

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 

เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
รายวิชาชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ชุดที่ 5
การคายน้ำของพืช

นางละมุล สายสุดตา
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25



คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เป็นชุดกิจกรรมที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา 3 รหัสวิชา ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น โดยชุดกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะการสืบค้นข้อมูล กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ชุด ใช้เวลา 25 คาบ (คาบละ 50 นาที) ดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช	ใช้เวลา 2 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก	ใช้เวลา 4 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น	ใช้เวลา 5 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	ใช้เวลา 4 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การคายน้ำของพืช	ใช้เวลา 3 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช	ใช้เวลา 3 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การลำเลียงธาตุอาหารของพืช	ใช้เวลา 2 คาบ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การลำเลียงของพืช	ใช้เวลา 2 คาบ

สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้เป็นชุดที่ 5 การคายน้ำของพืชได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มีการปรับปรุงแก้ไขจนได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการคิด กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้อย่างมีเหตุผล มีคุณธรรม และเป็นแนวทางพัฒนาการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้คำแนะนำจนทำให้การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ละมุล สายสุดตา



ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ผังมโนทัศน์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก	1
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู	2
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน	4
ผังขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	6
มาตรฐานการเรียนรู้	7
ผลการเรียนรู้	8
จุดประสงค์การเรียนรู้	8
แบบทดสอบก่อนเรียน	9
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	12
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	13
บัตรคำสิ่งที่ 1	13
แบบบันทึก “สิ่งที่สังเกตได้”	14
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	15
บัตรคำสิ่งที่ 2	15
บัตรกิจกรรมที่ 1	16
บัตรกิจกรรมที่ 12	16
บัตรเนื้อหา	25

BIOLOGY





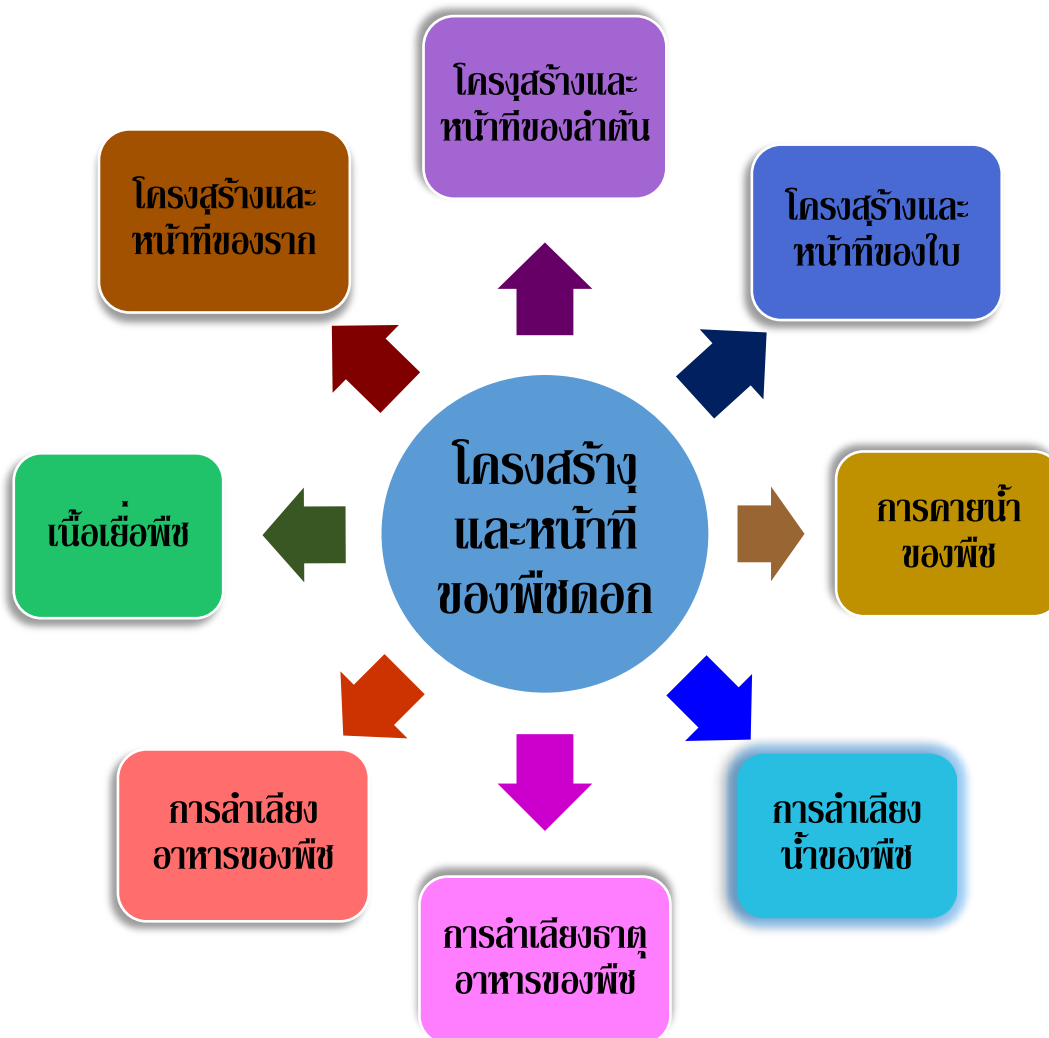
สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)	43
บัตรคำสั่งที่ 3	43
บัตรคำถามที่ 1	44
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	46
บัตรคำสั่งที่ 4	46
บัตรกิจกรรมที่ 3	47
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)	48
บัตรคำสั่งที่ 5	48
บัตรคำถามที่ 2	49
แบบทดสอบหลังเรียน	53
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	56
แบบสรุปคะแนนชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุดที่ 5	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	59
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	60
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1	61
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1	63
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1	64
เฉลยบัตรคำถาม ที่ 1	65
เฉลยบัตรคำถาม ที่ 2	67





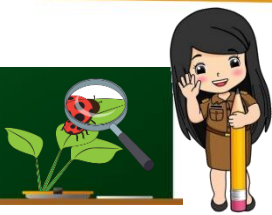
ผังมโนทัศน์หน่วยการเรียนรู้
เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชุดที่ 5 การการคายน้ำของพืชเป็นชุดกิจกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมุ่งเน้นให้ครูผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ชุดที่ 5 เรื่องการคายน้ำของพืช ใช้ประกอบการแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ครูควรทำความเข้าใจแผนจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งวิธีวัดและประเมินผลโดยละเอียด
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

-  ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
-  ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
-  ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
-  ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
-  ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)



โดยในแต่ละขั้นจะมีบัตรคำสั่งเพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าจะต้องปฏิบัติกิจกรรมอะไรบ้าง พร้อมบัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหาและบัตรคำถามที่นักเรียนจะได้ใช้ประกอบกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง

3. ครูจัดเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) สถานที่ สื่อที่ใช้ในชุดกิจกรรม ตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ครบถ้วนและเพียงพอตามจำนวนนักเรียน
4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียน เก่ง ปานกลางและอ่อน (1: 2-3 : 1) เพื่อให้เกิดกระบวนการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ และแจ้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธาน รองประธาน กรรมการ และเลขานุการโดยสมาชิกแต่ละคนมีหน้าที่ ดังนี้

-  ประธาน: ดำเนินการให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมต่างๆ
-  รองประธาน: ช่วยประธานในการดำเนินการและร่วมกันศึกษาอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม
-  กรรมการ: ร่วมกันศึกษา อภิปราย แสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



เลขานุการ: บันทึกการทำกิจกรรม ร่วมกันอภิปราย และหน้าที่อื่น ๆ ที่

ได้รับมอบหมาย

5. ก่อนสอนครูควรชี้แจงบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และกำหนดข้อตกลงร่วมกัน

6. แจกวัสดุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

7. ครูแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้และแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน การปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ขั้นตอน และการทำแบบทดสอบหลังเรียนตามลำดับ

8. ครูดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และกำกับติดตามการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละขั้นให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดูแลช่วยเหลือซึ่งกันและกัน คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่นักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม

9. สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนเพื่อประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อนำไปสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

10. ครูตรวจให้คะแนนบัตรกิจกรรม บัตรคำถามและแบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน หากมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ครูควรจัดสอนซ่อมเสริมหรือให้ศึกษาชุดกิจกรรมเพิ่มเติม



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับ นักเรียน



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชุดที่ 5 การการคายน้ำของพืช เป็นชุดกิจกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์รายวิชาชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักอ่านคำแนะนำและปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ให้นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ครูแบ่งให้ กลุ่มละ 4-5 คน สมาชิกในกลุ่มเลือก ประธาน รองประธาน กรรมการ และเลขานุการ ซึ่งจะมีการสลับหน้าที่ในแต่ละชุดกิจกรรม โดยสมาชิกแต่ละคนมีหน้าที่ ดังนี้



ประธาน: ดำเนินการให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมต่างๆ



รองประธาน: ช่วยประธานในการดำเนินการและร่วมกันศึกษาอภิปราย แสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม



กรรมการ: ร่วมกันศึกษา อภิปราย แสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม



เลขานุการ: บันทึกการทำกิจกรรม ร่วมกันอภิปราย และหน้าที่อื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

2. ตัวแทนกลุ่มรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชุดที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช ตามจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

3. ฟังคำชี้แจงบทบาทของนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรมจากครู และอ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

4. นักเรียนศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้จากผังขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชุดที่ 5 การการคายน้ำของพืชจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนต้องทำเองด้วยความซื่อสัตย์ ไม่ทุจริตและไม่ลอกผู้อื่น

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



7. นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืชดังนี้

- ❖ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
- ❖ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
- ❖ ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
- ❖ ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
- ❖ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)



8. ขณะปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น ซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอย่างอิสระ มีเหตุผล ขอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เรียนรู้อย่างมีความสุข ร่วมมือร่วมใจกันของสมาชิกในกลุ่ม และนักเรียนสามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนเมื่อเกิดปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรม และวางแผนในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด

9. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครบทั้ง 5 ขั้นตอนแล้วให้เก็บอุปกรณ์ประกอบชุดกิจกรรมส่งคืนครูผู้สอน หากมีอุปกรณ์ชำรุดหรือเสียหายให้รีบแจ้งครู

10. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที เพื่อประเมินผลการเรียน และเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

11. หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ สามารถสอบถามและปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที และสามารถรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนเพื่อให้เข้าใจมากขึ้น



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



ผังขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)



อ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม
สำหรับนักเรียน

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นสำรวจและค้นหา

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นประเมินผล

ขั้นขยายความรู้

ทำแบบทดสอบหลังเรียน

ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ชุดที่ 6 การลำเลียงน้ำของพืช

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ

BIOLOGY



มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต



มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน





ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการคายน้ำของพืช



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านพุทธิพิสัย / ด้านความรู้ (K)

- 1.1 นักเรียนสามารถอธิบายการคายน้ำและสรุปถึงแหล่งที่เกิดการคายน้ำของพืชได้
- 1.2 นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการเปิดและปิดของปากใบ และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืชได้
- 1.3 นักเรียนบอกปัจจัยที่มีผลต่อการเปิดและปิดของปากใบ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลการคายน้ำของพืชได้

2. ด้านทักษะพิสัย / ด้านทักษะ (Process)

- 2.1 นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรม
- 2.2 นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลการคายน้ำของพืชได้
- 2.3 นักเรียนมีทักษะในทดลองศึกษาปากใบของพืชที่มีแหล่งที่อยู่แตกต่างกัน และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืชได้

3. ด้านเจตพิสัย / ด้านเจตคติ (A)

- 3.1 นักเรียนมีความตั้งใจและสนใจในการเรียน
- 3.2 นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม
- 3.3 นักเรียนมีส่วนร่วมและยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม
- 3.4 นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมเสร็จตรงเวลา





กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 5 การคายน้ำพืช

คำชี้แจง: 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (ปรนัย) จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน

2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

1. การคายน้ำของพืชเป็นการสูญเสียน้ำในรูปแบบใด

- ก. ไอน้ำ
- ข. แก๊ส
- ค. การละลาย
- ง. การสังเคราะห์ด้วยแสง

2. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช

- ก. ความเข้มของแสง
- ข. อุณหภูมิ
- ค. จำนวนใบ
- ง. ดิน

3. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. การคายน้ำของพืชช่วยให้ใบของพืชมีความชุ่มชื้น
- ข. การคายน้ำของพืชช่วยลดอุณหภูมิภายในลำต้นและใบ
- ค. การคายน้ำของพืชทำให้ใบของพืชมีลักษณะเหี่ยวแห้ง
- ง. การคายน้ำของพืชขึ้นอยู่กับ ขนาดใบ อุณหภูมิ ความเข้มของแสง เป็นต้น



4. ปากใบมีหน้าที่

- ก. คายน้ำ
- ข. คายน้ำปล่อยออกซิเจน
- ค. คายคาร์บอนไดออกไซด์รับออกซิเจน
- ง. คายน้ำปล่อยออกซิเจนรับคาร์บอนไดออกไซด์

5. พืชชนิดใดที่มีปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับผิวใบ

- ก. มะนาว
- ข. กระบองเพชร
- ค. ตำลึง
- ง. ฟักทอง

6. ขนาดรูปร่างของใบมีผลอย่างไรในการคายน้ำ

- ก. ใบขนาดใหญ่จะมีการคายน้ำได้มากกว่า
- ข. ใบขนาดเล็กจะมีการคายน้ำได้มากกว่า
- ค. ใบขนาดใหญ่ และเล็กจะคายน้ำได้เท่ากัน
- ง. ใบขนาดเล็กที่มีสีใบที่เข้มจะมีการคายน้ำมากกว่าใบที่มีขนาดใหญ่

7. ปากใบพืชปิดเมื่อไร

- ก. K^+ ไหลออกจาก guard cell
- ข. น้ำ ไหลออกจาก guard cell
- ค. K^+ ไหลเข้าไปใน guard cell
- ง. Malate ไหลออกจาก guard cell



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



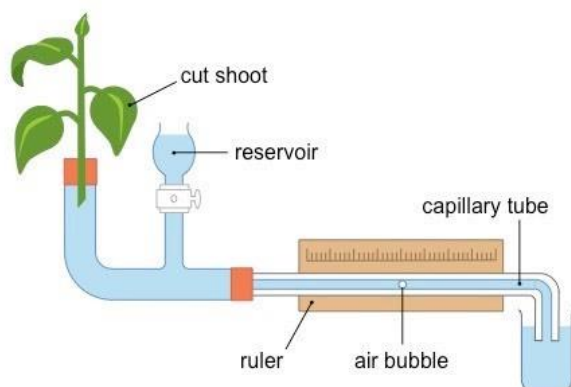
8. พืชยืนต้นขนาดใหญ่จะมีการคายน้ำ (Transpiration) ทางใด

ถ้ากำหนดให้

1= Lenticels 2= Stoma 3= Root hair 4= เนื้อเยื่อมิโซฟิลล์ 5= เนื้อเยื่อเวสเซล

- ก. เฉพาะ 1 และ 2
- ข. เฉพาะ 2 และ 3
- ค. เฉพาะ 1, 2 และ 4
- ง. เฉพาะ 1, 2, 4 และ 5

9. จากภาพด้านล่างเป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดอัตราของ



- ก. การดูดน้ำของใบบริเวณยอด
- ข. น้ำที่ใบได้รับและนำไปใช้ประโยชน์
- ค. น้ำที่สูญเสียออกจากลำต้น
- ง. การดูดน้ำของรากสู่ลำต้น

10. สภาพการณ์เช่นใดที่จะเพิ่มอัตราการคายน้ำของพืชได้มากขึ้น

- ก. อากาศเย็นลง แห้ง และมีลมพัด
- ข. เจียบสงบ อากาศอบอุ่น ความชื้นสูง
- ค. ลมพัดแรง อากาศอบอุ่น แห้ง
- ง. เจียบสงบ อากาศอบอุ่น แห้ง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช



ชื่อ.....สกุล.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงช่องเดียว

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
คะแนนที่ได้				



BIOLOGY

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ



ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)



นักเรียนทบทวนโครงสร้างใบ และการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ในโครงสร้างของใบเพื่อ
ไปทำหน้าที่ควบคุมขนาดของปากใบ



นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองที่สังเกตได้
ลงในแบบบันทึก “สิ่งที่สังเกตได้” จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง



B
I
O
L
O
G
Y

A large purple speech bubble with a dotted line for writing. The bubble has a rounded rectangular body and a small triangular tail pointing towards the bottom right. The interior of the bubble is light purple, and the border is a darker purple. A single horizontal dotted line is positioned near the top of the bubble, intended for a student to write their answer.

