโรไฟต์ มีโครงสร้างที่สร้างสปอร์ แต่สปอร์ไม่ได้หลุดออกจากสปอโรไฟต์ เมื่อสปอร์พัฒนาเป็นแกมีโทไฟต์ แกมีโทไฟต์ของพืชดอกจึงไม่ได้อยู่อย่างอิสระ แต่มีขนาดเล็กและเป็นส่วนที่อยู่ในดอก โดยทั่วไปจึงจะมองไม่เห็นแกมีโทไฟต์ของพืชดอก ซึ่งต่างจากแกมีโทไฟต์ของเฟิร์นที่สามารถมองเห็นได้เป็นแผ่นสีเขียวบาง ๆ ดังรูป 8.10



รูป 8.10 วงจรชีวิตของเฟิร์นและพืชดอก

? การกระจายสปอร์ของเฟิร์นและพืชดอกแตกต่างกันอย่างไร

8.3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก

ส่วนประกอบของดอกแต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกันไป กลีบเลี้ยงโดยทั่วไปมักมีสีเขียว ทำหน้าที่ป้องกันส่วนประกอบอื่นๆ ของดอกที่อยู่ด้านใน กลีบดอกมักมีรูปร่างและสีสันสวยงามหรือมีกลิ่นหอมเพื่อดึงดูดแมลงหรือสัตว์อื่นๆ สำหรับช่วยในการถ่ายเรณู (pollination) ส่วนวงเกสรเพศผู้และวงเกสรเพศเมียเป็นส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรง



รู้หรือไม่

พืชหลายปี (perennial plant) เป็นพืชที่ใช้เวลาหลายปีในการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มงอกกระทั่งตาย ตลอดช่วงชีวิตออกดอกได้หลายครั้ง แต่พืชบางชนิดแม้มีอายุยืนยาวหลายปีแต่ออกดอกได้ครั้งเดียวในชีวิต เช่น ไม้บางชนิดและลาน เมื่อออกดอกและติดผลแล้วก็จะตายไป



ไผ่ป่า

ลาน

8.3.1 การสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ และการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

เกสรเพศผู้สร้างไมโครสปอร์จากไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์ ส่วนเกสรเพศเมียสร้างเมกะสปอร์จากเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ สปอร์จะเจริญและพัฒนาเป็นแกมโทไฟต์อยู่ภายในดอกบนสปอโรไฟต์ ดังรูป 8.11 ซึ่งไมโครสปอร์และเมกะสปอร์อาจสร้างในดอกเดียวกัน เช่น ขบา กุหลาบ และพลับพลึง หรือจากต่างดอกแต่อยู่ในต้นเดียวกัน เช่น ปัตตาเรียและข้าวโพด หรือต่างต้นกันก็ได้ เช่น ตาลและสละ

การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

ภายในอับเรณูของเกสรเพศผู้จะพบช่องลักษณะค่อนข้างกลม โดยทั่วไปพบ 4 ช่องเรียกว่า **โพรงอับเรณู (pollen sac)** ภายในมี **ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์ (microspore mother cell)** อยู่เป็นจำนวนมาก

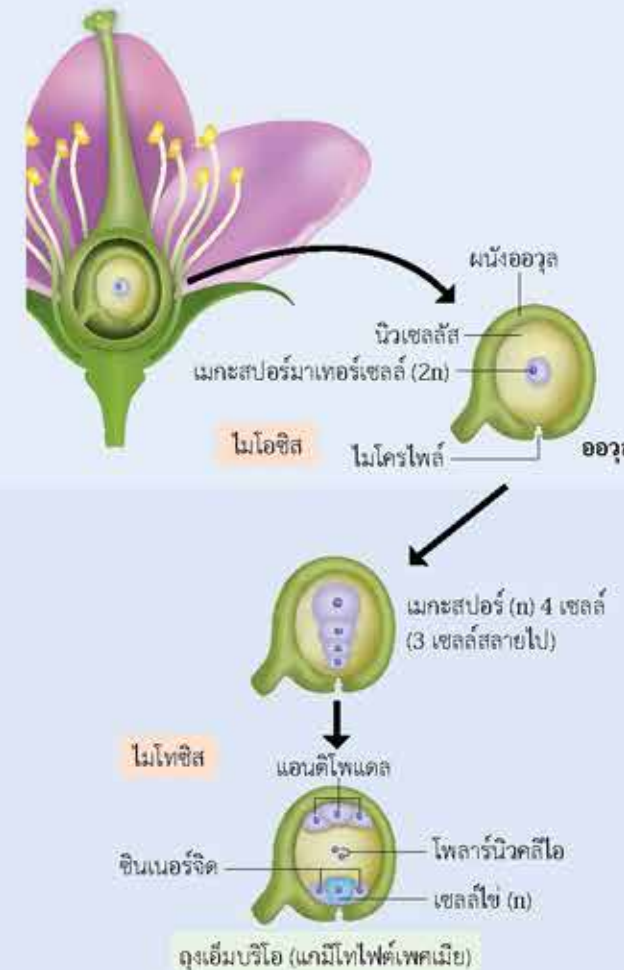


เมื่อเรณูตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจนเนอเรทีฟเซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือสเปิร์มเซลล์ 2 เซลล์ การแบ่งเซลล์เพื่อสร้างสเปิร์มเซลล์นี้มักเกิดขึ้นหลังจากการถ่ายเรณู แต่พืชบางชนิดอาจเกิดขึ้นก่อนการถ่ายเรณูได้



รูป 8.11 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก

การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย



อวุลประกอบด้วย **ผนังอวุล (integument)** ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของอวุลหุ้มเนื้อเยื่อภายในที่เรียกว่า **นิวเคลียส (nucellus)** ซึ่งประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากโดยมีเซลล์ขนาดใหญ่กว่าเซลล์อื่นจำนวน 1 เซลล์เรียกว่า **เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ (megaspore mother cell)** ซึ่งจะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างเมกะสปอร์จำนวน 4 เซลล์ อวุลที่ยังเจริญไม่เต็มที่ผนังอวุลหุ้มไม่รอบจึงเกิดเป็นช่องเปิด เรียกว่า **ไมโครไพล์ (micropyle)**

โดยทั่วไปเมกะสปอร์ 4 เซลล์ ที่เกิดขึ้นภายในอวุลนั้น จะมี 3 เซลล์ที่สลายไปเหลือเพียง 1 เซลล์ที่พัฒนาต่อไปเป็น **แกมีโทไฟต์เพศเมีย (female gametophyte)** โดยแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส 3 ครั้ง ได้ 8 นิวเคลียส แยกกันอยู่ที่ขั้วตรงข้ามกัน ขั้วละ 4 นิวเคลียส โดย 3 นิวเคลียสของขั้วบนจะเคลื่อนไปอยู่ที่ด้านตรงข้ามกับไมโครไพล์และสร้างเยื่อหุ้มล้อมรอบแต่ละนิวเคลียส เรียกกลุ่มเซลล์นี้ว่า **แอนติโพดัล (antipodal)** อีก 3 นิวเคลียสของขั้วล่างจะเคลื่อนไปอยู่ทางด้านไมโครไพล์และเปลี่ยนสภาพเป็นเซลล์เช่นกัน

