

แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 5 เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลา 10 นาที

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ส่วนของรากที่เป็นอุปสรรคมากที่สุดต่อการลำเลียงน้ำคือ
 - ก. เอพิเดอร์มิส
 - ข. คอร์เทกซ์
 - ค. เอนโดเดอร์มิส
 - ง. เพริไซเคิล
2. คุณสมบัติของน้ำที่นับว่าเป็นประโยชน์ต่อการลำเลียงในพืชคือ
 - ก. น้ำหนักโมเลกุลต่ำ
 - ข. เป็นตัวนำความร้อนค่อนข้างสูง
 - ค. มีแรงดึงระหว่างอนุภาคต่ำ
 - ง. แพร่ผ่านเซลล์ได้ดี
3. การดูดน้ำของพืชเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงเวลาใดของแต่ละวัน
 - ก. ในตอนกลางคืน เพราะอากาศเย็น ในดินมีน้ำมาก
 - ข. ในตอนบ่าย เพราะแดดจัด อากาศร้อนพืชคายน้ำมาก
 - ค. ในตอนเช้า เพราะพืชเริ่มได้รับแสงแดด เริ่มกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งต้องการใช้น้ำมาก
 - ง. พืชจะดูดน้ำด้วยอัตราที่เท่ากันตลอดเวลา
4. ข้อใดคือเหตุผล เวลาที่เราจะย้ายต้นไม้ไปปลูกจึงนิยมตัดใบออกเสียบ้าง
 - ก. สะดวกในการเคลื่อนย้าย
 - ข. ลดการคายน้ำของพืช
 - ค. สะดวกในการบังแดด
 - ง. ลดน้ำหนักพืชส่วนใหญ่ที่อยู่เหนือดิน
5. ข้อใดคือปัจจัยสำคัญที่ทำให้น้ำขึ้นสู่ยอดไม้สูงๆ
 - ก. ความกดของบรรยากาศโดยรอบลำต้น
 - ข. แรงดึงที่เกิดในไซเลมเนื่องมาจากการคายน้ำของราก
 - ค. แรงดันที่เกิดในไซเลมเนื่องมาจากการดูดน้ำของราก
 - ง. แรงดันที่เกิดในไซเลมเนื่องมาจากการคายน้ำของราก

ใบความรู้ที่ 5.1

เรื่องการลำเลียงน้ำของพืช

การลำเลียงน้ำของพืช หมายถึง การลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์เดียว ส่วนใหญ่ใช้หลักการแพร่ของสาร (Diffusion)

หากเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ การแพร่ของสารกว่าจะถึงเซลล์ซึ่งอยู่ชั้นในสุดได้ เซลล์อาจจะตายเสียก่อน เพราะเซลล์ชั้นในสุดนั้นมิได้สัมผัสโดยตรงกับสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่นในพืชมีการลำเลียงน้ำ และแร่ธาตุทางรากส่งผ่านลำต้นไปยังใบ หากเป็นพืชขนาดเล็ก เช่น พวกมอส ยังไม่มีโครงสร้างเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำ แต่พืชพวกนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่ขนาดของต้นจะใหญ่ไม่ได้ และจำเป็นต้องเจริญอยู่ในบริเวณที่มีความชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา สำหรับพืชที่มีท่อลำเลียงมีท่อที่ใช้ในการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุโดยเฉพาะ ทำให้มีขนาดใหญ่และสูงมากได้ บางต้นอาจสูงนับร้อยเมตร หากเปรียบเทียบกับตึกสูงในระดับเดียวกัน คนที่อยู่บนตึกต้องใช้เครื่องสูบน้ำจึงสามารถส่งน้ำไปใช้ได้ แต่สำหรับพืชแล้วไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำ แต่มีความสามารถส่งน้ำจากรากขึ้นไปจนถึงใบที่อยู่บนยอดต้นได้ การลำเลียงน้ำของพืชมีปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ประการ คือ การดูดน้ำ และการคายน้ำ

การดูดน้ำของราก สำหรับพืชต่างๆ ไป ที่เจริญเติบโตอยู่บนบกนั้นได้น้ำจากดิน โดยใช้รากดูดน้ำและแร่ธาตุจากดิน รากมีการแตกแขนงขนงไซไปในอนุภาคของดินได้มาก