BIOLOGY





ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)



ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าพืชที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น บนบก ปริ่มน้ำ บริเวณที่แห้งแล้ง จะมีอัตราการคายน้ำเท่ากันหรือไม่ จำนวนปากใบและตำแหน่งของปากใบมีผลต่อการคายน้ำของพืชอย่างไร



นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐานว่าพืชที่อยู่สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ตำแหน่งลักษณะและจำนวนของปากใบจะเหมือนกันหรือไม่ และช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน



นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำการทดลองเพื่อศึกษาส่วนประกอบของปากใบและรูปร่างลักษณะของเซลล์คุมจาก **บัตรกิจกรรมที่ 1 ศึกษาลักษณะของเซลล์คุมและปากใบ**



นักเรียนช่วยกันเสนอปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืชและช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยเหล่านั้น จากนั้นทำการทดลองตาม **บัตรกิจกรรมที่ 2 ศึกษาการคายน้ำของพืช** เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช



นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลองและสืบค้นข้อมูลจาก **บัตรเนื้อหา การคายน้ำของพืช (Transpiration)** เพื่อตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนได้จากการทดลองกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาไว้แล้ว





ศึกษาลักษณะของเซลล์คุมและปากใบ

บัตริยกรรม



จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะของเซลล์คุมและปากใบของพืช
2. เพื่อตรวจสอบตำแหน่งและจำนวนของปากใบของพืชที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบจำนวนปากใบที่อยู่บริเวณด้านบนและด้านล่างของใบ

อุปกรณ์

1. ใบพืชที่อยู่บนบก พืชปรึมน้ำ และพืชชอบน้ำหรือพืชทนแล้ง อย่างละ 1 ชนิด
2. ใบมีดโกน
3. จานเพาะเชื้อ พู่กัน เข็มเย็บ และหลอดหยด
4. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
5. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการทดลอง

1. นำใบพืชที่อยู่บนบกมาคลี่แผ่นใบออก แล้วใช้ใบมีดกรีดและลอกให้ได้ผิวใบที่บางที่สุด ทั้งแผ่นใบด้านบนและด้านล่าง
2. ใช้ใบมีดโกนตัดเยื่อที่บางที่สุดวางบนสไลด์ หยดน้ำเลี้ยงเซลล์ลงไปเล็กน้อย ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยใช้เข็มเย็บช่วยในการปิดสไลด์ นำไปส่งดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
3. สังเกต บันทึกผล และวาดรูปลากเส้นชี้ส่วนต่าง ๆ (Label)
4. ทำซ้ำข้อ 1 ถึงข้อ 3 โดยเปลี่ยนเป็นพืชปรึมน้ำและพืชชอบน้ำหรือพืชทนแล้ง



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



ผลการทดลอง

พืช	ผิวใบด้านบน	ผิวใบด้านล่าง

B
I
O
L
O
G
Y

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ



อภิปรายการทดลอง



1. เซลล์คุมที่สังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์มีรูปร่างลักษณะอย่างไร

.....

.....

2. ภายในเซลล์คุมพบส่วนประกอบอะไรบ้าง

.....

.....

3. รูปร่างปากใบอยู่บริเวณใดของเซลล์คุม

.....

.....

4. ปากใบที่สังเกตได้เปิดหรือปิด

.....

.....

5. เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์ในชั้นเอพิเดอร์มิสอย่างไร

.....

.....

6. พืชที่อยู่บนบก พืชปริ่มน้ำและพืชอวบน้ำหรือพืชทนแล้งมีปากใบอยู่บริเวณใดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



สรุปการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B
I
O
L
O
G
Y



ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ



การคายน้ำของพืช



จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการคายน้ำของพืช
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคายน้ำของพืช

อุปกรณ์

1. ขวดเปล่าขนาดเท่ากัน 12 ใบ
2. ถุงพลาสติกใส 16 ใบ
3. มีด หรือกรรไกร
4. ยางเส้น 16 เส้น
5. น้ำสะอาด
6. วาสลิน
7. ปีกเกอร์ขนาด 500 มล.
8. ใบพืชที่อยู่กลางแจ้ง 4 ใบ
9. ต้นใบเตย 6 ต้น (ต้นที่มีใบจำนวนมาก ต้นที่มีใบจำนวนปานกลาง ต้นที่มีใบจำนวนน้อย)
10. ต้นสาบเสือ 6 ต้น (ต้นที่มีใบจำนวนมาก ต้นที่มีใบจำนวนปานกลาง ต้นที่มีใบจำนวนน้อย)





วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 รูปร่างใบกับการคายน้ำ



1. เตรียมต้นใบเตยที่ใบเรียวยาวและต้นสาบเสือที่ใบแผ่แบน ที่มีรากจำนวนเท่ากัน ชนิดละ 6 ต้น โดยแบ่งเป็น 2 ชุด ในแต่ละชุดประกอบด้วยต้นใบเตยและต้นสาบเสือชนิดละ 3 ต้น คือต้นที่มีใบจำนวนมาก ต้นที่มีใบจำนวนปานกลาง (มีจำนวนใบเพียงครึ่งหนึ่งของต้นที่มีจำนวนใบมาก) ต้นที่มีใบจำนวนน้อย (มีใบเพียงใบเดียว)

2. เทน้ำจากบีกเกอร์ขนาด 500 มล. ใสลงไปลงในขวดเปล่าทั้ง 12 ใบ แล้วนำต้นใบเตยและต้นสาบเสือ ใสลงไปลงในขวด ๆ ละ 1 ต้น

3. นำถุงพลาสติกใสมาครอบ ต้นใบเตยและต้นสาบเสือทั้ง 12 ต้น แล้วนำยางเส้นมารัดถุงพลาสติก ให้ติดกับปากขวดน้ำให้แน่นอย่าให้อากาศเข้าออกได้

4. นำต้นใบเตยและต้นสาบเสือ ซึ่งแต่ละชนิดประกอบด้วยต้นที่มีใบจำนวนมาก ต้นที่มีใบจำนวนปานกลาง และต้นที่มีใบจำนวนน้อยอย่างละ 1 ต้น โดยนำชุดที่ 1 ไปวางไว้กลางแจ้งแดด และนำชุดที่ 2 ไปวางไว้ในที่ร่ม

5. สังเกตปริมาณไอน้ำในถุงพลาสติกทุก 10 นาที จนครบ 1 ชั่วโมง

ตอนที่ 2 สารเคลือบผิวกับการคายน้ำ



1. เลือกพืชที่อยู่กลางแจ้งเป็นพืชทดลอง โดยเลือกใบพืชที่ขนาดและความแก่อ่อนเท่า ๆ กัน จำนวน 4 ใบสำหรับทำการทดลอง ดังนี้

ชุดที่ 1 ไม่ทาวาสลิน เป็นชุดควบคุม

ชุดที่ 2 ทาวาสลินที่ผิวใบด้านล่าง

ชุดที่ 3 ทาวาสลินที่ผิวใบด้านบน

ชุดที่ 4 ทาวาสลินที่ผิวใบด้านล่างและด้านบน

2. หุ้มใบของทุกชุดการทดลองด้วยถุงพลาสติก และรัดปากถุงด้วยหนังยาง ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สังเกตปริมาณไอน้ำในถุงพลาสติก



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ปรุร่างใบกับการคายน้ำ



ชนิดพืช เวลา (นาที)	ต้นใบเตย		ต้นสาบเสือ	
	กลางแดด	ในร่ม	กลางแดด	ในร่ม
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				

ตอนที่ 2 สารเคลือบผิวกับการคายน้ำ

ชุดการทดลอง	การคายน้ำของพืช
ชุดที่ 1	
ชุดที่ 2	
ชุดที่ 3	
ชุดที่ 4	

BIOLOGY

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



อภิปรายการทดลอง

1. พืชคายน้ำออกมามีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. รูปร่างของใบมีผลต่อการคายน้ำของพืชอย่างไร

.....

.....

.....

3. แสงแดดมีผลต่อการคายน้ำของพืชอย่างไร

.....

.....

.....

4. สารเคลือบผิวมีผลต่อการคายน้ำของพืชอย่างไร

.....

.....

.....

5. ทำไมการเคลือบผิวใบด้านล่างมีผลต่อการคายน้ำของพืชมากกว่าการเคลือบผิวใบด้านบน

.....

.....

.....

BIOLOGY



สรุปการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



BIOLOGY



การคายน้ำ (Transpiration : trans = ข้าม + Spire = หายใจ) เป็นการสูญเสียน้ำของพืชในรูปของไอน้ำโดยวิธีการแพร่ออกจากต้นพืชไปสู่บรรยากาศ ส่งผลให้บรรยากาศมีไอน้ำทำให้เกิดความชื้นโดยน้ำที่พืชดูดเข้ามาประมาณร้อยละ 95 – 98 จะสูญเสียไปในรูปของการคายน้ำ (Transpiration) ซึ่งมีความสำคัญต่อพืช ดังนี้

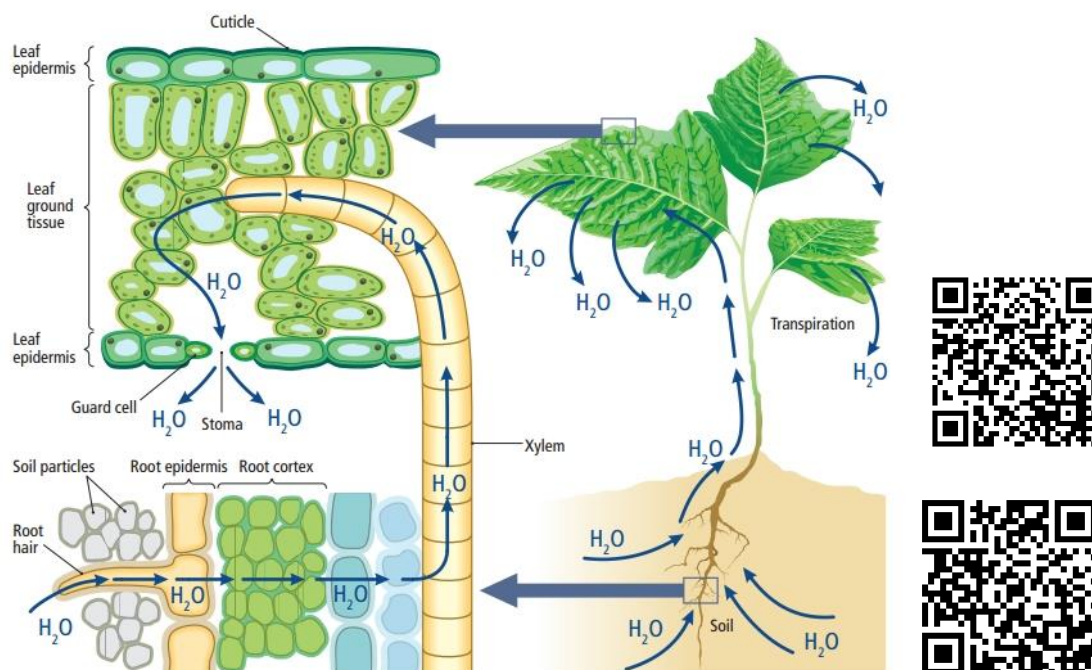
1. ควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำในพืชโดยทำให้เกิดแรงดึงน้ำเรียกว่า Transpiration pull ในท่อลำเลียงน้ำจากส่วนล่างของลำต้นขึ้นไปสู่ส่วนที่อยู่สูงกว่า ช่วยให้พืชสามารถลำเลียงน้ำจากรากไปยังส่วนเหนือดินขึ้นไปเรื่อยๆ พืชจึงสามารถดูดน้ำจากดินเป็นจำนวนมาก

2. ควบคุมการดูดซึมแร่ธาตุของพืชเพราะแร่ธาตุที่พืชนำไปใช้ได้ต้องอยู่ในรูปที่ละลายน้ำและจะถูกลำเลียงไปพร้อมกับน้ำ

3. ช่วยลดอุณหภูมิของใบลง 2-3 องศาเซลเซียส เนื่องจากขณะที่พืชคายน้ำ จะเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำซึ่งจะเสียดความร้อนแฝงในการกลายเป็นไอไปประมาณ 540 แคลอรี/โมล จึงทำให้พืชเย็นลงและไม่ได้รับอันตรายจากความร้อน

4. การคายน้ำมีผลทำให้พืชเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชเช่น ตาของพืชบางชนิด ถ้ามีความชื้นมากจะไม่ออกเป็นกิ่ง

พืชจะขาดกระบวนการคายน้ำไม่ได้เพราะถ้าขาดจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากการคายน้ำจะเชื่อมโยงกับกระบวนการอื่น ๆ เช่น เมื่อปากใบเปิดในเวลากลางวัน พืชเกิดการคายน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก็ผ่านรูปากใบทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นจะเห็นได้ว่านอกจากกระบวนการคายน้ำจะมีความสำคัญต่อพืชแล้วยังมีความสัมพันธ์กับกระบวนการอื่น ๆ ในพืชอีกหลายกระบวนการ