โดย 1 เซลล์ที่อยู่ด้านไมโครไพล์ทำหน้าที่เป็น **เซลล์ไข่ (egg cell)** หรือเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย ส่วนอีก 2 เซลล์ที่อยู่ด้านข้างของเซลล์ไข่เรียก **ซินเนอร์จิด (synergid)** ส่วนอีก 1 นิวเคลียสที่เหลือของขั้วจะเคลื่อนมาอยู่ตรงกลางเกิดเป็นสภาพนิวเคลียสคู่ (n+n) เรียก 2 นิวเคลียสนี้ว่า **โพลาร์นิวเคลียส (polar nuclei)** ซึ่งมีไซโทพลาซึมเดิมล้อมรอบเกิดเป็นเซลล์ขนาดใหญ่เรียกว่า **เซนทรัลเซลล์ (central cell)** อยู่ตรงกลางของ **ถุงเอ็มบริโอ (embryo sac)** ซึ่งถุงเอ็มบริโอนี้เป็นระยะแกมีโทไฟต์เพศเมียที่เจริญเต็มที่ของพืชดอก

- ? การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์มีผลอย่างไรต่อลักษณะทางพันธุกรรมของพืชในรุ่นต่อไป
- ? ถ้าเริ่มจากไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์ 1 เซลล์และเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ 1 เซลล์ เมื่อมีการสร้างสปอร์และพัฒนาไปเป็นแกมีโทไฟต์ จะได้เรณูและถุงเอ็มบริโอจำนวนเท่ากันหรือไม่อย่างไร

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกต้องมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย แต่เมื่อพิจารณาโครงสร้างดอกที่ตำแหน่งของอับเรณูและตำแหน่งของรังไข่ที่อยู่ห่างกัน หรือในพืชบางชนิดที่เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ต่างดอกหรือต่างต้น พืชดอกมีการบวนการอย่างไรที่ทำให้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้มีโอกาสมาผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียได้

การถ่ายเรณูและการงอกของหลอดเรณู

พืชดอกมีสปอร์ที่เจริญและพัฒนาเป็นแกมีโทไฟต์อยู่ภายในดอก จึงไม่มีการกระจายสปอร์ออกจากต้นสปอร์ไรต์ ถุงเอ็มบริโอที่เป็นแกมีโทไฟต์เพศเมียจึงอยู่ในดอกบนต้นสปอร์ไรต์ เรณูซึ่งเป็นแกมีโทไฟต์เพศผู้จะมีการกระจายออกจากดอกเพื่อประโยชน์ในการผสมพันธุ์ การเคลื่อนย้ายเรณูจากอับเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย เรียกว่า การถ่ายเรณู ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่เกิดขึ้นในพืชดอก

การถ่ายเรณูในธรรมชาติอาจเกิดขึ้นโดยอาศัยลม น้ำ แมลง หรือสัตว์เป็นพาหะถ่ายเรณู (pollinator) ในการนำเรณูจากอับเรณูไปยังยอดเกสรเพศเมีย พืชหลายชนิดอาจไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายเรณู แต่จะอาศัยลักษณะและตำแหน่งของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียภายในดอกที่มีความจำเพาะเหมาะสมกันที่จะเอื้อให้เรณูจากอับเรณูสามารถติดบนยอดเกสรเพศเมียได้

การถ่ายเรณูตามธรรมชาติในพืชเศรษฐกิจบางชนิดจะให้ผลผลิตจำนวนไม่มาก เช่น พุเรียนที่จะติดผลน้อยกว่าร้อยละ 10 โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องของหลายประการ เช่น ดอกพุเรียนมีลักษณะคว่ำลงรวมทั้งระยะห่างระหว่างอับเรณูและยอดเกสรเพศเมีย ทำให้เรณูไม่สามารถตกบนยอดเกสรเพศเมียได้ และดอกพุเรียนบานในเวลากลางคืนซึ่งเป็นช่วงที่มีสัตว์ช่วยถ่ายเรณูน้อย เช่น ค้างคาว และระยะเวลาของการเจริญเต็มที่ของเกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้ไม่พร้อมกัน ส่วนพืชบางชนิด เช่น สลัด เป็นต้นแยกเพศต้องอาศัยแมลงในการถ่ายเรณู ถ้ามีแมลงน้อยหรือมีต้นเพศผู้ต่ำน้อยก็จะทำให้การถ่ายเรณูเกิดได้น้อย ในปัจจุบันมนุษย์จึงมีบทบาทช่วยทำให้เกิดการถ่ายเรณูได้มากขึ้น เช่น การเลี้ยงผึ้งในสวนผลไม้



รู้หรือไม่

มนุษย์ช่วยถ่ายเรณูในพุเรียน โดยจะตัดอับเรณูที่แตกเก็บไว้และนำพุกันมาแตะเรณูป้ายบนยอดเกสรเพศเมียในช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียเจริญเต็มที่ หรือในเวลาที่อับเรณูเจริญเต็มที่ที่จะใช้ไม้วาดขนาดเล็กปิดที่ดอกพุเรียนเพื่อให้เรณูกระจายและตกบนยอดเกสรเพศเมีย

นอกจากนี้การถ่ายเรณูโดยมนุษย์ยังสามารถผสมพันธุ์พุเรียนแบบข้ามสายพันธุ์ได้อีกด้วย เช่น ลูกผสมระหว่างพันธุ์ชะนีและพันธุ์หมอนทอง โดยตัดกลีบดอกและเกสรเพศผู้ของดอกพันธุ์แม่ ออกเหลือเฉพาะเกสรเพศเมียแล้วคลุมด้วยผ้าขาวบาง เมื่อถึงเวลาที่เรณูมีความพร้อมในการผสม จึงนำดอกเพศผู้ของพันธุ์ที่ต้องการผสมมาสัมผัสที่ยอดเกสรเพศเมียของดอกที่ตัดแต่งไว้



ตัดอับเรณูที่แตกเก็บไว้



นำพุกันมาแตะเรณูที่ตัดไว้ไปถ่ายให้เกสรเพศเมีย

- ? การถ่ายเรณูมีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์ของพืชอย่างไร
- ? การถ่ายเรณูในดอกเดียวกันมีผลดีหรือผลเสียต่อพืชอย่างไร
- ? การป้องกันการถ่ายเรณูในดอกเดียวกันมีวิธีการอย่างไร
- ? การป้องกันไม่ให้เรณูจากดอกอื่นมาผสมมีวิธีการอย่างไร

หลังจากเกิดการถ่ายเรณูแล้ว จะมีการงอกของหลอดเรณูและกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เพื่อเข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ต่อไป การงอกของหลอดเรณูหลังจากตกบนยอดเกสรเพศเมียเกิดขึ้นได้อย่างไร