ภาพแสดงลักษณะการแตกแขนงของราก

ที่มา: <https://syngonium.wordpress.com>

โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำ

การที่น้ำและแร่ธาตุที่รากดูดซึมจากดินจะผ่านเซลล์ชั้นนอก คือ เอพิเดอร์มิสเข้าสู่เซลล์ชั้นใน คือ คอर्टเท็กซ์ เอนโดเดอร์มิส และไซเลมของราก โดยอาศัยการลำเลียงทางด้านข้าง (Lateral transport) ซึ่งอยู่ในแนวรัศมีของต้นพืช และเป็นระยะทางสั้นๆ น้ำและแร่ธาตุจากดินจะถูกดูดซึมโดยขนรากผ่านชั้น คอर्टเท็กซ์จนถึงเอนโดเดอร์มิส โดยมี 2 วิธี

1. **อะโพลลาสต์ (Apoplast)** คือ การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยผ่านช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ในชั้นคอर्टเท็กซ์และผ่านเซลล์ที่ไม่มีชีวิต (ยกเว้นเอนโดเดอร์มิส) คือ เทรคีต และเวสเซล

2. **ซิมพลาสต์ (Simplast)** คือ การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยผ่านทางไซโทพลาซึมที่เชื่อมต่อกันและทะลุไปอีกเซลล์หนึ่งโดยผ่านทางพลาสโมเดสมตา (Plasmodesmata) ดังนั้นการที่น้ำและแร่ธาตุสามารถผ่านไปจึงเป็นการผ่านชั้นเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้น

เมื่อน้ำและแร่ธาตุเคลื่อนมาถึงเอนโดเดอร์มิสซึ่งมีแคสพาเรียนสตริปกั้นอยู่ที่ผนังเซลล์ น้ำและแร่ธาตุจะผ่านไปตามผนังเซลล์ไม่ได้ ดังนั้นน้ำและแร่ธาตุจึงต้องผ่านไปทางไซโทพลาซึมของเซลล์เอนโดเดอร์มิส นั่นคือ วิธีอะโพลลาสต์ จะผ่านชั้นเอนโดเดอร์มิสไปไม่ได้ จึงต้องใช้วิธีซิมพลาสต์ ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเอนโดเดอร์มิสเข้าสู่ไซโทพลาซึมของเอนโดเดอร์มิส แล้วจึงเข้าสู่สตีลจนถึงไซเลม แร่ธาตุที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จึงถูกคัดเลือก (Select) โดยเยื่อหุ้มเซลล์



ไปศึกษาสรุปขั้นตอนการ
ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ
ผ่านทางด้านข้างของราก
หน้าต่อไปจ้า

สรุป

ขั้นตอนการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุผ่านทางด้านข้างของราก

1. เมื่อน้ำและแร่ธาตุผ่านขนรากของชั้นเอพิเดอร์มิสของราก ซึ่งเข้าได้ทั้ง 2 วิธี คือ วิธีอะโพพลาสต์ ผ่านผนังเซลล์ของแต่ละเซลล์ และวิธีซิมพลาสต์ ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เข้าสู่ไซโทพลาซึม



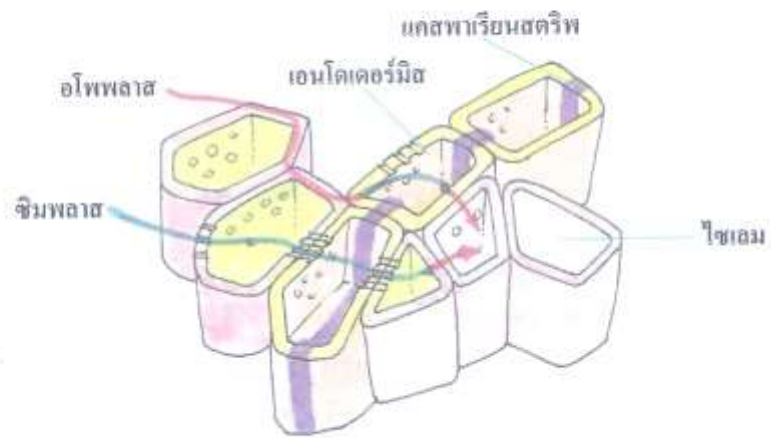
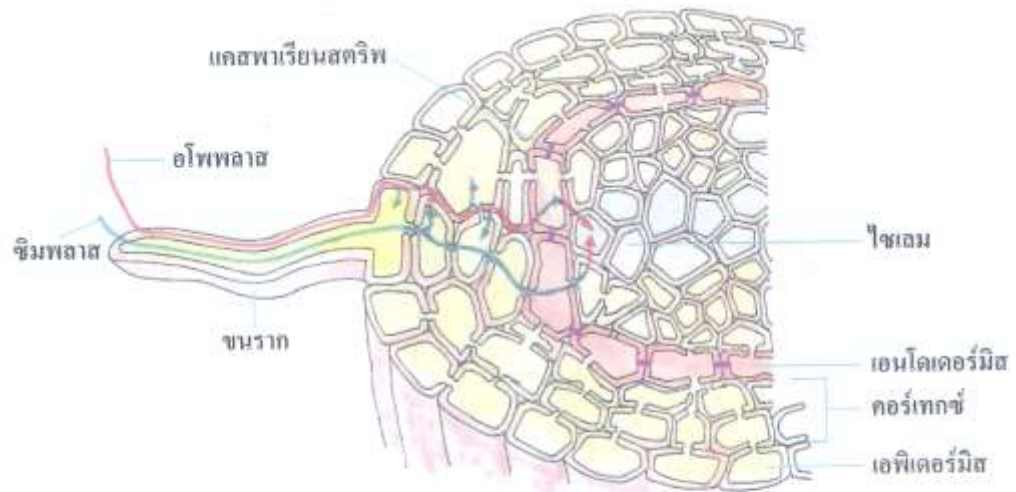
2. ถ้าการลำเลียงนั้นเข้าทางอะโพพลาสต์ น้ำและแร่ธาตุบางส่วนจะลำเลียงเข้าเซลล์ของเอพิเดอร์มิสและคอร์เทกซ์โดยวิธีซิมพลาสต์