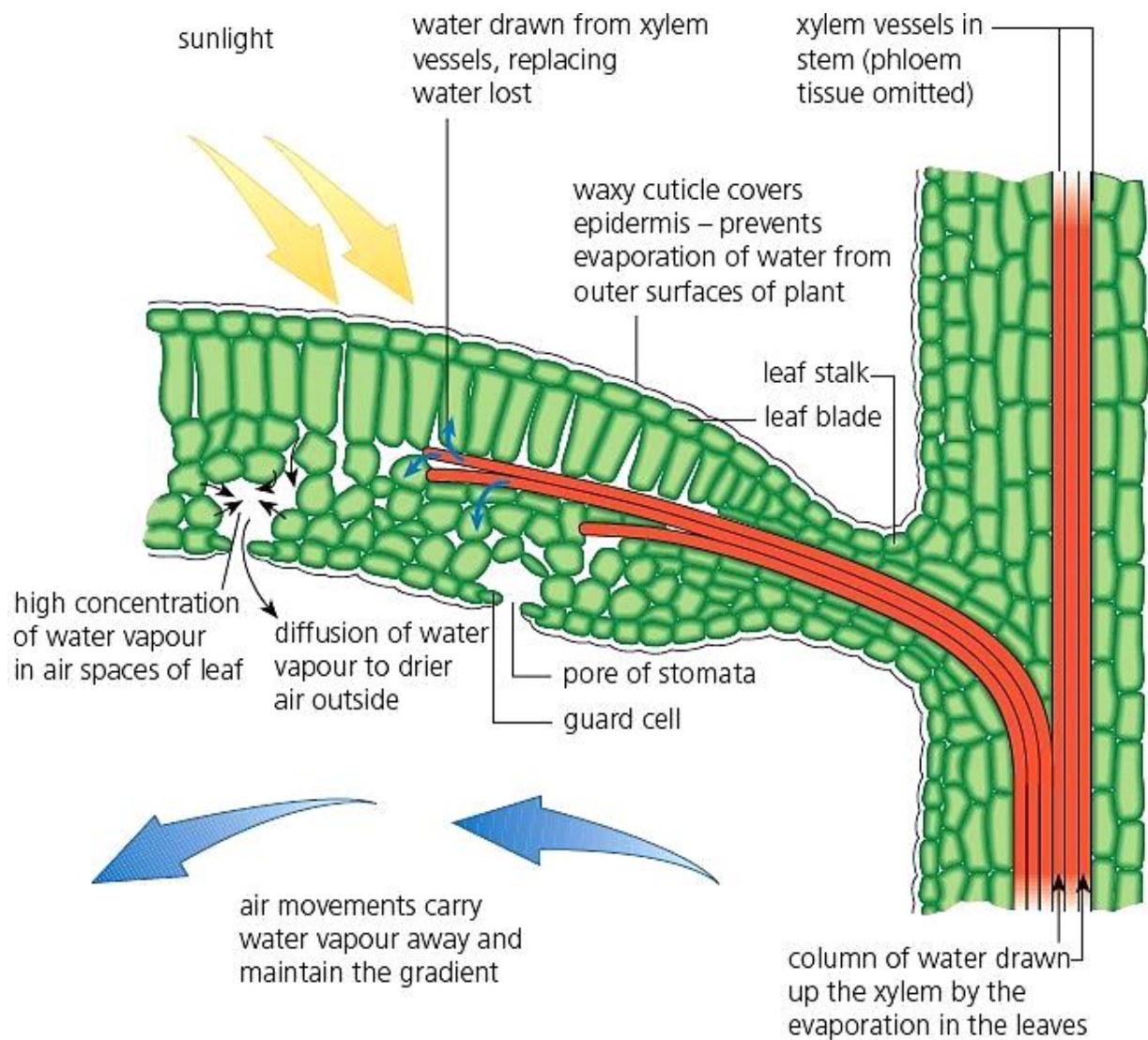
ภาพที่ 1 การลำเลียงน้ำและการคายน้ำ

ที่มา : <http://www.leavingcertbiology.net/chapter-25-nutrition-in-the-flowering-plant.html>

ประเภทของการคายน้ำแบ่งตามตำแหน่งที่ไอน้ำออกมาเป็น 3 ประเภท คือ

1. การคายน้ำทางปากใบ (Stomatal transpiration) เป็นการสูญเสียไอน้ำออกไปในรูปของไอน้ำสู่บรรยากาศผ่านทางปากใบ (Stomata) เรียกว่า สโตมาทอลทรานสไพเรชัน (Stomatal transpiration) โดยเฉพาะที่ผิวใบด้านล่าง (Lower epidermis) เนื่องจากมีปากใบจำนวนมากเป็นทางออกของไอน้ำ พืชต่างชนิดกันมีความสามารถในการคายน้ำได้ไม่เท่ากันถึงแม้จะอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เนื่องจากมีความแตกต่างของโครงสร้างและส่วนประกอบของพืช เช่น ลักษณะและขนาดของใบ สารเคลือบผิวใบ เป็นต้น พืชนำน้ำเพียงส่วนน้อยจากที่ดูดขึ้นมาจากดินไปใช้ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เรียกว่า เมแทบอลิซึม (Metabolism) เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพียง 1-2 เปอร์เซ็นต์ น้ำส่วนใหญ่ออกมาจากการคายน้ำทางปากใบถึง 90 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นการคายน้ำทางปากใบ



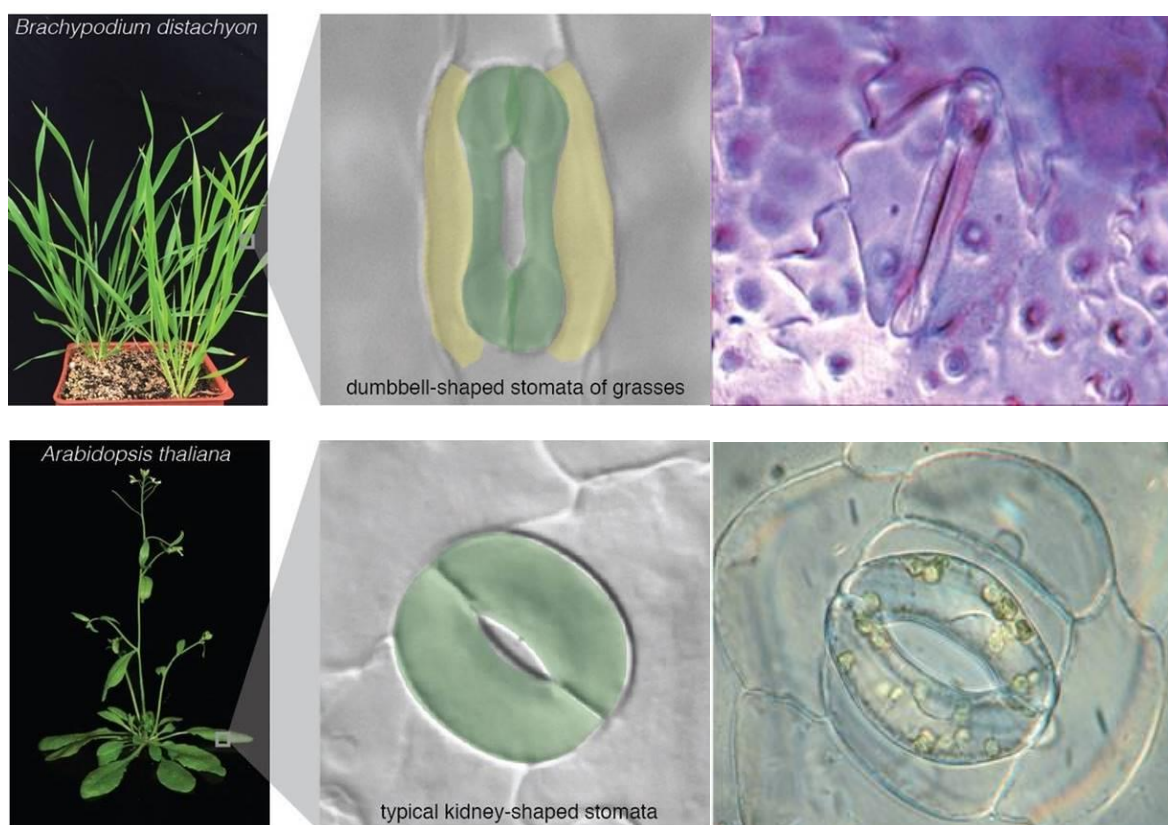


ภาพที่ 2 การคายน้ำออกทางปากใบ (Stomatal transpiration)

ที่มา : http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab9/images/transpul.gif

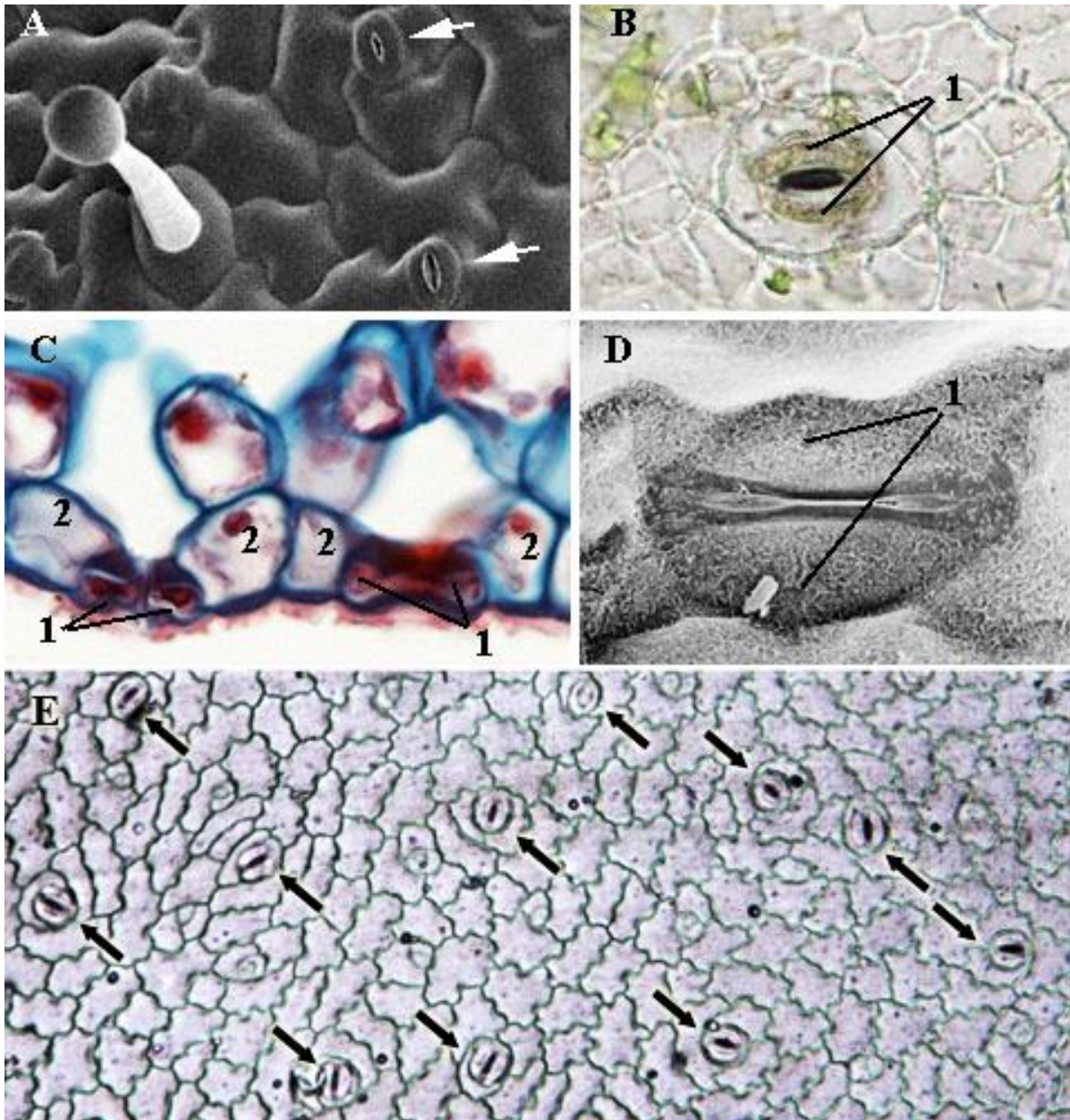


ปากใบ (Stoma) เป็นส่วนของเอพิเดอร์มิส (Epidermis) ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อทำหน้าที่ในการคายน้ำและแลกเปลี่ยนแก๊ส ประกอบด้วยเซลล์คุม (Guard cell) 2 เซลล์ บริเวณระหว่างเซลล์คุมทั้งสองเรียกว่า รูปากใบ (Stomatal pore) มีเซลล์ข้างเคียง (Subsidiary cell) อยู่ข้าง ๆ เซลล์คุม โดยเซลล์คุมมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากเอพิเดอร์มิสอื่น ๆ คือมีคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) จึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ มีผนังเซลล์ที่หนาไม่เท่ากัน โดยด้านในหรือด้านที่หันเข้าหากันจะหนากว่าด้านอื่น และมีการเรียงตัวของเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose microfibril) ในแนวรัศมีทำให้เซลล์คุมโค้งได้เมื่อเซลล์เต่ง ปากใบของพืชใบเลี้ยงคู่จะมีรูปร่างคล้ายรูปไต (Kidney shape หรือ Elliptical shape) ส่วนปากใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นรูปดรัมเบลล์ (Dumb bell shape)



ภาพที่ 3 รูปร่างของปากใบ รูปดรัมเบลล์ (Dumb bell shape) ของ *Brachypodium distachyon*. (บน)
และรูปร่างคล้ายรูปไต (Kidney shape หรือ Elliptical shape) ของ *Arabidopsis thaliana*. (ล่าง)
ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/Dumb-bell-shaped-stoma-of-rice-typical-of-the-grasses-left-and-the-kidney-shaped-stoma_fig2_10603718

https://cosmos-magazine.imgix.net/file/spina/photo/5251/050716_stomata_1.jpg?fit=clip&w=835



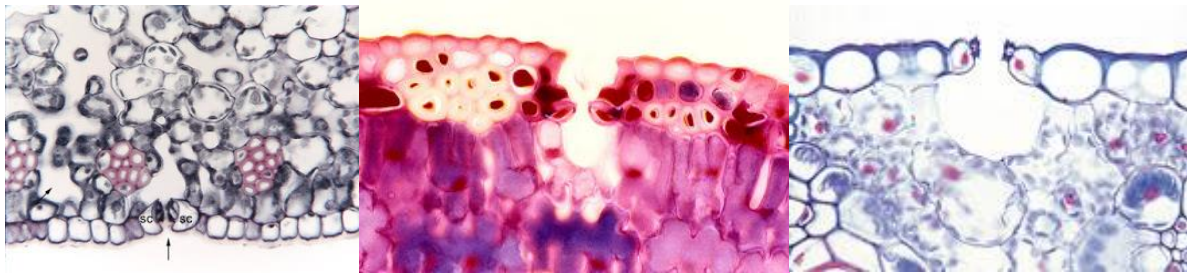
ภาพที่ 4 ปากใบ 1 แสดงเซลล์คุม (Guard cells) และ 2 เซลล์ข้างเคียง (Subsidiary cells)

ที่มา : <http://www.vcbio.science.ru.nl/en/virtuallessons/leaf/basicanatomy/#leaf-anatomy>



ประเภทของปากใบสามารถจำแนกตามชนิดของพืชที่เจริญอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 1) ปากใบแบบธรรมดา (Typical stomata) เป็นปากใบของพืชทั่ว ๆ ไป โดยมีเซลล์คุมอยู่ในระดับเดียวกับเอพิเดอร์มิส (Epidermis) พบในพืชที่เจริญอยู่ในที่ ๆ มีน้ำอุดมสมบูรณ์พอสมควร (Mesophyte)
- 2) ปากใบแบบจม (Sunken stomata) เป็นปากใบที่อยู่ลึกเข้าไปในเนื้อใบเซลล์คุมอยู่ลึกกว่าหรือต่ำกว่าชั้นของเอพิเดอร์มิส (Epidermis) พบในพืชที่อยู่ในที่แห้งแล้ง (Xerophyte) เช่น พืชทะเลทราย พวกกระบองเพชร พืชป่าชายเลน (Halophyte) เช่น โกกงาง แสม ลำพู เป็นต้น
- 3) ปากใบแบบยกสูง (Raised stomata) เป็นปากใบที่มีเซลล์คุมอยู่สูงกว่าระดับชั้นของเอพิเดอร์มิส (Epidermis) ทั่วไป เพื่อช่วยให้น้ำระเหยออกจากปากใบได้เร็วขึ้นพบได้ในพืชที่เจริญอยู่ในน้ำที่มีน้ำมากหรือชื้นแฉะ (Hydrophyte)