กิจกรรม 8.2 รูปร่างลักษณะของเรณูและการงอกของหลอดเรณู



ipet.mae/9189

จุดประสงค์

เพื่อศึกษารูปร่างลักษณะของเรณูและการงอกของหลอดเรณู

วัสดุและอุปกรณ์

1. ดอกชนิดต่าง ๆ เช่น แพงพวยฝรั่ง พลับพลึง วานกาบหอย ต้อยตึงเทศ ขบา
2. สารละลายน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10%
3. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ
4. เข็มเขี่ย ปากคีบ
5. สไลด์ กระดาษปิดสไลด์

วิธีการทำกิจกรรม

1. นำอับเรณูของแพงพวยฝรั่งวางบนสไลด์ที่มีสารละลายน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10% ใช้ปลายเข็มเขี่ยสะกิดให้อับเรณูแตก หรือใช้วิธีเคาะเบาๆ ให้อับเรณูร่วงลงบนสไลด์ ปิดด้วยกระดาษปิดสไลด์ นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ บันทึกผลโดยการถ่ายรูปหรือวาดรูปแสดงรูปร่างลักษณะของเรณู
2. วางสไลด์ในงานเพาะเชื้อที่มีสำลีชุบน้ำเพื่อให้มีความชื้น และนำสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเรณูทุก 10 นาที เป็นเวลา 30 นาที โดย 5 นาทีแรกให้สังเกตอย่างต่อเนื่อง
3. ระหว่างที่รอผลการศึกษาทุก 10 นาทีของเรณูของแพงพวยฝรั่ง ให้นำเรณูของพืชอีกชนิดมาศึกษาเช่นเดียวกัน

หมายเหตุ : เนื่องจากต้องศึกษา 2 สไลด์สลับกัน เพื่อให้ได้ศึกษาเรณูที่ตำแหน่งเดิมบนแต่ละสไลด์ ควรวางกลมรอบบริเวณที่ศึกษาและเขียนชื่อชนิดของดอกไว้บนสไลด์ด้วย

คำถามท้ายกิจกรรม

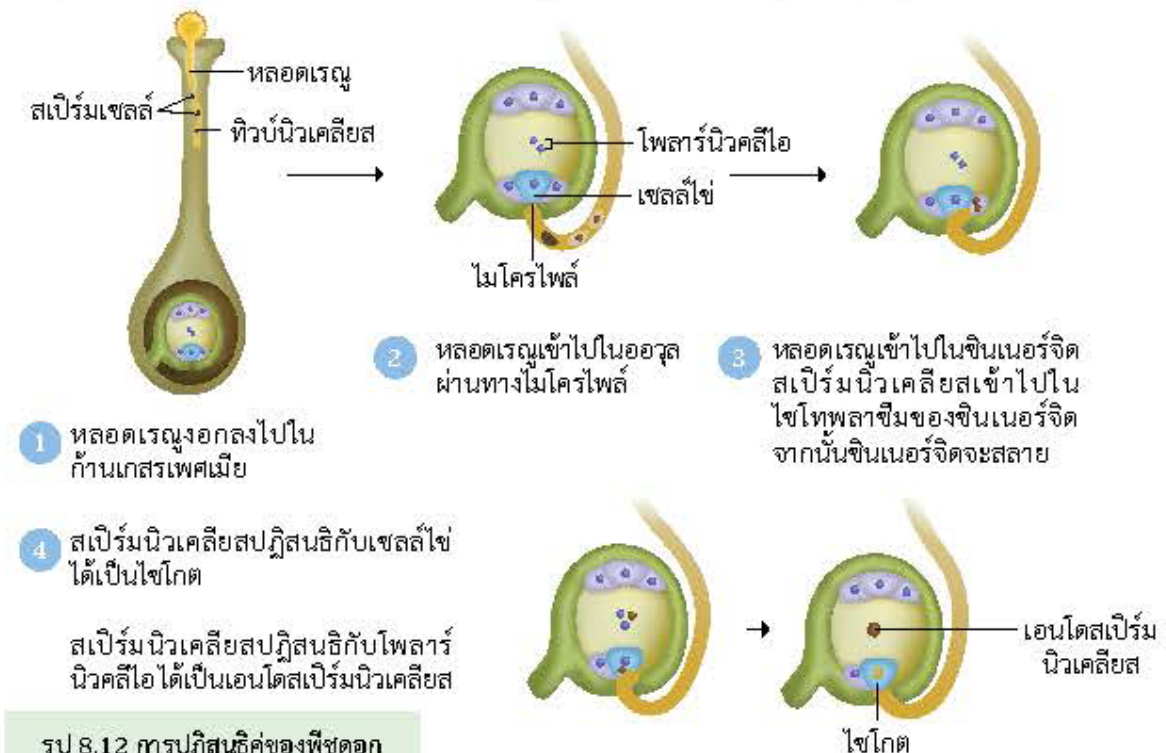
1. รูปร่างลักษณะและจำนวนของเรณูมีความเหมาะสมในการถ่ายเรณูอย่างไร
2. ในการทดลองเห็นการงอกของหลอดเรณูในดอกทุกชนิดหรือไม่ อย่างไร
3. ในบางเรณูที่มีการงอกของหลอดเรณูมากกว่า 1 อัน แต่ละอันจะงอกยาวเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

เรณูของพืชต่างชนิดจะมีความแตกต่างกัน ทั้งด้านรูปร่าง ลักษณะ และจำนวน ซึ่งรูปร่างลักษณะของเรณูจะมีผลต่อรูปแบบการถ่ายเรณู เช่น เรณูบางชนิดมีผิวเป็นหนามหรือหนียวเพื่อให้ติดไปกับแมลงได้ง่าย หรือเมื่อตกบนยอดเกสรเพศเมียแล้วจะไม่ปลิวหลุดไป และบนยอดเกสรเพศเมียจะมีของเหลวที่มีองค์ประกอบเป็นน้ำ น้ำตาล ลิพิด โปรตีนและอื่นๆ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการงอกของเรณูได้

เมื่อมีการถ่ายเรณูเกิดขึ้นแล้ว เรณูจะงอกหลอดเรณูผ่านยอดเกสรเพศเมียแล้วผ่านก้านเกสรเพศเมียลงไปยังรังไข่ เรณูของพืชบางชนิดอาจงอกหลอดเรณูได้หลายอัน แต่จะมีเฉพาะหลอดเรณูที่ทิวบ์นิวเคลียสเคลื่อนเข้าไปเท่านั้นที่จะงอกยาวต่อไปจนถึงออวุล และสเปิร์มเซลล์ทั้งสองเซลล์จะเคลื่อนตามทิวบ์นิวเคลียสภายในหลอดเรณูซึ่งจะผ่านเข้าไปในออวุลทางไมโครไพล์ แล้วปล่อยสเปิร์มนิวเคลียสเข้าไปภายในถุงเอ็มบริโอเพื่อเกิดการปฏิสนธิต่อไป

8.3.2 การปฏิสนธิ

การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ (double fertilization) โดยคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์อีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีโอ ได้เป็นเอนโดสเปิร์มนิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ขั้นตอนการปฏิสนธิคู่ ดังรูป 8.12