ภาพที่ 5 ปากใบแบบต่าง ๆ

ที่มา : <http://salinee2509762.blogspot.com/>

เรื่องน่ารู้กับครูละมุล

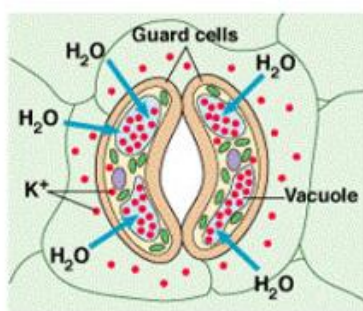
พืชบกทั่ว ๆ ไปจะมีความหนาแน่นของปากใบด้านล่างมากกว่าด้านบนเนื่องจากพืชบกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีแก๊สต่างๆ และความชื้นในบรรยากาศน้อยจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำมากตามไปด้วยพืชปรืมน้ำเช่น บัว ผิวน้ำด้านบนมีความหนาแน่นของปากใบมากและผิวน้ำด้านล่างไม่มีปากใบเนื่องจากได้รับน้ำอยู่ตลอดเวลา การมีรูปากใบที่ผิวน้ำมากจะช่วยให้การคายน้ำได้รวดเร็ว และได้รับแก๊สที่เข้ามาทางรูปากใบจากบรรยากาศมากพืชน้ำเป็นพืชที่อยู่ในน้ำจะไม่มีปากใบ เช่น สาหร่าย และพืชทนแล้งเป็นพืชที่ขึ้นในสภาพแห้งแล้ง มีโครงสร้างช่วยกักเก็บน้ำไว้ในเซลล์ได้มากเรียงกันหลายชั้น รวมทั้งผิวน้ำทั้งด้านบนและด้านล่างยังมีสารคิวติเคิลเคลือบเพื่อลดการสูญเสียน้ำและจำนวนปากใบที่อยู่บนผิวน้ำด้านบนและด้านล่างน้อยมากเมื่อเทียบกับพืชบกทั่วๆ ไป



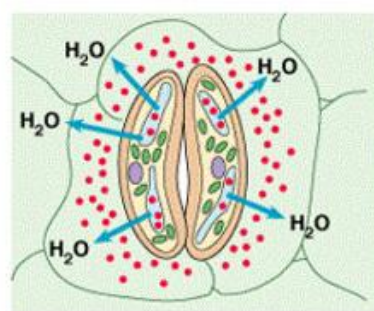


กลไกการเปิด-ปิดปากใบ

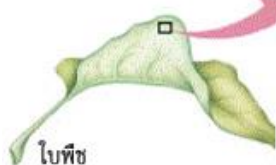
ปากใบเปิดปิดได้ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเต่ง (Turgor pressure) หรือความเต่งของเซลล์คุม โดยเมื่อน้ำจากเซลล์ข้างเคียงออสโมซิส (Osmosis) เข้าสู่เซลล์คุม ทำให้เซลล์คุมมีแรงดันเต่งมากขึ้น จึงดันให้ผนังเซลล์ทางด้านนอกโป่งออกและมีผลทำให้ผนังเซลล์ด้านในที่หนาถูกดึงให้โค้งตามไปด้วย จึงเกิดช่องว่างขึ้นระหว่างผนังเซลล์ด้านในของเซลล์คุมเรียกว่า รูปากใบ (Stomatal pore) ยิ่งเซลล์คุมมีแรงดันเต่งมากขึ้นก็ยิ่งจะทำให้รูปากใบเปิดกว้างมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าออสโมซิสออกจากเซลล์คุมจะทำให้แรงดันเต่งลดลง ทำให้ผนังเซลล์ของเซลล์คุมหดตัวทำให้รูปากใบแคบลง และถ้าสูญเสียน้ำมากปากใบก็จะอาจปิดสนิทได้



ปากใบเปิด (stomata open)



ปากใบปิด (stomata close)

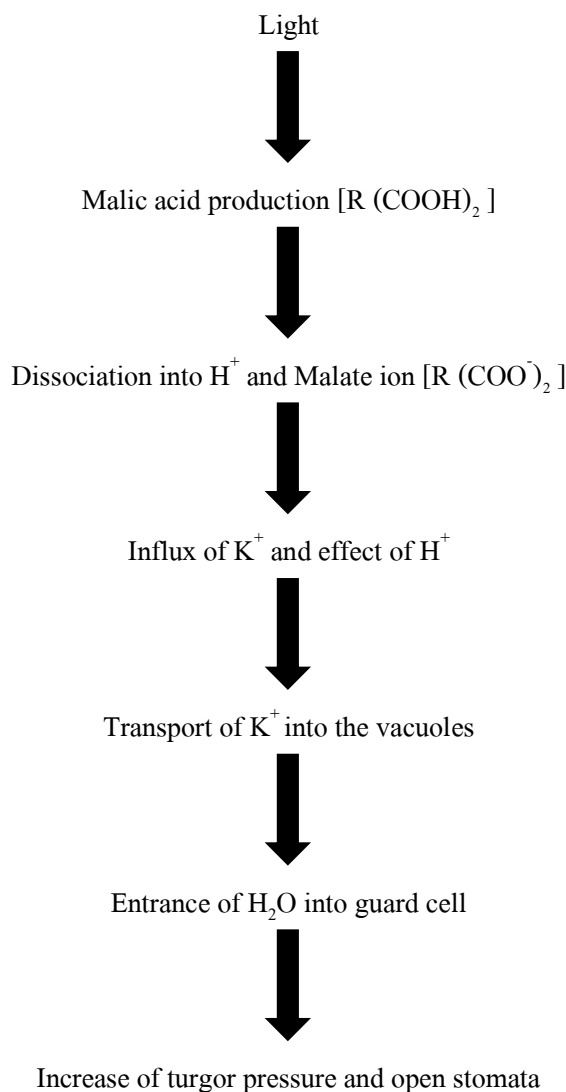
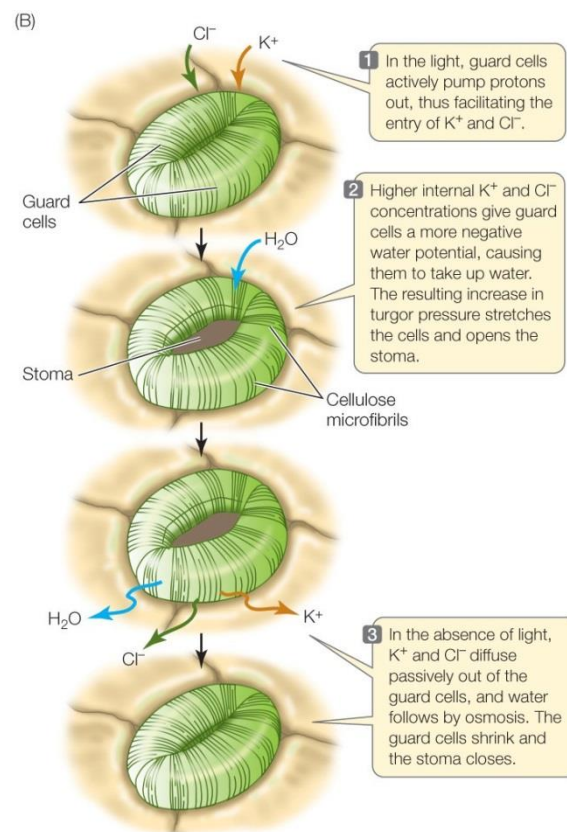
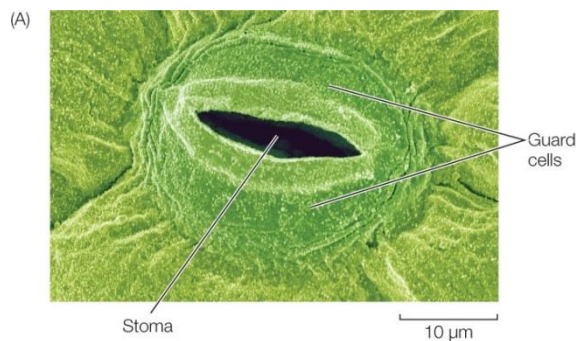


ใบพืช

ภาพที่ 6 การเปิด - ปิดปากใบ

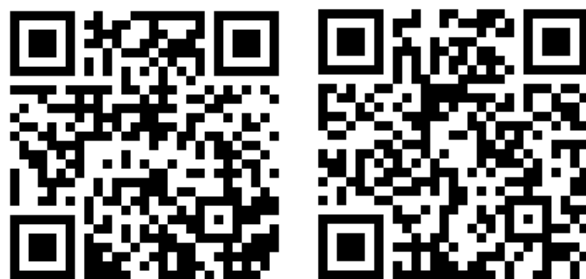
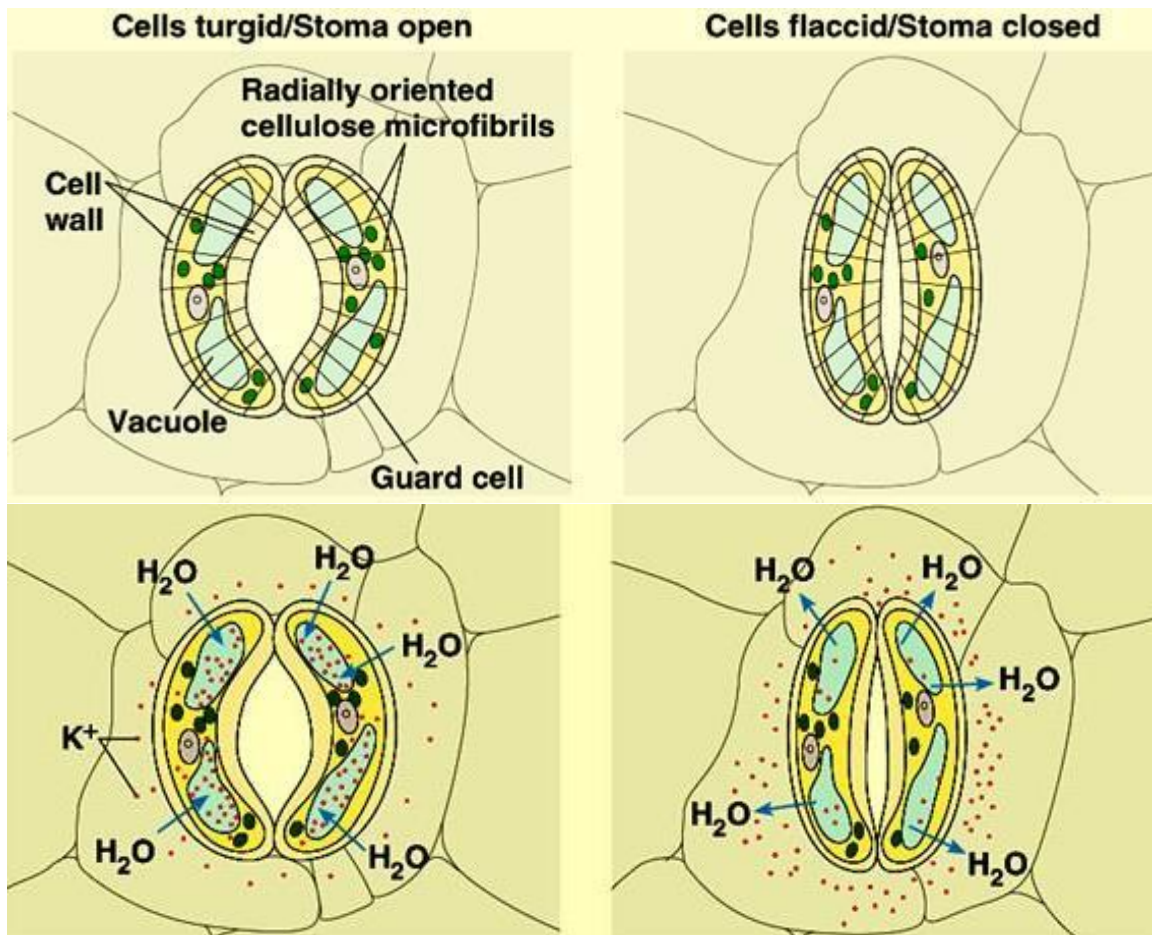
ที่มา : <http://61.19.202.164/smtip/D1/Page4.html>

ทฤษฎีที่นำมาอธิบายการเปิดปิดปากใบและมีการทดลองหลายการทดลองของนักวิทยาศาสตร์สนับสนุนทฤษฎีด้วย คือ ทฤษฎีการเคลื่อนย้ายโปรตอน (Theory of proton transport concept) หรืออาจเรียกว่า Active K^+ transport mechanism ซึ่งกล่าวว่า ขณะที่ปากใบเปิดจะมี K^+ ในเซลล์คุมเป็นจำนวนมาก เมื่อปากใบปิดจะมี K^+ ในเซลล์ข้างเคียงเป็นจำนวนมาก โดยสามารถอธิบายปริมาณของ K^+ ได้จากในขณะที่มีแสงเซลล์คุมซึ่งภายในมีคลอโรพลาสต์ก็จะมีการสังเคราะห์ด้วยแสงและสร้างกรดมาลิก (Malic acid) หรือ มาเลต (Malate) และปลดปล่อย H^+ ออกนอกเซลล์คุม ซึ่งมาเลตมีประจุเป็นลบ ทำให้เกิดการขนส่ง K^+ เข้ามาภายในเซลล์คุม ส่งผลให้ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์คุมเพิ่มขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึงออสโมซิสเข้ามาในเซลล์คุม ทำให้เซลล์คุมเต่งและปากใบเปิด



ภาพที่ 7 กลไกการเปิด-ปิดปากใบ

ที่มา : http://www.macmillanhighered.com/BrainHoney/Resource/6716/digital_first_content/trunk/test/hillis2e/hillis2e_ch25_4.html <https://www.youtube.com/watch?v=L5DxXaBVDYg>



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยภายในเซลล์คุม การเปิดของปากใบเมื่อเกิดการออสโมซิสของน้ำเข้าสู่เซลล์คุมและการปิดของปากใบเมื่อน้ำออสโมซิสออกจากเซลล์คุม

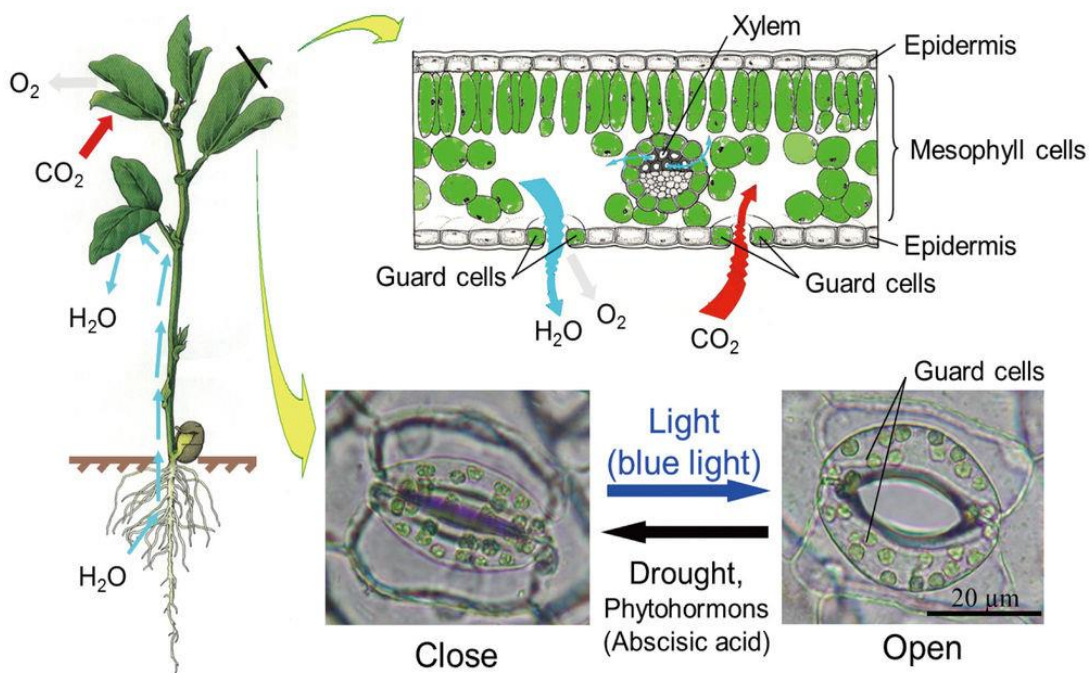
ที่มา : http://preuniversity.grkraj.org/html/4_PLANT_AND_WATER_RELATIONSHIP.htm