รูป 8.12 การปฏิสนธิคู่ของพืชดอก



ตรวจสอบความเข้าใจ

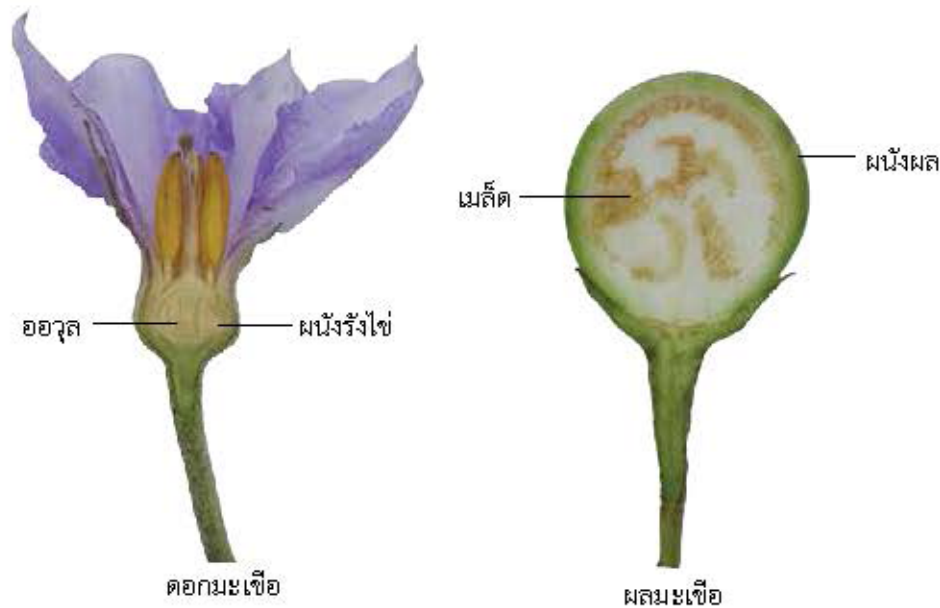
? เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียที่อยู่ในถุงเอ็มบริโอได้อย่างไร

8.3.3 การเกิดผลและเมล็ด

จากการทำกิจกรรม 8.1 พบว่าผลไม้แต่ละชนิดมีรูปร่างลักษณะ ขนาด และเปลือกของผลที่มองเห็นภายนอกแตกต่างกัน และเมื่อผ่าผลไม้แต่ละชนิดจะพบเมล็ดอยู่ข้างในซึ่งเมล็ดก็มีรูปร่างลักษณะ และจำนวนที่แตกต่างกันด้วย ผลและเมล็ดของพืชเกิดขึ้นได้อย่างไร และพืชแต่ละชนิดมีกระบวนการการเกิดผลและเมล็ดที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

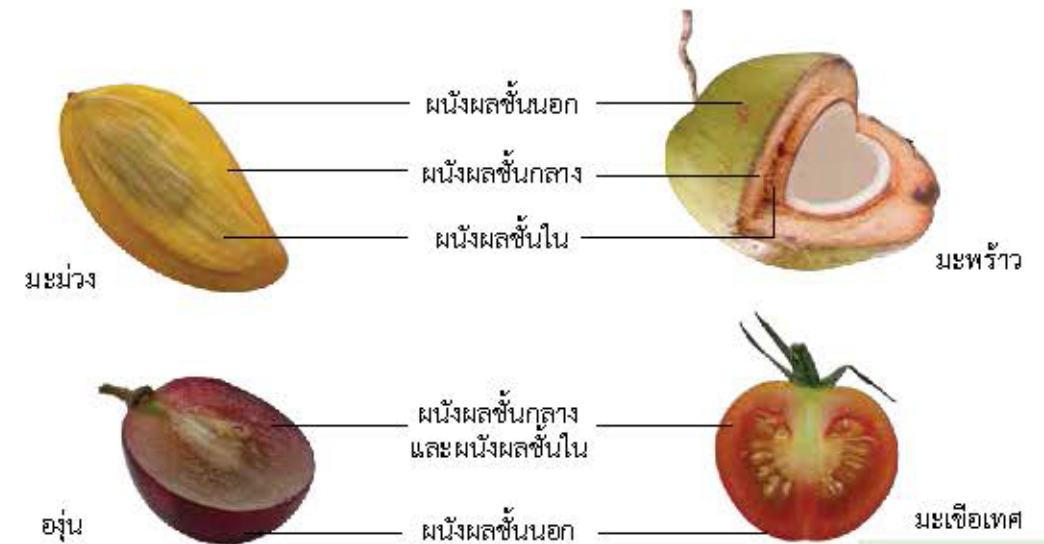
ผล

โดยทั่วไปหลังการปฏิสนธิแล้วนั้น กสืดอก กสืเลี้ยง และเกสรเพศผู้จะแห้งและร่วงไป ออวูลจะพัฒนาไปเป็นเมล็ดอยู่ภายในผลซึ่งพัฒนามาจากรังไข่ ผนังรังไข่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นผนังผล (pericarp) ดังรูป 8.13



รูป 8.13 ดอกมะเขือและผลมะเขือ

ผนังผลอาจแบ่งได้เป็น 3 ชั้น คือ ผนังผลชั้นนอก (exocarp) ผนังผลชั้นกลาง (mesocarp) และผนังผลชั้นใน (endocarp) ผลบางชนิดสามารถแยกผนังผลออกเป็น 3 ชั้นได้ชัดเจน เช่น มะม่วง และมะพร้าว แต่ผลบางชนิดไม่สามารถแยกผนังผลชั้นต่าง ๆ ออกจากกันได้อย่างชัดเจน เช่น องุ่น และมะเขือเทศ ดังรูป 8.14



รูป 8.14 ผนังผล

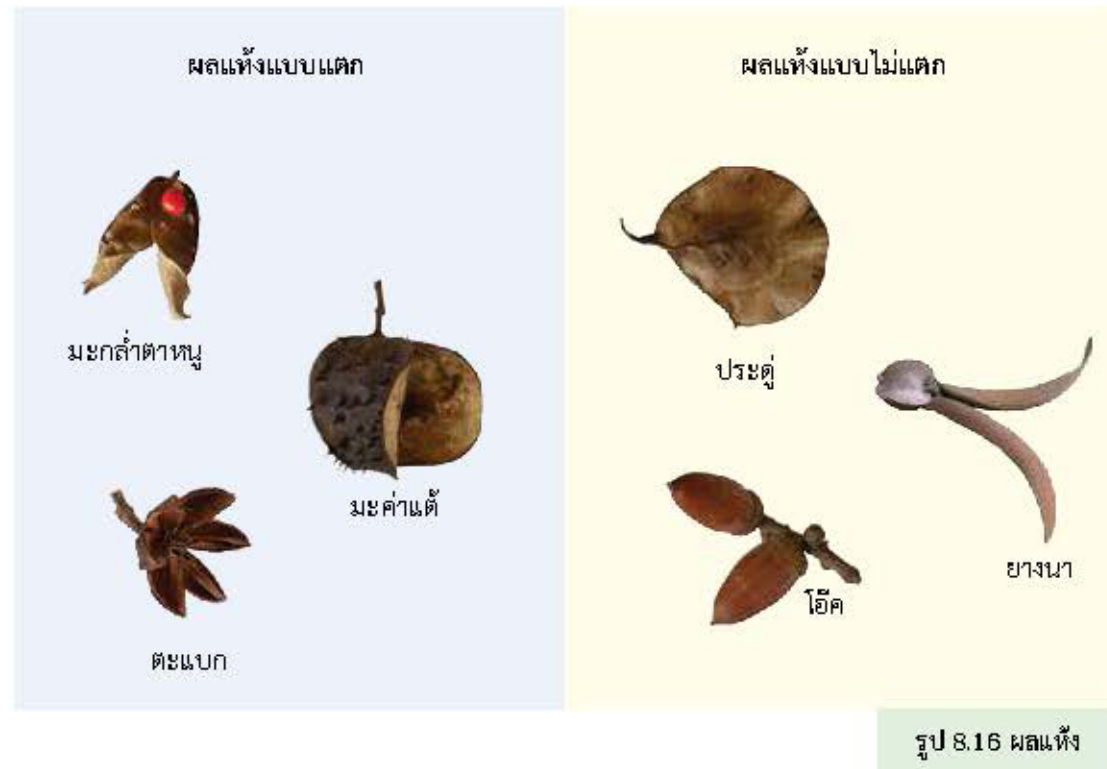
ถ้าพิจารณาจากลักษณะของผนังผล สามารถแบ่งผลได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ผลมีเนื้อและผลแห้ง ดังนี้

1. ผลมีเนื้อ เป็นผลที่มีผนังผลทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดเป็นเนื้อ ซึ่งเนื้ออาจอ่อนนุ่ม เมื่อเจริญเต็มที่ผนังผลมีลักษณะอวบน้ำ เช่น พุทรา ส้ม ละมุด และมะม่วง ดังรูป 8.15



รูป 8.15 ผลมีเนื้อ

2. ผลแห้ง เป็นผลที่เมื่อเจริญเต็มที่หรือแก่แล้ว ผนังผลมีลักษณะแห้งแข็ง ไม่มีเนื้อเหลวอยู่ ซึ่งอาจจะแตกหรือไม่แตกขึ้นกับชนิดของผล ดังรูป 8.16



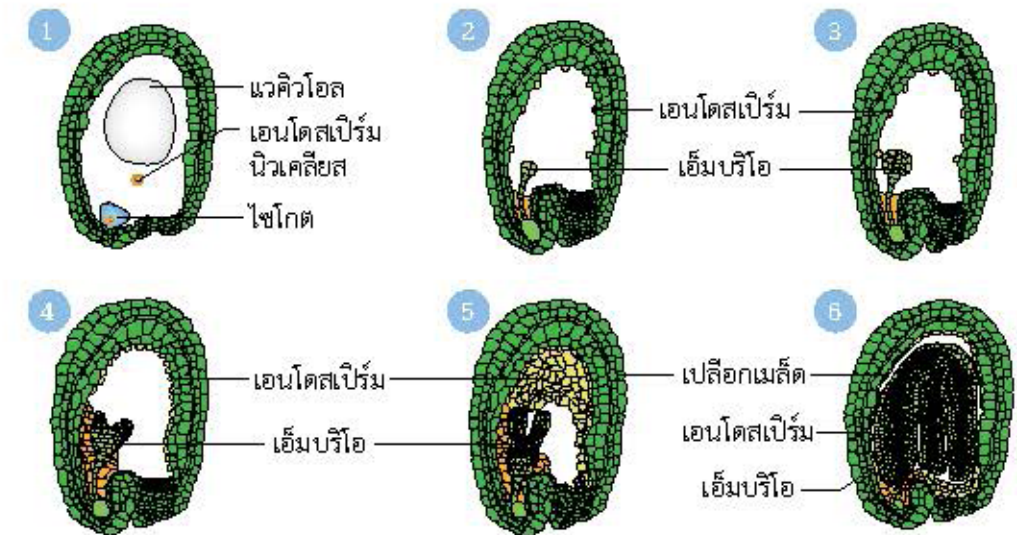
รู้หรือไม่

ผลพืชบางชนิดเป็นผลที่เจริญมาจากรังไข่ได้วงกลีบ เช่น ชมพู ฝรั่ง แอปเปิล และสาลี่ อาจมีโครงสร้างส่วนอื่นของดอก เช่น ฐานดอก เจริญร่วมขึ้นมาเป็นส่วนหนึ่งของผล



เมล็ดและเอ็มบริโอ

การปฏิสนธิของพืชดอกเกิดขึ้นภายในออวูลทำให้เกิดไซโกตและเอนโดสเปิร์มนิวเคลียส จากนั้นไซโกตจะแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนมากขึ้น เพื่อพัฒนาเป็นเอ็มบริโอต่อไป ดังรูป 8.17 ออวูลจะพัฒนาไปเป็นเมล็ดที่อยู่ในผลซึ่งพัฒนามาจากรังไข่ ผนังออวูลจะเปลี่ยนไปเป็นเปลือกเมล็ด (seed coat) ซึ่งหุ้มล้อมรอบเอนโดสเปิร์มและเอ็มบริโอที่อยู่ภายในเอาไว้ ส่วนเนื้อเยื่อนิวเคลียสจะหมดไปในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด เนื่องจากนิวเคลียสจะให้อาหารกับเซลล์อื่น



รูป 8.17 การเจริญและพัฒนาของเอ็มบริโอและเอนโดสเปิร์ม

- ? การแบ่งเซลล์ของเอ็มบริโอในรูป 8.17 เป็นการแบ่งเซลล์แบบใด ทราบได้อย่างไร
- ? การเจริญและการพัฒนาของเอ็มบริโอกับเอนโดสเปิร์มในเมล็ดพืชเกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กันหรือไม่อย่างไร



รู้หรือไม่

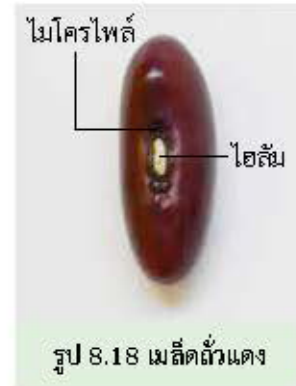
ในผลไม้บางชนิด อาจจะไม่พบเมล็ดเจริญอยู่ในผล เนื่องจาก รังไข่ของพืชบางชนิดอาจพัฒนาไปเป็นผลได้โดยไม่มีการปฏิสนธิ เช่น กัลยพุ่มและกล้วยไข่