ปัจจัยควบคุมการปิด-เปิดปากใบ

1. แสงสว่าง นักสรีรวิทยาพืชเชื่อว่าแสงสว่างทำให้ปากใบเปิดและความมืดทำให้ปากใบปิด ซึ่งมีสมมติฐานเกี่ยวกับแสงสว่างที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปิด-เปิดปากใบ 3 ประการ คือ

1.1 การสังเคราะห์ด้วยแสง ในขณะมีแสงสว่างเซลล์คุมจะสังเคราะห์ด้วยแสง จึงมีน้ำตาลเพิ่มขึ้น และทำให้แรงดันออสโมติกสูงน้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์คุม แรงดันเต่งภายในเซลล์คุมจึงสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามปริมาณน้ำที่แพร่เข้าไป ปากใบจึงเปิดออก ส่วนในเวลากลางคืนไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง น้ำตาลในเซลล์คุมถูกกลาเลียงไปส่วนอื่น ๆ หรือถูกเปลี่ยนเป็นแป้งที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้แรงดันออสโมติกต่ำลง น้ำจึงแพร่ออกไปสู่เซลล์ข้างเคียง แรงดันเต่งภายในเซลล์คุมลดลง ปากใบจึงปิด



ภาพที่ 9 การเปิดของปากใบเมื่อได้รับแสง

ที่มา : http://www.aip.nagoya-u.ac.jp/en/public/nu_research/images/20171109155402.jpg

1.2 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในใบ ในเวลากลางวันปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์คุมลดลง เนื่องจากถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง มีผลทำให้ pH สูงขึ้น ซึ่งเหมาะต่อปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาล แรงดันออสโมติกจึงสูงขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์คุม ปากใบจึงเปิด ส่วนในเวลากลางคืนใบมีการสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจ มีผลทำให้ pH ต่ำลง ซึ่งเหมาะต่อปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลในเซลล์คุมให้เป็นแป้ง แรงดันออสโมติกจึงต่ำลง น้ำจึงแพร่ออกจากเซลล์คุม ปากใบจึงปิด



1.3 ปริมาณโพแทสเซียมไอออน (K^+) เมื่อใบได้รับแสงสว่างพบว่าจะมีการลำเลียงโพแทสเซียมไอออนจากเซลล์ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์คุมเป็นจำนวนมากพร้อม ๆ กับการสร้างกรดมาลิก (Malic acid) ขึ้นภายในเซลล์คุม ทำให้แรงดันออสโมติกสูงขึ้น น้ำจออสโมซิสเข้าสู่เซลล์คุม ปากใบจึงเปิด ซึ่งสมมติฐานข้อนี้มีหลักฐานสนับสนุนที่น่าเชื่อถือมากที่สุด

2. อุณหภูมิเป็นผลทางอ้อมต่อการปิด-เปิดปากใบ คือเมื่ออุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็งหรือสูงเกินกว่า 35 องศาเซลเซียส จะทำให้ปากใบแคบลงหรือปิด เนื่องจากถ้าอุณหภูมิสูง การหายใจจะมากขึ้นปริมาณ CO_2 จะมาก เมื่อ CO_2 ปากใบจะปิด

ตารางที่ 1 แสดงผลของอุณหภูมิต่อขนาดของปากใบของข้าวโพด (Moss, 1965 อ้างถึงในสุนนทิพย์ บุนนาค, 2542)

อุณหภูมิ (องศา)	ความกว้างของปากใบ (μ)
14	2
20	3
30	5
40	7

3. ปริมาณน้ำภายในใบน้ำทำให้เกิดแรงดันเต่ง (Turgor pressure) ถ้ามีน้ำมากก็จะมีแรงดันเต่งดันเซลล์คุมทำให้รูปากใบเปิดกว้าง แต่เมื่อใบขาดน้ำจะทำให้แรงดันเต่งภายในใบลดลง ทำให้รูปากใบปิดชั่วคราว ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาบ่ายเมื่อมีการคายน้ำมาก และในกรณีที่พืชมีความเครียดที่เกิดจากการขาดน้ำจะมีกรดแอบไซซิก (ABA) ในเซลล์คุมสูง ซึ่งจะชักนำให้ K^+ ออกจากเซลล์คุมทำให้ปากใบปิด

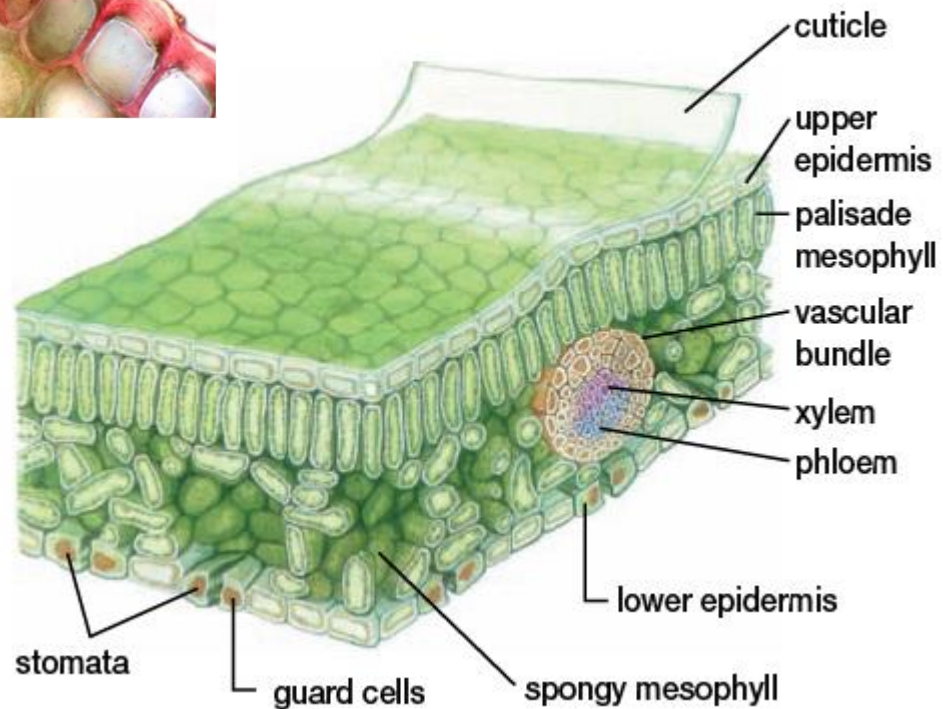
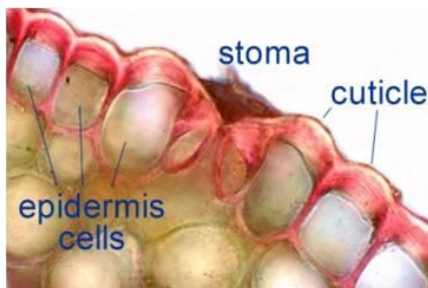
เรื่องน่ารู้กับครูละมุล

พืชอวบน้ำ (Succulent) เช่น กระบองเพชร และพวก Crassulacean acid metabolism metabolism (CAM) ปากใบเปิดตอนกลางคืนและปิดในตอนกลางวันเนื่องจากเป็นพืชที่เจริญในที่แห้งแล้ง จึงต้องปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียน้ำ





2. การคายน้ำทางผิวใบ (Cuticular transpiration) เป็นการคายน้ำที่กำจัดไอน้ำออกมาทางผิวใบ ซึ่งเกิดขึ้นได้น้อยมากไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากที่บริเวณผิวใบมีสารคิวทิน (Cutin) ซึ่งเป็นสารประกอบคล้ายขี้ผึ้งเคลือบกลายเป็นชั้นคิวทิเคิล (Cuticle) ทำให้ไอน้ำออกทางผิวใบได้น้อยจะเกิดบริเวณที่คิวทิเคิลบางมากและเกิดการแตกทำให้ไอน้ำระเหยออกมาซึ่งมีเพียงเล็กน้อยและถ้าหากพืชชนิดใดมีชั้นคิวทิเคิลหนา น้ำก็ยิ่งออกได้ยากมากขึ้น



ภาพที่ 10 ชั้นคิวทิเคิล (Cuticle)

ที่มา : <https://qph.ec.quoracdn.net/main-qimg-75612e615697980f8b712be108f5acfb-c>

[http://tpsbiology11student.wikispaces.com/file/view/LeafCrossSection.jpg/](http://tpsbiology11student.wikispaces.com/file/view/LeafCrossSection.jpg/112257869/LeafCrossSection.jpg)

112257869/LeafCrossSection.jpg



3. การคายน้ำทางเลนติเซล (Lenticular transpiration) เป็นการคายน้ำที่กำจัดไอน้ำออกจากโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายรอยแตกที่ผิวของลำต้นหรือกิ่ง เรียกว่า เลนติเซล (Lenticel) ซึ่งพบตามเปลือกลำต้นและกิ่งของพืชที่มีการเจริญเติบโตทุกฤดูในพืชบางชนิดเท่านั้น อาจจะเป็นรอยตามขวางหรือตามยาวก็ได้แล้วแต่วิธีการสูญเสียไอน้ำทางเลนติเซลน้อยมากเพราะเซลล์ของเลนติเซลเป็นคอร์กเซลล์ทำให้น้ำผ่านเข้าออกได้น้อย



ภาพที่ 11 แสดงเลนติเซล (Lenticel)

ที่มา: https://biocyclopedia.com/index/principles_of_horticulture/secondary_growth.php



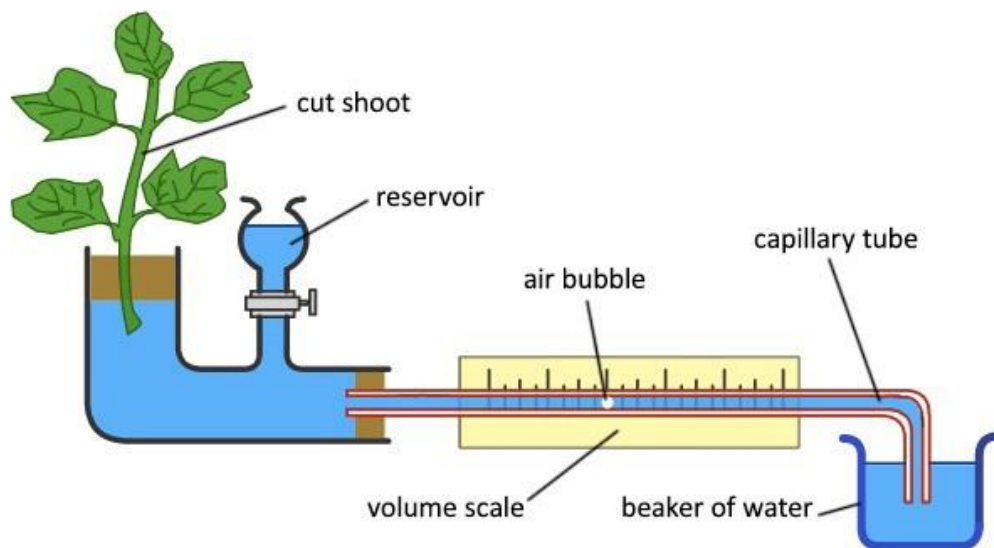
การคายน้ำทางผิวใบและเลนทิเซลถือว่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับการคายน้ำทางปากใบ แต่ในสภาพที่พืชขาดน้ำ ปากใบจะปิด ดังนั้นการคายน้ำทางผิวใบและเลนทิเซล จะช่วยลดอุณหภูมิให้กับพืชได้บ้างทำให้ลำต้นพืชไม่ร้อนมากจนเกินไป

วิธีวัดการคายน้ำ

พืชต่างชนิดกันหรือพืชชนิดเดียวกันแต่เจริญในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน อัตราการคายน้ำจะแตกต่างกันไป การวัดอัตราการคายน้ำจะวัดเป็นหน่วยน้ำหนักหรือปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีวิธีวัดหลายวิธี ดังนี้

1. การวัดโดยใช้เครื่องมือโพโตมิเตอร์ (Potometer method) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอัตราการคายน้ำของพืชโดยเฉพาะ เมื่อมีการคายน้ำจะทำให้ฟองอากาศในหลอดคาปิลลารีเคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ ซึ่งจะใช้ฟองอากาศเป็นตัววัดการคายน้ำบนมาตรตราส่วน ถ้าจะทดลองใหม่ก็เปิดน้ำจากกรวยช้ำมือเพื่อดันให้ฟองอากาศเคลื่อนกลับไปที่จุดเริ่มต้น

2. การวัดอัตราการคายน้ำโดยใช้กระดาษซูปโคบอลท์คลอไรด์ (Cobalt chloride paper method) โดยนำกระดาษที่ซูปสารโคบอลท์คลอไรด์ (CoCl_2) เข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ที่แห้งแล้วซึ่งจะมีสีน้ำเงินไปปะลงบนแผ่นเซลลูโลสโค้ง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ถูกไอน้ำในอากาศ แล้วนำไปประกบใบไม้โดยให้ด้านที่มีกระดาษซูปสารโคบอลท์คลอไรด์อยู่ด้านใน เมื่อเกิดความชื้นจากน้ำที่พืชคายออกมากระดาษซูปสารโคบอลท์คลอไรด์จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นชมพู วิธีนี้วัดได้เพียงว่ามีอัตราการคายน้ำช้าหรือเร็วต่างกันเพียงใด แต่ไม่สามารถหาอัตราการคายน้ำของพืชอย่างละเอียดได้



ภาพที่ 12 โพโตมิเตอร์ (Potometer)

ที่มา : <http://www.passmyexams.co.uk/GCSE/biology/images/potometer.jpg>



ปัจจัยที่ควบคุมการคายน้ำของพืช

1. ปัจจัยภายนอกหรือสิ่งแวดล้อม (External or environmental factor)

1. แสงสว่าง เป็นปัจจัยที่ทำให้ปากใบเปิด โดยเมื่อความเข้มแสงสูงขึ้น รูปากใบจะเปิดมากขึ้นเป็นผลให้เกิดการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น และเมื่อความเข้มแสงลดลง รูปากใบจะเปิดน้อยลงเป็นผลให้เกิดการคายน้ำได้น้อยลงด้วย ดังนั้นพืชจึงคายน้ำในขณะที่มีแสงสว่างได้มากกว่าในที่มืดแต่ในบางครั้งแม้ความเข้มของแสงมาก แต่น้ำในดินน้อย พืชเริ่มขาดแคลนน้ำ รูปากใบจะปิดเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ

2. อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศลดลง น้ำจะระเหยเกิดการคายออกจากปากใบได้มากขึ้น โดยจากการทดสอบพบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พืชจะคายน้ำได้เร็วเป็น 3 เท่าของที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิสูงมากเกินไปหรือสูงเกินกว่า 35 องศาเซลเซียส จะทำให้ปากใบแคบลงหรือปิดเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ

3. ความชื้นในอากาศ ถ้าความชื้นในอากาศลดลง ปริมาณของน้ำในใบและในอากาศแตกต่างกันมากขึ้นจะทำให้ น้ำระเหยออกจากปากใบมากขึ้นเกิดการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าความชื้นในอากาศสูงหรือปริมาณน้ำในใบและในอากาศแตกต่างกันน้อยจะทำให้การคายน้ำลดลง