เมล็ดประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. เปลือกเมล็ด (seed coat) เจริญมาจากผนังออวุล เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดของเมล็ดทำหน้าที่ป้องกันเอ็มบริโอที่อยู่ภายในเมล็ด นอกจากนี้ในพืชบางชนิดเปลือกเมล็ดยังช่วยป้องกันไม่ให้เมล็ดงอกจนกว่าจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ผิวของเปลือกเมล็ดมีรอยแผลเป็นเล็ก ๆ เรียกว่า ไฮลัม (hilum) ซึ่งเกิดจากก้านออวุลหลุดออกไป และที่ใกล้ ๆ ไฮลัมมีไมโครไพล์ ดังรูป 8.18 ซึ่งเป็นช่องเปิดขนาดเล็กให้น้ำเข้าสู่ภายในเมล็ด และเมื่อเมล็ดเริ่มงอก ส่วนที่เป็นรากแรกเกิดจะงอกผ่านออกมาทางไมโครไพล์



รูป 8.18 เมล็ดถั่วแดง

2. เอ็มบริโอ เจริญมาจากไซโกต ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

รากแรกเกิด (radicle) เป็นส่วนปลายสุดของแกนเอ็มบริโอที่อยู่ทางด้านไมโครไพล์ เป็นส่วนแรกของเอ็มบริโอที่เจริญออกมาเมื่อเมล็ดมีการงอกและจะเจริญต่อไปเป็นรากปฐมภูมิของพืช

ลำต้นแรกเกิด (caulicle) คือส่วนแกนของเอ็มบริโอที่อยู่ถัดจากแรดิเคิลขึ้นไป ในลำต้นมีลักษณะเป็นลำต้นสั้น ๆ ใต้ใบเลี้ยง เรียกว่า ลำต้นใต้ใบเลี้ยงหรือไฮโพคอติล (hypocotyl)

ยอดแรกเกิด (plumule) เป็นส่วนยอดของเอ็มบริโอที่อยู่เหนือใบเลี้ยง

ใบเลี้ยง (cotyledon) ติดอยู่บนส่วนแกนหลักของเอ็มบริโอ ใบเลี้ยงของพืชบางชนิดมีลักษณะอวบหนาและมีเนื้อ เพราะมีการสะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นกล้า เช่น ถั่วชนิดต่าง ๆ บัว มะขาม มะม่วง และมะพร้าว บางชนิดทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารให้กับต้นกล้าในระยะแรก ก่อนที่ใบแท้จะพัฒนาขึ้นมาได้เต็มที่

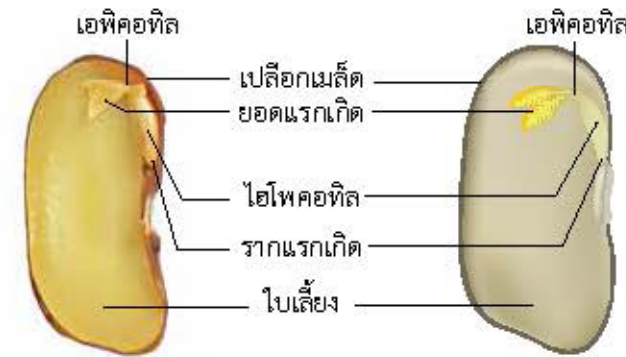
3. เอนโดสเปิร์มเป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ อาหารที่สะสมอาจจะเป็นแป้ง โปรตีน หรือลิพิด ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด และละหุ่ง เมล็ดพืชบางชนิดเอนโดสเปิร์มจะถูกใช้เป็นอาหารขณะที่เอ็มบริโอพัฒนา ดังนั้นเมื่อเมล็ดเจริญเต็มที่ จะไม่พบเอนโดสเปิร์ม เช่น ถั่วชนิดต่าง ๆ ซึ่งใบเลี้ยงจะทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารแทน ในเมล็ดกล้วยไม้บางชนิดเอนโดสเปิร์มไม่พัฒนา บางชนิดอาจมีเอนโดสเปิร์มเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย



ตรวจสอบความเข้าใจ

- ? ข้าวสารที่ผ่านการขัดสีเอารำข้าวออกไป จะทำให้งอกข้าวหรือเอ็มบริโอซึ่งอยู่ที่ปลายเมล็ดข้าวหลุดออกไปด้วย ข้าวสารจะงอกเป็นต้นกล้าหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ? ถ้าเมล็ดไม่มีเอนโดสเปิร์ม จะงอกเป็นต้นกล้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

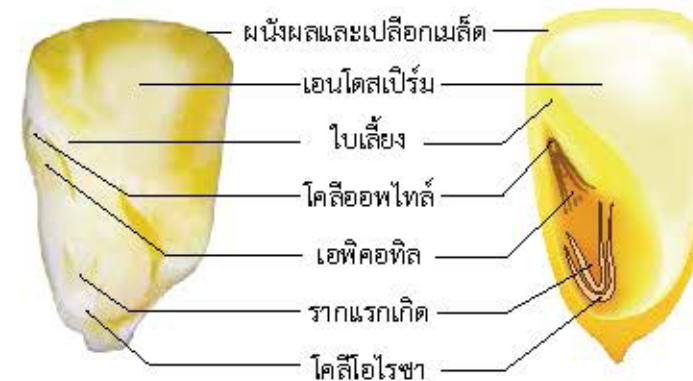
ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเมล็ด เป็นดังรูป 8.19



ถั่ว ไฮโพคอติล มีลักษณะเป็นลำต้นสั้น ๆ ใต้ใบเลี้ยง เมล็ดที่เริ่มงอกจะเห็นลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยง เรียกว่าเอพิคอติล (epicotyl) และที่ส่วนปลายอาจมีใบแท้เกิดขึ้นแล้ว



ละหุ่ง โคนเมล็ดมีเนื้อเยื่อคล้ายฟองน้ำ ซึ่งเกิดจากก้านออวุลตำแหน่งที่ติดกับรังไข่ เรียกว่า คาร์เนคิล (caruncle) ทำหน้าที่ดูดน้ำหรือให้น้ำผ่านเข้าไปสู่เอ็มบริโอขณะที่เมล็ดงอก



ข้าวโพด มีเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด เรียกว่า โคลิออปไทล์ (coleoptile) เจริญคลุมปลายยอดของเอ็มบริโอ และมีเนื้อเยื่อหุ้มรากแรกเกิด เรียกว่า โคลิออไรซา (coleorhiza)

รูป 8.19 ส่วนประกอบของเมล็ด



รู้หรือไม่

เมล็ดพืชบางชนิดไม่มีเอนโดสเปิร์มและใบเลี้ยง เช่น กล้วยไม้ จึงไม่มีอาหารสะสมให้เอ็มบริโอ จำเป็นต้องอาศัยราไมคอร์ไรซาช่วยในการงอกและเจริญเติบโต



ฝักกล้วยไม้

เมล็ดกล้วยไม้

8.4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด

จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่พืชใช้พลังงานแสงเพื่อสร้างสารอินทรีย์จากคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ซึ่งจะถูกนำไปสร้างเป็นน้ำตาลหรือถูกเก็บสะสมไว้ในรูปเม็ดแป้งหรือพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น เซลลูโลส นอกจากนี้น้ำตาลอาจถูกนำไปสร้างเป็นสารอื่นๆ เช่น กรดไขมันและกรดแอมิโน ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้จะสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต เช่น ราก ลำต้น ใบ ผล และเมล็ด มนุษย์ใช้ประโยชน์จากผลและเมล็ดในด้านใดบ้าง