4. กระแสลม กระแสลมที่พัดผ่านไปจะช่วยพัดพาเอาไอน้ำที่พืชคายออกมาไปสู่ที่อื่น ทำให้ไอน้ำบริเวณรอบ ๆ พืชไม่อิ่มตัว น้ำจะระเหยออกจากปากใบเกิดการคายน้ำเพิ่มขึ้น และการที่มีลมพัดยังทำให้ใบเคลื่อนไหวอีกด้วย ซึ่งเป็นผลให้มีไซฟิลล์ (Mesophyll) มีการเคลื่อนไหว จึงช่วยไล่ไอน้ำในออกมามากขึ้น การคายน้ำก็มีอัตราสูงขึ้น แต่ถ้าลมแรงมากจนเป็นพายุ ปากใบมักจะปิด การคายน้ำก็ลดลง และถ้าไม่มีลมหรือลมสงบ ไอน้ำที่คายออกมาจากปากใบก็จะยังคงอยู่ในบรรยากาศใกล้ ๆ ผิวใบจึงทำให้บรรยากาศรอบ ๆ ใบมีไอน้ำสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ทำให้อัตราของการคายน้ำลดลง

ตารางที่ 2 ผลของลมที่มีต่อค่าความต้านทานของอากาศ (r_a) ของใบฝ้ายซึ่งกว้าง 10 ซม. (Pandey and sinha, 1986 อ้างถึงใน สุนันทิพย์ บุณนาค 2542)

ความเร็วของลม (ชม./วินาที)	R_a (วินาที-ชม.)
0.1	3.0
1.0	1.0
10.0	0.3



ถ้าการเคลื่อนที่ของอากาศอยู่ในสภาวะสงบ ใอน้ำจะจับตัวกันอยู่รอบ ๆ ผิวใบ ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในใบกับบริเวณผิวใบไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ถ้าอากาศเคลื่อนที่เร็ว ใอน้ำบริเวณผิวใบที่พืชคายออกมาก็จะแพร่เร็ว ทำให้อากาศบริเวณผิวใบแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบกับบริเวณผิวใบแตกต่างกันมาก พืชจะมีการคายน้ำออกจากใบมาก จึงกล่าวได้ว่าการคายน้ำขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความเร็วของลม ถ้าอุณหภูมิของอากาศไม่สูงเกินไปและใบอยู่ในที่ร่ม ลมจะช่วยเพิ่มการคายน้ำ แต่บางครั้งพบว่าถ้าลมพัดแรงจนเกินไป พืชจะมีการปรับตัว โดยการปิดปากใบ ทำให้สูญเสียน้ำลดลง

5. สภาพน้ำในดิน ถ้าน้ำในดินน้อยรากจะดูดน้ำได้น้อย ทำให้ใบได้รับน้ำไม่เพียงพอ แรงดันเต่งภายในเซลล์ลดลงทำให้ปากใบแคบลงหรือปิด ส่งผลให้อัตราการคายน้ำลดลง และเมื่อพืชเริ่มขาดแคลนน้ำพืชจะสังเคราะห์กรดแอบไซซิก (Abscissic acid : ABA) มีผลทำให้ปากใบปิด การคายน้ำก็จะยิ่งลดลง และแม้ในสภาพที่ดินมีน้ำอย่างเพียงพอแต่สภาพต่าง ๆ ไม่เหมาะสมต่อการดูดน้ำของรากพืช เช่น การระบายอากาศภายในดินไม่ดีพอ หรืออุณหภูมิของดินต่ำเกินไป ก็อาจทำให้การคายน้ำเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย

6. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยทั่วไปเมื่อพืชอยู่ในที่ที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงมากกว่าปกติ จะทำให้ปากใบแคบลง ส่งผลให้การคายน้ำลดลง และถ้าความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ ปากใบจะเปิด ซึ่งทำให้การคายน้ำมาก

ตอนกลางวันพืชจะมีการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์บริเวณปากใบจึงมีน้อย ปากใบจึงเปิด พืชจะมีการคายน้ำมากในตอนกลางวัน ส่วนในตอนกลางคืนพืชไม่ได้สังเคราะห์ด้วยแสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณมาก ปากใบจึงปิด การคายน้ำตอนกลางคืนจึงน้อยกว่าตอนกลางวัน

7. ความกดดันของบรรยากาศ (Atmospheric pressure) ในที่ที่มีความกดดันของบรรยากาศต่ำอากาศจะบางลงและความแน่นน้อย เป็นโอกาสใให้อุณหภูมิไ้แพร่ออกไปจากใบได้ง่ายทำให้พืชคายน้ำได้มาก เช่น พืชที่ขึ้นบนภูเขาสูง ๆ พบว่ามีอัตราการคายน้ำสูงมาก เนื่องจากบนภูเขามีความกดดันต่ำแต่ถ้าความดันของบรรยากาศสูง ใบก็จะคายน้ำได้น้อยลง





2. ปัจจัยภายในหรือปัจจัยเนื่องจากลักษณะโครงสร้างของพืช (Internal or structural factors)

1. จำนวนปากใบและลักษณะของปากใบจำนวนของปากใบต่อพื้นที่ใบของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถแสดงอัตราการคายน้ำของพืชได้ดังสมการ

$$I = \frac{S}{E+S}$$

I = Stomatal index

S = จำนวนของปากใบต่อหน่วยพื้นที่

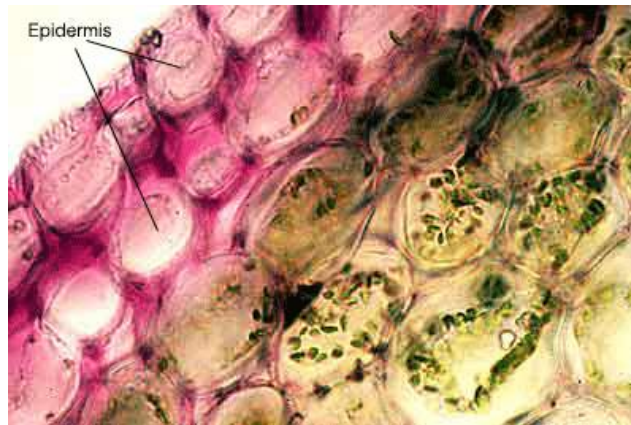
E = จำนวนของเซลล์เอพิเดอร์มิสต่อหน่วยพื้นที่

ค่า Stomatal index (I) มาก อัตราการคายน้ำจะสูง อาจกล่าวได้ว่าพืชที่มีปากใบต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วยมากจะคายน้ำมาก

ปากใบของพืชในเขตทะเลทรายจะเป็นแบบปากใบแบบจม (Sunken stomata) คือปากใบจะอยู่ต่ำกว่าผิวใบ คล้ายกับปากใบจมเข้าไปในเนื้อของใบทำให้เกิดเป็นห้องเล็ก ๆ เมื่อไอน้ำระเหยออกมาก็จะอยู่ในห้องนี้ก่อนที่จะระเหยออกสู่อากาศภายนอก ทำให้ไอน้ำไอบริเวณภายในห้องจึงมีความชื้นสูง น้ำจากใบก็จะระเหยออกยาก ช่วยลดการคายน้ำ เป็นการปรับตัวเองของพืช เพื่อสงวนน้ำเอาไว้ไม่ให้เสียไปมาก เพราะพืชพวกนี้มักขึ้นในที่แห้งแล้ง

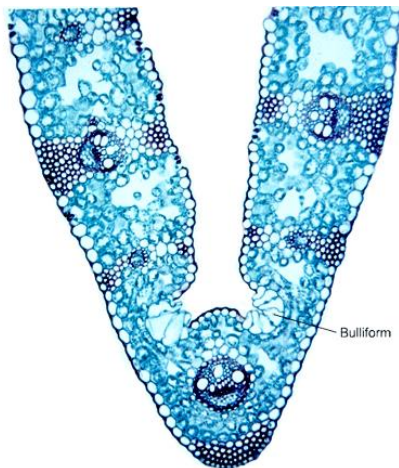
2. คิวติเคิล (Cuticle) ใบที่มีชั้นคิวติเคิลหนาจะคายน้ำได้น้อยกว่าพวกที่มีคิวติเคิลบาง ดังนั้นจึงมักพบว่าพืชในเขตร้อนและแห้งแล้งจะมีคิวติเคิลที่หนากว่าพืชในบริเวณที่มีความชื้นสูงและมีน้ำอุดมสมบูรณ์ ทำให้พืชในเขตร้อนทนต่อความแห้งแล้งได้ดีกว่า

3. การลดพื้นที่ผิวส่วนที่เกี่ยวข้องกับการคายน้ำ (Reduction to transpiring surface) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการคายน้ำมากที่สุดก็คือใบ หากใบมีขนาดเล็กก็ย่อมมีอัตราการคายน้ำน้อยกว่าใบที่มีขนาดใหญ่ เช่น ต้นกระบองเพชร จะมีการลดขนาดใบให้เล็กจนกลายเป็นหนาม พืชบางชนิดมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่น เมื่อเกิดการขาดแคลนน้ำ เซลล์ขนาดใหญ่และผนังเซลล์บางเรียกว่า บัลลiform เซลล์ (Bulliform cell) ที่ชั้นเอพิเดอร์มิสของใบข้าวโพดจะช่วยทำให้ใบเกิดการม้วนงอจากด้านข้างเข้ามายังส่วนกลางใบ ทำให้พื้นที่ผิวใบที่จะสัมผัสกับแสงแดดหรือสายลมลดลง ทำให้อัตราการคายน้ำลดลง และพืชบางชนิดอาจมีเอพิเดอร์มิสหนามากกว่า 1 ชั้น ซึ่งพบทางด้านหลังใบมากกว่าทางด้านท้องใบเรียกว่า มัลติเพิลเอพิเดอร์มิส (Multiple epidermis) โดยเซลล์ชั้นนอกสุดเรียกว่า เอพิเดอร์มิส (Epidermis) ส่วนเซลล์แถวที่อยู่ถัดเข้าไปเรียกว่า ไฮโปเดอร์มิส (Hypodermis) มักพบในพืชที่อยู่ในที่แห้งแล้งเพื่อช่วยลดการคายน้ำของพืช



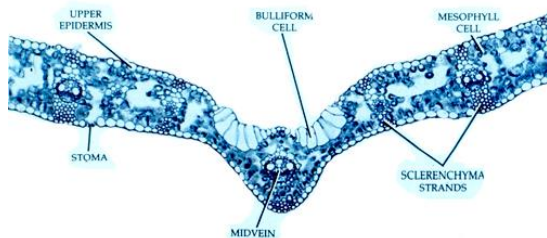
ภาพที่ 13 แสดงเอพิเดอร์มิสที่มีหลายชั้น (Multiple epidermis)

ที่มา: <http://www.nzplants.auckland.ac.nz/uoa/science/about/departments/sbs/newzealandplants/concepts/ground.cfm?redirected&>



ภาพที่ 15 การบิดงอของใบ

ที่มา: <http://sta.uwi.edu/fsa/lifesciences/BL11F/IMAGES/Lcaves%20D/07%20Buliform%20cells.html>



ภาพที่ 14 Bulliform cell

ที่มา: <http://plantandsoil.unl.edu/croptechology2005/UserFiles/Image/siteImages/3dLgActivityOnMonocots1.jpg>





4. อัตราส่วนของรากต่อต้น (Root/shoot ratio) ถ้าพืชมีรากมาก อัตราส่วนของรากต่อต้นก็จะเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถดูดน้ำได้มากขึ้น อัตราการคายน้ำก็จะเพิ่มมากขึ้น

5. ผิวนอกใบ พืชบางชนิดใบปกคลุมด้วยขนหรือบางชนิดขนมีการเปลี่ยนแปลงเป็นเส้นใย ซึ่งขนที่ปกคลุมเหล่านี้จะช่วยให้พืชมีการคายน้ำได้น้อยลง





ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

(Explanation)



นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปากใบจากกล้องจุลทรรศน์ที่นักเรียนวาดภาพไว้ว่าปากใบประกอบด้วอะไรบ้าง เซลล์คุมมีลักษณะอย่างไร และภายในเซลล์คุมพบส่วนประกอบอะไรบ้าง เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์ในชั้นเอพิเดอร์มิสอย่างไร ในพืชที่อยู่บนบก พืชปริ่มน้ำและพืชอวบน้ำหรือพืชทนแล้ง พบปากใบที่บริเวณใด



ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการทดลองตามบัตรกิจกรรมที่ 1 ศึกษาลักษณะของเซลล์คุมและปากใบ 2 กลุ่ม การทดลองบัตรกิจกรรมที่ 2 การคายน้ำของพืช ตอนที่ 1 รูปร่างใบกับการคายน้ำ 2 กลุ่ม และตอนที่ 2 สารเคลือบผิวกับการคายน้ำอีก 2 กลุ่มส่วนกลุ่มที่ไม่ได้ออกมานำเสนอให้สอบถามและช่วยกันเพิ่มเติมเพื่อสรุปผลการทดลองทั้ง 2 กิจกรรม



นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับส่วนประกอบและกลไกการเปิดและปิดของปากใบ จากนั้นนำความรู้ที่ได้จากการอภิปรายไปตอบคำถามใน**บัตรคำถามที่ 1** **ปากใบกับการคายน้ำ**



นักเรียนร่วมกันสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช





ปากใบกับการคายน้ำ



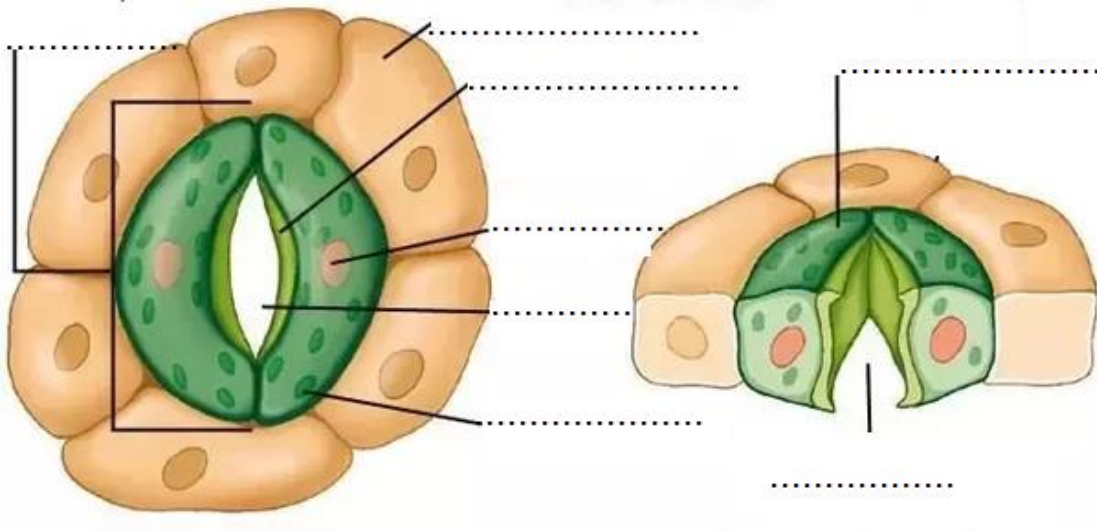
บัตรคำถามที่ 1



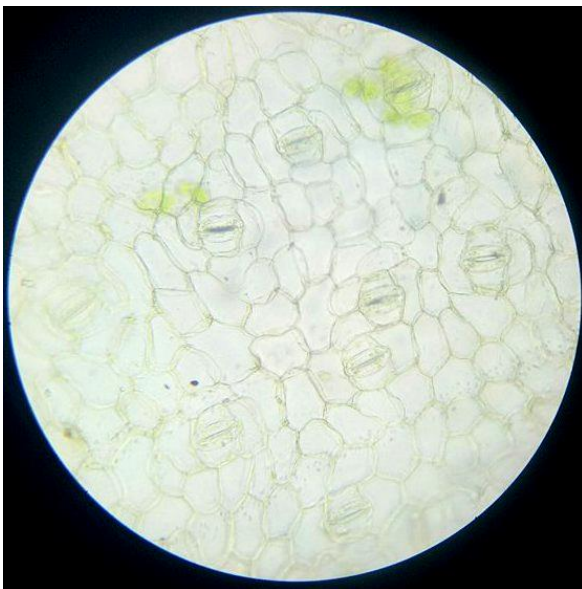
คำสั่ง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