อาหาร

สารอินทรีย์ที่สะสมในผลหรือเมล็ดถูกนำมาใช้เป็นอาหารของมนุษย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต ในผลไม้เนื้อที่ผนังผลชั้นกลางและ/หรือชั้นในเป็นเนื้ออ่อนนุ่มรับประทานได้ แต่ไม่รับประทานผนังผลชั้นนอกที่ทำหน้าที่เป็นผิวผล ซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่าเปลือก เช่น กีวี และมะละกอ หรือผลที่รับประทานผนังผลทั้ง 3 ชั้น เช่น มะเฟือง แตงกวา และมะเขือ ดังรูป 8.20



รูป 8.20 ผลมีเนื้อที่ผนังผลเป็นเนื้ออ่อนนุ่ม

ผลบางชนิดมีเนื้อที่ไม่ได้เป็นผนังผล แต่เป็นเนื้อที่เกิดจากส่วนของเมล็ดหุ้มอยู่รอบนอกของเมล็ด เรียกว่า เยื่อหุ้มเมล็ด (am) ซึ่งเป็นส่วนที่รับประทานได้ อย่างไรก็ตามจะมีความแตกต่างของเยื่อหุ้มเมล็ด กล่าวคือ ในผลบางชนิด ส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดที่แยกออกจากเมล็ดได้ง่าย เนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดเจริญมาจากส่วนก้านเมล็ด (funiculus) เช่น ลำไย ลิ้นจี่ และทุเรียน ดังรูป 8.21 ก. แต่ในผลบางชนิดส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดที่ติดกับเปลือกเมล็ดแยกออกจากกันไม่ได้เนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดเจริญมาจากเปลือกเมล็ด เช่น เงาะ มังคุด กระท้อน และลางสาด ดังรูป 8.21 ข.



ลำไย

ทุเรียน

เงาะ

กระท้อน

รูป 8.21 เยื่อหุ้มเมล็ด

ก. เยื่อหุ้มเมล็ดที่แยกออกจากเมล็ดได้ ข. เยื่อหุ้มเมล็ดที่แยกออกจากเมล็ดไม่ได้

นอกจากนี้มนุษย์ยังนำส่วนอื่นๆ ของเมล็ดมาเป็นอาหารได้ ซึ่งเป็นส่วนที่เมล็ดพืชสะสมอาหารไว้สำหรับเลี้ยงต้นกล้าอาจเป็นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และลิพิด เช่น แป้งจากข้าวชนิดต่าง ๆ ลูกเดือย และถั่วเขียว ดังรูป 8.22 และน้ำมันจากเมล็ดพืช ดังรูป 8.23



ข้าวเจ้า

ข้าวสาลี

ลูกเดือย

ถั่วเขียว

รูป 8.22 เมล็ดพืชที่สะสมคาร์โบไฮเดรตและนำมาผลิตแป้ง



ถั่วเหลือง

งา

ทานตะวัน

มะพร้าว

รูป 8.23 เมล็ดพืชที่สะสมลิพิดและนำมาผลิตน้ำมัน

7 แบ่งโนเมล็ดข้าวเจ้าและถั่วเขียวสะสมอยู่ที่โครงสร้างใดของเมล็ด

ผลและเมล็ดพืชบางชนิดถูกนำมาทำให้แห้งและใช้เป็นเครื่องเทศปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่น สี และรสชาติได้ เช่น ผลโป๊ยกั๊ก เมล็ดพริกไทย และเมล็ดจันทน์เทศ ดังรูป 8.24 ก. นอกจากนี้ผลของพืชบางชนิดที่ผนังผลชั้นนอกจะมีต่อมน้ำมันที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น มะกรูดและมะนาว ซึ่งนำมาใช้ปรุงอาหาร ดังรูป 8.24 ข. รวมทั้งสามารถนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ได้

ก.



ผลโป๊ยกั๊ก



เมล็ดพริกไทย

ข.



ผลมะกรูด

ต่อมน้ำมัน

รูป 8.24 ผลและเมล็ดพืชที่มีกลิ่น

ก. ผลและเมล็ดที่ใช้เป็นเครื่องเทศ

ข. ผลที่มีต่อมน้ำมันที่ผิว

เส้นใย

เมล็ดพืชบางชนิดมีส่วนที่เป็นเส้นใยเซลลูโลส เช่น เส้นใยฝ้ายที่เป็นส่วนของเมล็ดที่อยู่ภายในผล ซึ่งเส้นใยนี้มีลักษณะแบนค่อนข้างตันและมีผนังเซลล์หนา เส้นใยเกาะพันกันทำให้มีความเหนียวและแข็งแรง นิยมนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายเพื่อใช้ทอผ้า ดังรูป 8.25



ผลฝ้ายที่แตกเห็นใยสีขาวที่หุ้มเมล็ด

เส้นด้ายจากใยฝ้าย

ผ้าฝ้าย

รูป 8.25 ฝ้ายและผลิตภัณฑ์จากฝ้าย

เส้นใยนุ่นเป็นส่วนของเมล็ดที่อยู่ภายในฝักซึ่งเป็นผลที่มีลักษณะปลายเรียว การใช้ประโยชน์จะนำส่วนที่อยู่ภายในฝักมาแยกส่วนของเส้นใยออกจากเมล็ด เส้นใยนุ่นมีลักษณะกลวงจึงมีความเหนียวน้อย นอกจากนี้เส้นใยนุ่นยังมีลักษณะของเส้นใยที่สั้นมาก ทำให้ไม่สามารถนำไปปั่นเป็นด้ายเพื่อใช้ทอผ้า เส้นใยนุ่นมีน้ำหนักเบาและมีไขมันเคลือบอยู่จึงไม่เปียกน้ำง่าย นิยมใช้เส้นใยนุ่นใส่ในหมอนและที่นอน ดังรูป 8.26



ฝักนุ่น

ใยนุ่น

ใยนุ่นในหมอน

รูป 8.26 นุ่นและผลิตภัณฑ์จากนุ่น



กิจกรรม 8.3 ผลิตภัณฑ์จากดอก ผล และเมล็ด

จุดประสงค์

สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของดอก ผล และเมล็ด

วิธีการทำกิจกรรม

1. สมมติบทบาทให้นักเรียนเป็นผู้ขายของออนไลน์ต้องการนำเสนอขายผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ โดยให้ศึกษาผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่นหรือผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนสนใจซึ่งทำมาจากดอก ผล และเมล็ดพืช
2. เลือกผลิตภัณฑ์ 1 ชนิดและเขียนคำโฆษณาขายสินค้าในรูปแบบต่างๆ เช่น infographic เพื่อลงในเว็บไซต์ โดยให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ เช่น ชื่อผลิตภัณฑ์ ชนิดพืชและโครงสร้างหรือองค์ประกอบที่นำมาใช้ในการผลิต และประโยชน์ของผลิตภัณฑ์นี้