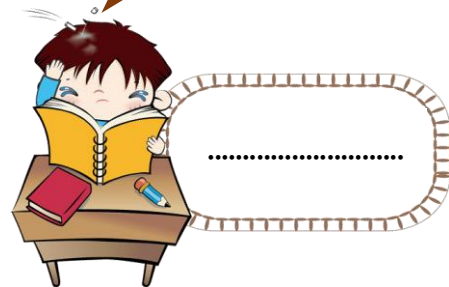
1. จากภาพแสดงปากใบ จงเติมชื่อส่วนประกอบของปากใบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



2. ให้นักเรียนใช้ปากกาสีแดง  ล้อมรอบปากใบให้ครบทั้ง 9 ปากใบและระบุว่าปากใบนี้เป็นปากใบประเภทใด



ระบุประเภทด้วย



BIOLOGY

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



3. จากภาพจงอธิบายขั้นตอนการเปิดปิดของปากใบ

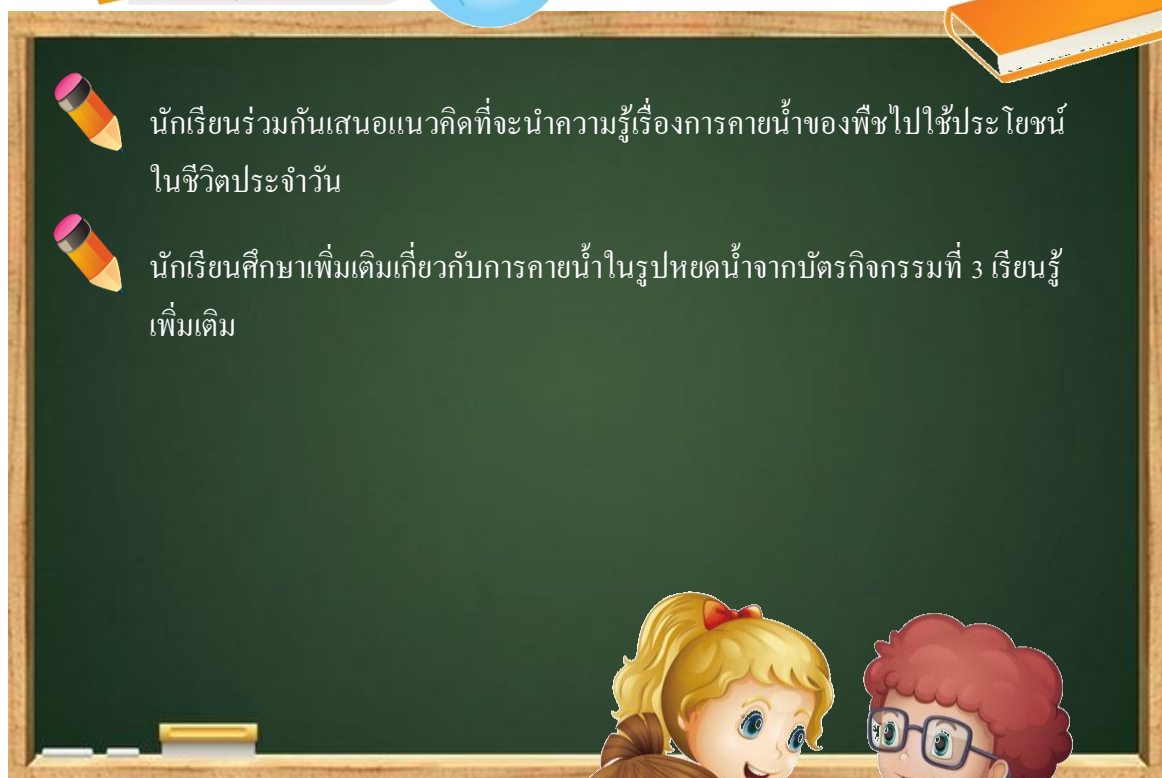
B
I
O
L
O
G
Y



นักเรียนร่วมกันเสนอแนวคิดที่จะนำความรู้เรื่องการคายน้ำของพืชไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน



นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคายน้ำในรูปหยดน้ำจากกิจกรรมที่ 3 เรียนรู้เพิ่มเติม





คำชี้แจง : ให้นักเรียนสังเกตภาพและสืบค้นข้อมูล ร่วมกันอภิปรายและนำข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายมาตอบคำถาม



ที่มา : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/hortmatt/2015/08hrt15a2f1.jpg>

1. นักเรียนพบอะไรในวงกลมสีแดง

ตอบ.....

2. สิ่งที่เกิดขึ้นในข้อ 1 เรียกว่าอะไร

ตอบ.....

3. ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นได้อย่างไร ในสภาวะแวดล้อมแบบใด

ตอบ.....
.....
.....



ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผ่านมาเกี่ยวกับการคายน้ำของพืชมาใช้ในการตอบคำถามจากบัตรคำถามที่ 2 การคายน้ำของพืช เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด



B
I
O
L
O
G
Y



การคายน้ำของพืช



บัตรคำถามที่ 2



คำสั่ง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การคายน้ำคืออะไร

ตอบ.....

.....

2. การคายน้ำมีความสำคัญต่อพืชอย่างไร

ตอบ.....

.....

3. พืชสูญเสียน้ำในรูปไอน้ำออกผ่านทางใดมากที่สุด

ตอบ.....

.....

4. พืชที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกันมีจำนวนและตำแหน่งของปากใบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

.....

5. แสงเกี่ยวข้องกับการเปิดปากใบอย่างไร

ตอบ.....

.....

.....

BIOLOGY



6. พืชอวบน้ำมีปากใบเหมือนหรือแตกต่างจากพืชทั่ว ๆ ไปอย่างไร

ตอบ.....
.....
.....

7. พืชทุกชนิดจำเป็นต้องมีปากใบหรือไม่เพราะอะไร

ตอบ.....
.....

8. เลนทิเซลคืออะไร

ตอบ.....
.....

9. ถ้าลมพัดแรงเกินไปมีผลต่อปากใบอย่างไร

ตอบ.....
.....

10. อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นอากาศแห้งมีผลทำให้พืชขาดน้ำหรือไม่

ตอบ.....
.....

11. รูเปิดบริเวณที่ขอบใบเรียกว่าอะไร

ตอบ.....
.....



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



12. กัดเซชันพบได้ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเท่านั้นใช่หรือไม่

ตอบ.....

13. เมื่อดินมีน้ำน้อยลงพืชเริ่มขาดแคลนน้ำพืชจะสังเคราะห์กรดใด

ตอบ.....

14. จากข้อ 13 มีผลต่อปากใบอย่างไร

ตอบ.....

15. พืชโดยทั่ว ๆ ไปปากใบพืชจะเปิดเวลากลางวันหรือกลางคืน

ตอบ.....

16. ความเข้มข้นของแสงเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และสารใดบ้าง

ตอบ.....

17. พืชอวบน้ำเช่นอะไร

ตอบ.....

B
I
O
L
O
G
Y





18. สารใดในผิวใบมีหน้าที่เคลือบอยู่เป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำ

ตอบ.....
.....

19. เมื่อมีแสงปริมาณ โฟตอนในเซลล์เพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ตอบ.....
.....

20. ABA หรือกรดแอบไซซิกอยู่ในปัจจัยใดที่มีผลต่อการคายน้ำ

ตอบ.....
.....



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 1 เนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง: 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (ปรนัย) จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

1. การคายน้ำของพืชเป็นการสูญเสียน้ำในรูปแบบใด
 - ก. ไอน้ำ
 - ข. แก๊ส
 - ค. การละลาย
 - ง. การสังเคราะห์ด้วยแสง
2. ขนาดรูปร่างของใบมีผลอย่างไรในการคายน้ำ
 - ก. ใบขนาดใหญ่จะมีการคายน้ำได้มากกว่า
 - ข. ใบขนาดเล็กจะมีการคายน้ำได้มากกว่า
 - ค. ใบขนาดใหญ่ และเล็กจะคายน้ำได้เท่ากัน
 - ง. ใบขนาดเล็กที่มีสีใบที่เข้มจะมีการคายน้ำมากกว่าใบใหญ่
3. ข้อใด ไม่ใช่ ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
 - ก. ความเข้มของแสง
 - ข. อุณหภูมิ
 - ค. จำนวนใบ
 - ง. ดิน

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ

B
I
O
L
O
G
Y



4. ปากใบพืชปิดเมื่อไร

- ก. K^+ ไหลออกจาก guard cell
- ข. น้ำ ไหลออกจาก guard cell
- ค. K^+ ไหลเข้าไปใน guard cell
- ง. Malate ไหลออกจาก guard cell

5. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. การคายน้ำของพืชช่วยให้ใบของพืชมีความชุ่มชื้น
- ข. การคายน้ำของพืชช่วยลดอุณหภูมิภายในลำต้นและใบ
- ค. การคายน้ำของพืชทำให้ใบของพืชมีลักษณะเหี่ยวแห้ง
- ง. การคายน้ำของพืชขึ้นอยู่กับ ขนาดใบ อุณหภูมิ ความเข้มของแสง เป็นต้น

6. สภาพการณ์เช่นใดที่จะเพิ่มอัตราการคายน้ำของพืชได้มากขึ้น

- ก. อากาศเย็นลง แห้ง และมีลมพัด
- ข. เจียบสงบ อากาศอบอุ่น ความชื้นสูง
- ค. ลมพัดแรง อากาศอบอุ่น แห้ง
- ง. เจียบสงบ อากาศอบอุ่น แห้ง

7. ปากใบมีหน้าที่

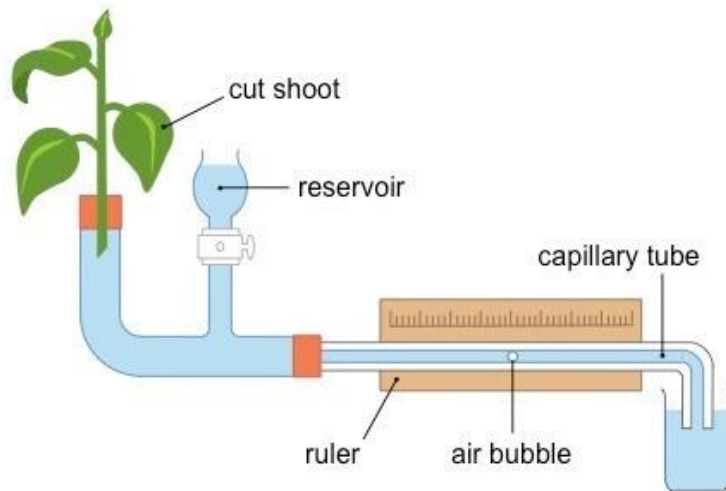
- ก. คายน้ำ
- ข. คายน้ำปล่อยออกซิเจน
- ค. คายคาร์บอนไดออกไซด์รับออกซิเจน
- ง. คายน้ำปล่อยออกซิเจนรับคาร์บอนไดออกไซด์

8. พืชชนิดใดที่มีปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับผิวใบ

- ก. มะนาว
- ข. กระบองเพชร
- ค. ตำลึง
- ง. พักทอง



9. จากภาพด้านล่างเป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดอัตราของ



- ก. การดูดน้ำของใบบริเวณยอด
- ข. น้ำที่ใบได้รับและนำไปใช้ประโยชน์
- ค. น้ำที่สูญเสียออกจากลำต้น
- ง. การดูดน้ำของรากสู่ลำต้น

10. พืชยืนต้นขนาดใหญ่จะมีการคายน้ำ (Transpiration) ทางใด

- ถ้ากำหนดให้ 1= Lenticels 2= Stoma 3= Root hair
 4= เนื้อเยื่อมีโซฟิลล์ 5= เนื้อเยื่อเวสเซล

- ก. เฉพาะ 1 และ 2
- ข. เฉพาะ 2 และ 3
- ค. เฉพาะ 1, 2 และ 4
- ง. เฉพาะ 1, 2, 4 และ 5

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



กระดาษคำตอบแบบทดสอบเรียน



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชุดที่ 1 เนื้อเยื่อพืช



ชื่อ.....สกุล.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงช่องเดียว

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
คะแนนที่ได้				



ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ

B
I
O
L
O
G
Y

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5



แบบสรุปคะแนนชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

คะแนนที่ได้

ชื่อ.....สกุล.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/..... เลขที่.....

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คะแนนร้อยละ
บัตรกิจกรรมที่ 1	5		
บัตรกิจกรรมที่ 2	5		
บัตรคำถามที่ 1	10		
บัตรคำถามที่ 2	10		
แบบทดสอบก่อนเรียน	10		
แบบทดสอบหลังเรียน	10		
รวม	50		

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
ได้คะแนน 31-50 คะแนน	ดี
ได้คะแนน 16-30 คะแนน	พอใช้
ได้คะแนน 0- 15 คะแนน	ปรับปรุง

ผลการประเมิน

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน


ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(นางละมุล สายสุดตา)

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

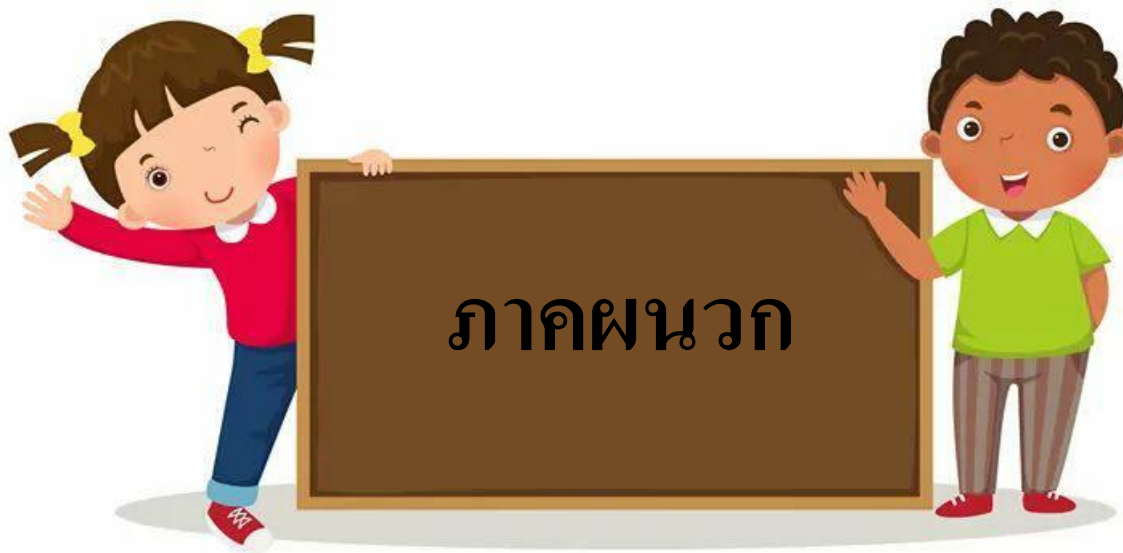
นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ



บรรณานุกรม



- เกษม ศรีพงษ์ และกิตติศักดิ์ ศรีพงษ์. 2557. คู่มือ-เตรียมสอบ ชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 3. กรุงเทพฯ: ภูมิ
บัณฑิต.
- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์และณัฐภัสสร ล่าเนตร์. 2554. หนังสือเรียน ชีววิทยา เพิ่มเติมเล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- พจน์ แสงมณี และขวัญสุดา ประวะภูโต. 2558. Compact ชีววิทยา ม. 5 เล่ม 4. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ด
ดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2559. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.
- สุนทวิทย์ บุญนาค. 2542. เอกสารประกอบการสอนเรื่องสรีรวิทยาเบื้องต้นของพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.



B I O L O G Y



ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช



ชื่อ.....สกุล.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงช่องเดียว

ข้อ	ก	ข
1	ก	ก
2	ง	ก
3	ค	ง
4	ง	ค
5	ข	ค
6	ก	ค
7	ค	ง
8	ค	ข
9	ก	ค
10	ค	ก

BIOLOGY



ชุดที่ 5 การคายน้ำของพืช

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

นางละมุล สายสุดตา
ครูชำนาญการ



ศึกษาลักษณะของเซลล์คุมและปากใบ



ผลการทดลอง

ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน โดยครูพิจารณาจากที่นักเรียนบันทึก

อภิปรายผลการทดลอง

1. เซลล์คุมที่สังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์มีรูปร่างลักษณะอย่างไร

ตอบ หากพืชที่นักเรียนนำมาทดลองเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ปากใบมักมีรูปร่างคล้ายรูปไต (Kidney shape หรือ Elliptical shape) ส่วนปากใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นรูปดรัมเบลล์ (Dumb bell shape)

2. ภายในเซลล์คุมพบส่วนประกอบอะไรบ้าง

ตอบ คลอโรพลาสต์

3. จากข้อ 2 ทำให้เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์ในชั้นเอพิเดอร์มิสอย่างไร

ตอบ การที่เซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์จึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงหรือสร้างอาหารเองได้

4. รูปร่างปากใบอยู่บริเวณใดของเซลล์คุม

ตอบ อยู่บริเวณระหว่างเซลล์คุม (Guard cell) ทั้ง 2 เซลล์

5. ปากใบที่สังเกตได้เปิดหรือปิด

ตอบ ขึ้นอยู่กับการสังเกตของนักเรียน ซึ่งส่วนใหญ่ปากใบจะเปิดเนื่องจากเวลาที่นักเรียนทำการทดลองเป็นเวลากลางวันและมีแสง

6. พืชที่อยู่บนบก พืชปริ่มน้ำและพืชใต้น้ำมีปากใบอยู่บริเวณใดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ พืชบกจะมีปากใบจำนวนมากบริเวณด้านล่างหรือท้องใบส่วนด้านบนหรือหลังใบจะมีน้อย พืชปริ่มน้ำจะมีปากใบเฉพาะด้านบน และพืชใต้น้ำจะไม่มีปากใบ



สรุปผลการทดลอง

เซลล์เอพิเดอร์มิสของใบบางเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คุมซึ่งมีรูปร่างคล้ายรูปไตหรือรูปครึ่งเบลล์ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช โดยเซลล์คุม 2 เซลล์ จะทำหน้าที่ควบคุมขนาดของรูปากใบ เนื่องจากภายในเซลล์คุมหักลาสตจึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ และปากใบของพืชแต่ละชนิดก็อยู่แตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมที่พืชนั้นอาศัยอยู่ โดยพืชบกจะมีปากใบจำนวนมากบริเวณด้านล่าง พืชปริ่มน้ำจะมีปากใบเฉพาะด้านบน และพืชใต้น้ำจะไม่มีปากใบ





การคายน้ำของพืช



ผลการทดลอง

ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน โดยครูพิจารณาจากที่นักเรียนบันทึก

อภิปรายผลการทดลอง

1. พืชคายน้ำออกมาในลักษณะอย่างไร

ตอบ พืชคายน้ำออกมาในรูปของไอน้ำ

2. รูปร่างของใบมีผลต่อการคายน้ำของพืชอย่างไร

ตอบ ใบที่มีรูปร่างเรียวยาวเล็กย่อมมีอัตราการคายน้ำน้อยกว่าใบที่แผ่แบนขนาดใหญ่ เนื่องจากใบที่แผ่แบนมีพื้นที่สัมผัสกับแสงได้มากกว่า

3. แสงแดดมีผลต่อการคายน้ำของพืชหรือไม่อย่างไร

ตอบ แสงแดดเป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออัตราการคายน้ำของพืช โดยเมื่อความเข้มแสงสูงขึ้นทำให้เกิดการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น และเมื่อความเข้มแสงลดลง ทำให้เกิดการคายน้ำได้น้อยลงดังนั้นพืชจึงคายน้ำในขณะที่มีแสงสว่างได้มากกว่าในที่มืด

4. สารเคลือบผิวมีผลต่อการคายน้ำของพืชอย่างไร

ตอบ ใบที่มีสารเคลือบผิวหนาจะคายน้ำได้น้อยกว่าพวกที่มีสารเคลือบผิวนาง

5. ทำไมการเคลือบผิวใบด้านล่างมีผลต่อการคายน้ำของพืชมากกว่าการเคลือบผิวใบด้านบน

ตอบ เพราะพืชที่นำมาทดลองเป็นพืชบกซึ่งมีปากใบจำนวนมากอยู่ด้านล่าง เมื่อมีการเคลือบผิวใบด้านล่างจึงทำให้น้ำไม่สามารถระเหยออกทางปากใบจำนวนมากที่อยู่ด้านล่างได้

สรุปผลการทดลอง

พืชสูญเสียน้ำโดยการระเหยของไอน้ำออกจากปากใบเรียกว่า การคายน้ำ ซึ่งปากใบจำนวนมากพบที่ด้านล่างของใบ และอัตราการคายน้ำของพืชมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นแสงที่ทำให้เกิดคายน้ำเพิ่มมากขึ้น สารเคลือบผิวที่ช่วยลดการระเหยของไอน้ำทำให้การคายน้ำลดลง



คำชี้แจง : ให้นักเรียนสังเกตภาพและสืบค้นข้อมูล ร่วมกันอภิปรายและนำข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายมาตอบคำถาม



:<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/hortmatt/2015/08hrt15a2f1.jpg>

1. นักเรียนพบอะไรในวงกลมสีแดง

ตอบหยดน้ำ

2. สิ่งที่เกิดขึ้นในข้อ 1 เรียกว่าอะไร

ตอบกัตเตชัน (Guttation)

3. ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นได้อย่างไร ในสภาวะแวดล้อมแบบใด

ตอบ เกิดเนื่องจากพืชมีการดูดน้ำอยู่ตลอดเวลา น้ำจะเข้าไปอยู่ในรากเป็นจำนวนมากขึ้นทุกที ทำให้เกิดแรงดันของเหลวให้ไหลขึ้นไปตามท่อไซเล็มในลำต้นและใบ และไหลออกมาทางรูเปิดของท่อเล็ก ๆ ที่เรียกว่า ไฮดาโทด (Hydathod) ซึ่งอยู่ปลายของเส้นใบ มองเห็นเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ เกาะอยู่ตามขอบใบจะพบปรากฏการณ์นี้ในธรรมชาติได้อย่างชัดเจนในตอนเช้าที่อากาศมีความชื้นมาก ๆ อุณหภูมิต่ำและลมสงบ



ปากใบกับการคายน้ำ



บัตรคำถามที่ 1

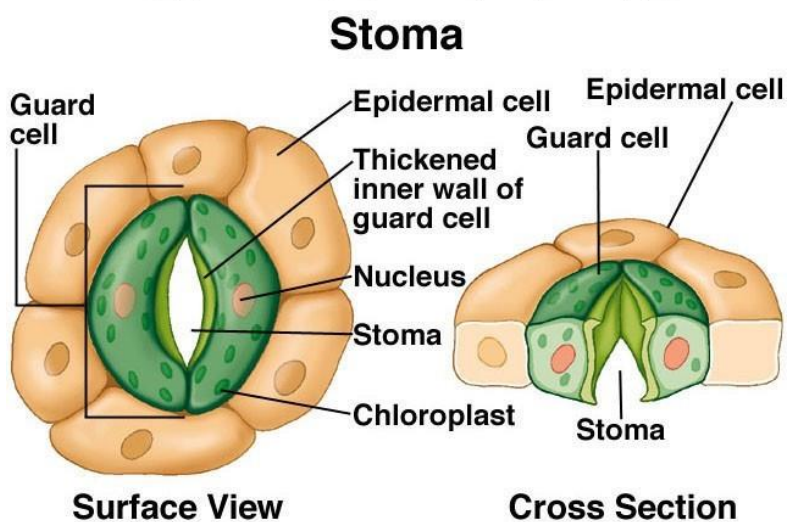


คำสั่ง

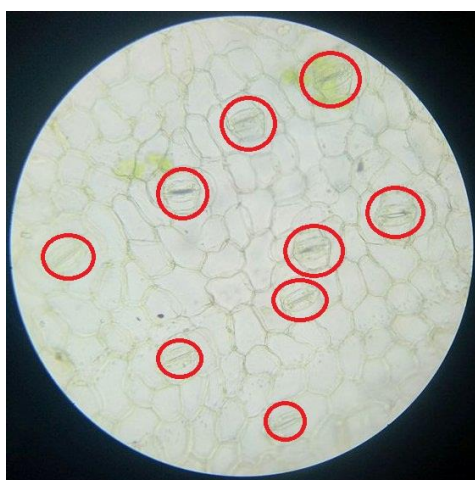
จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จากภาพแสดงปากใบ จงเติมชื่อส่วนประกอบของปากใบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



2. ให้นักเรียนใช้ปากกาสีแดง ○ ล้อมรอบปากใบให้ครบทั้ง 9 ปากใบ



ระบุประเภทด้วย

ปากใบแบบธรรมดา
(Typical stomata)



3. จากภาพงอธิบายขั้นตอนการเปิดปิดของปากใบ

	เมื่อมีแสงเซลล์คุมซึ่งภายในมีคลอโรพลาสต์ก็จะมีการสังเคราะห์ด้วยแสงและสร้างกรดมาลิก (Malic acid) หรือมาเลต (Malate) และปลดปล่อย H^+ ออกนอกเซลล์คุม ซึ่งมาเลตมีประจุเป็นลบ ทำให้เกิดการขนส่ง K^+ เข้ามาภายในเซลล์คุม ส่งผลน้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึงออสโมซิสเข้ามาในเซลล์คุม ทำให้เซลล์คุมเต่งและปากใบเปิด
	ผนังเซลล์ของเซลล์คุมมีเซลลูโลสไมโครไฟบริล (Cellulose microfibril) เรียงตัวไปตามขวางหรือแนวรัศมี เรียกว่าเรเดียล ไมเซลเลชัน (Radial micellation) เมื่อมีน้ำเข้ามาในเซลล์คุมจะทำให้เซลล์คุมขยายตัวตามขวางไม่ได้มาก แต่จะขยายตามยาวและผนังของเซลล์ที่หนาไม่เท่ากัน คือด้านที่ประกบกันจะหนากว่าด้านตรงข้ามทำให้ด้านในขยายตัวได้น้อยกว่าด้านนอกจึงทำให้เซลล์คุมเกิดการโค้งออกจากกันเป็นรูปปากใบ
	เมื่อไม่มีแสงก็ไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงทำให้เกิดการขนส่ง K^+ ออกจากเซลล์คุม ทำให้น้ำออสโมซิสออกจากเซลล์คุมไปยังเซลล์ข้างเคียง ทำให้เซลล์คุมแฟบและปากใบปิด
	เมื่อน้ำออสโมซิสออกจากเซลล์คุมทำให้แรงดันเต่งภายในเซลล์คุมลดลง ส่งผลให้เซลล์คุมแฟบปากใบปิด



การคายน้ำของพืช



บัตรคำถามที่ 2



จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การคายน้ำคืออะไร

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ มาตอบคำถาม

1. การคายน้ำคืออะไร

ตอบ การสูญเสียน้ำในรูปไอน้ำออกสู่ภายนอก

2. การคายน้ำมีความสำคัญต่อพืชอย่างไร

ตอบ การคายน้ำทำให้เกิดแรงดึงจากการคายน้ำช่วยในการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ลดความร้อนให้แก่พืชและช่วยให้พืชเกิดการเจริญเติบโต

3. พืชสูญเสียน้ำในรูปไอน้ำออกผ่านทางใดมากที่สุด

ตอบ ปากใบ

4. พืชที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกันมีจำนวนและตำแหน่งของปากใบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ พืชที่อยู่บนบกจะมีปากใบจำนวนมากที่ผิวใบด้านล่างและที่ผิวใบด้านบนเพียงเล็กน้อย พืชปรึมน้ำจะมีปากใบที่ผิวใบด้านบน และพืชได้น้ำจะไม่มีปากใบ

5. แสงเกี่ยวข้องกับการเปิดปากใบอย่างไร

ตอบ แสงทำให้เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงภายในเซลล์คุม จึงมีน้ำตาลเพิ่มขึ้นและทำให้แรงดันออสโมติกสูง น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์คุม แรงดันเต่งภายในเซลล์คุมจึงสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามปริมาณน้ำที่แพร่เข้าไป ปากใบจึงเปิดออก



6. พืชอวบน้ำมีปากใบเหมือนหรือแตกต่างจากพืชทั่ว ๆ ไปอย่างไร

ตอบ แตกต่าง เพราะพืชอวบน้ำมีการลดรูปของใบเป็นหนาม ปากใบจึงอยู่บริเวณลำต้นและมีจำนวนน้อย ปากใบจะเปิดปิดแตกต่างจากพืชทั่วไปโดยปากใบจะเปิดในตอนกลางคืนและปิดในตอนกลางวัน

7. พืชทุกชนิดจำเป็นต้องมีปากใบหรือไม่เพราะอะไร

ตอบ พืชได้น้ำไม่มีปากใบ

8. เลนทิเซลคืออะไร

ตอบ รอยแตกที่ผิวของลำต้น

9. ถ้าลมพัดแรงเกินไปมีผลต่อปากใบอย่างไร

ตอบ ปากใบจะปิด

10. อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นอากาศแห้งมีผลทำให้พืชขาดน้ำหรือไม่

ตอบ มี

11. รูเปิดบริเวณที่ขอบใบเรียกว่าอะไร

ตอบ ไฮดาโทด

12. กัดเซชันพบได้ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเท่านั้นใช่หรือไม่

ตอบ ไม่ เพราะพบทั้งในใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

13. เมื่อดินมีน้ำน้อยลงพืชเริ่มขาดแคลนน้ำพืชจะส่งเคราะห์กรดใด

ตอบ กรดแอบไซซิก

14. จากข้อ 13 มีผลต่อปากใบอย่างไร

ตอบ ปากใบปิดการคายน้ำจึงลดลง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



15. พืชโดยทั่ว ๆ ไปปากใบพืชจะเปิดเวลากลางวันหรือกลางคืน

ตอบ กลางวัน

16. ความเข้มข้นของแสงเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และสารใดบ้าง

ตอบ น้ำตาล ไอออน และสารอินทรีย์

17. พืชอวบน้ำเช่นอะไร

ตอบ กระบองเพชร

18. พืชที่มีรากยาวยังลึกลงไปดินเช่นพืชชนิดใด

ตอบ หญ้าแฝก

19. สารใดในผิวใบมีหน้าที่เคลือบอยู่เป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำ

ตอบ สารคิวทิน

20. เมื่อมีแสงปริมาณ โฟโตนีอิมในเซลล์เพิ่มมากขึ้นทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ตอบ เพิ่มขึ้น