ผลและเมล็ดพืชต่างชนิดกันจะมีส่วนประกอบบางอย่างที่เหมือนกันและบางอย่างที่แตกต่างกัน เมื่อเมล็ดงอกก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นพืชมีโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับทำหน้าที่ต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ในบทต่อไป



สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน

1. พืชดอกมีการสร้างดอกเพื่อใช้ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
2. ภายหลังการปฏิสนธิ ออวูลจะมีการเจริญและพัฒนาเป็นเมล็ด ส่วนรังไข่จะเจริญและพัฒนาไปเป็นผล
3. การเจริญเป็นผลชนิดต่างๆ เกี่ยวข้องกับจำนวนดอกบนก้านดอกและจำนวนรังไข่
4. พืชมีวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับประกอบด้วยสبورไฟต์และแกมีโทไฟต์
5. ดอกสร้างสปอร์ 2 ชนิด คือไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ที่จะพัฒนาไปเป็นเรณูและถุงเอ็มบริโอตามลำดับ
6. เรณูเป็นแกมีโทไฟต์เพศผู้และถุงเอ็มบริโอเป็นแกมีโทไฟต์เพศเมียซึ่งมีหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์
7. เมื่อเรณูตกบนยอดเกสรเพศเมียจะงอกหลอดเรณู สเปิร์มเคลื่อนที่ในหลอดเรณูเข้าไปในออวูล
8. พืชดอกมีการปฏิสนธิคู่ได้ไซโกตและเอนโดสเปิร์มนิวเคลียส โดยสเปิร์มเซลล์หนึ่งรวมกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกตที่จะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโออยู่ภายในเมล็ด ส่วนสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งรวมกับโพลาร์นิวคลีไอได้เป็นเอนโดสเปิร์มนิวเคลียสที่จะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอนโดสเปิร์ม
9. โครงสร้างของผลประกอบด้วยผนังผลและเมล็ด โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วยเปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม
10. โครงสร้างแต่ละส่วนของผลและเมล็ดมีประโยชน์ต่อมนุษย์ในด้านต่างๆ

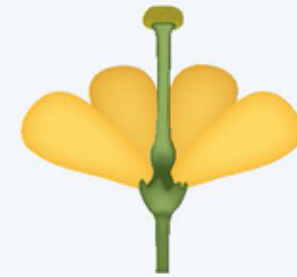


แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8

1. จงใส่เครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่ถูกต้อง ใส่เครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง และขีดเส้นใต้เฉพาะคำหรือส่วนของข้อความที่ไม่ถูกต้อง และแก้ไขโดยตัดออกหรือเติมคำหรือข้อความที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

- 1.1 หลังการปฏิสนธิ ออวุลเจริญและพัฒนาเป็นเมล็ด รังไข่เจริญและพัฒนาเป็นผล
- 1.2 ผลเดี่ยว เป็นผลที่เปลี่ยนแปลงมาจากดอก 1 ดอก ที่มี 1 รังไข่ ได้เป็น 1 ผล
- 1.3 พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยสปอโรไฟต์ซึ่งเป็นระยะที่สร้างสปอร์ และแกมีโทไฟต์ซึ่งเป็นระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์
- 1.4 พืชดอกสร้างสปอร์ 2 แบบ คือ เมกะสปอร์ที่เกสรเพศผู้ และไมโครสปอร์ที่เกสรเพศเมีย
- 1.5 ไมโครสปอร์ภายในอับเรณูแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ 2 เซลล์ คือ เจเนอเรทิฟเซลล์ และทิวบ์เซลล์ เรียกโครงสร้างที่มี 2 เซลล์นี้ว่า เรณู
- 1.6 ถุงเอ็มบริโอที่เจริญเต็มที่ประกอบด้วยแอนติโพแดล 3 เซลล์ เซนทรัลเซลล์ 1 เซลล์ ที่มี 2 นิวเคลียส เซลล์ไข่ 1 เซลล์ และซินเนอร์จิด 2 เซลล์
- 1.7 ไมโครไพล์ คือช่องเปิดที่ผนังของออวุลเป็นทางผ่านเข้าไปของหลอดเรณู เมื่อเกิดการปฏิสนธิและเป็นทางผ่านของรากแรกเกิดเมื่อมีการงอกของเมล็ด
- 1.8 การปฏิสนธิคู่ของพืชดอกเกิดขึ้น เมื่อสเปิร์มเซลล์หนึ่งเข้าปฏิสนธิกับเซลล์ไข่ ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะพัฒนาต่อไปเป็นเอ็มบริโอ และสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งเข้าปฏิสนธิกับโพลาร์นิวคลีโอไต์เป็นเอนโดสเปิร์มนิวเคลียสซึ่งจะพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม
- 1.9 แหล่งสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ คือ ใบเลี้ยงและเอนโดสเปิร์ม

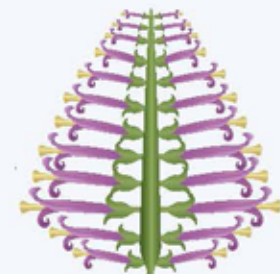
2. จับคู่ดอกและผล พร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใดดอกที่กำหนดให้จึงเจริญไปเป็นผลที่นักเรียนเลือก



ก.



ข.



ค.

2.1



2.2



2.3



2.4



2.5



2.6



3. ต้นไม้ชนิดหนึ่งมีดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ จงตอบคำถามต่อไปนี้



- 3.1 ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์และเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ของดอกทุกดอกบนต้นนี้มีจีโนไทป์ที่เหมือนหรือแตกต่างกัน เพราะเหตุใด
- 3.2 แกมีโทไฟต์เพศผู้และแกมีโทไฟต์เพศเมียที่อยู่ภายในดอกเดียวกัน มีชุดของแอลลีลที่เหมือนหรือแตกต่างกัน เพราะเหตุใด
- 3.3 จากไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์ 1 เซลล์ จะได้เรณูจำนวนเท่าใด และเรณูทั้งหมดนั้นมีชุดของแอลลีลที่เหมือนหรือแตกต่างกัน เพราะเหตุใด
- 3.4 ในการพัฒนาเป็นผล กลีบดอกและเกสรเพศผู้จะหลุดร่วงหลังการปฏิสนธิ มีจำนวนออวุลทั้งหมด ดังที่เห็นในรูป ให้อธิบายว่ารูปร่างและเมล็ดโดยให้มีจำนวนเมล็ดในผลมากที่สุดเท่าที่จะมีได้
- 3.5 ถ้ามีเรณูจำนวนมากตกบนยอดเกสรเพศเมีย แต่มีเพียง 5 เรณูที่ออกหลอดเรณูลงไปถึงถุงเอ็มบริโอและมีสเปิร์มผสมกับเซลล์ไข่ได้สำเร็จ เมื่อรังไข่ของดอกนี้พัฒนาไปเป็นผลจะมีเมล็ดกี่เมล็ด เพราะเหตุใด