3. น้ำและแร่ธาตุที่เข้าสู่เอนโดเดอริสทางผนังเซลล์ (วิธีอะโพพลาสต์) จะไม่สามารถผ่านแคสพาเรียน สตรีปของเอนโดเดอริสไปได้โดยวิธีอะโพพลาสต์ จึงใช้วิธีซิมพลาสต์เพื่อผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเอนโดเดอริส



4. เซลล์ของเอนโดเดอริส และเซลล์ในชั้นสตีล ส่งน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่ไซเลม ไซเลม ประกอบด้วยเทรคีดและเวสเซลซึ่งเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว ไม่มีไซโทพลาซึมเหลือแต่ผนังเซลล์และช่องว่าง (Lumen) เมื่อน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่ไซเลมจึงเปลี่ยนจากวิธีซิมพลาสต์เป็นอะโพพลาสต์ หลังจากนั้นจะลำเลียงขึ้นสู่ลำต้นต่อไป



ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่ไซเลม

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548, หน้า 36

ในชั้นเอพิเดอร์มิสของรากมีบางเซลล์ ที่มีส่วนของเซลล์ยื่นออกมา เรียกว่า **ขนราก (Root hair)** ขนรากนอกจากจะซอนไซไปในดินเป็นบริเวณกว้างแล้วยังเพิ่มพื้นที่ผิวให้รากได้สัมผัสกับน้ำและอากาศ ในดินมากขึ้นอีกด้วย เนื่องจากขนรากเป็นส่วนหนึ่งของเซลล์เอพิเดอร์มิสและมีขนรากอยู่เฉพาะบางช่วงของรากเท่านั้น การจะดูว่าเซลล์ที่มีขนรากมีอายุมากหรือน้อยดูได้จากแวคิวโอลที่อยู่ภายในเซลล์ คือ เซลล์ที่มีอายุน้อยๆ แวกิวโอลจะมีขนาดเล็กและมีอยู่หลายๆ อัน เมื่อเซลล์อายุมากขึ้น แวกิวโอลเล็กๆ เหล่านี้จะรวมกันเป็นแวคิวโอลขนาดใหญ่ จำนวนแวคิวโอลในเซลล์จึงน้อยลง แวกิวโอลเหล่านี้จึงเป็นที่เก็บน้ำที่เข้าสู่เซลล์ของรากได้เป็นอย่างดี



ขนราก

ที่มา: <http://www.scimath.org/images/uploads/upload2/RootHairsRadish.jpg>

การที่น้ำจะออสโมซิสเข้าหรือออกจากเซลล์ราก อยู่ที่ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารละลายในดินกับเซลล์ของราก ซึ่งในสภาวะปกติความเข้มข้นของสารละลายในดินรอบๆ ราก มักมีความเข้มข้นน้อยกว่าความเข้มข้นของโพรโทพลาซึมของเซลล์ราก น้ำในดินจึงออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ของราก ในกรณีกลับกันหากความเข้มข้นของสารละลายในดินรอบๆ รากมีความเข้มข้นสูงกว่าความเข้มข้นของโพรโทพลาซึมของเซลล์ราก น้ำในเซลล์รากจะออสโมซิสออก

เหตุที่ใส่ปุ๋ยในปริมาณมากลงไปโคนต้นพืช จะทำให้พืชตายได้เพราะความเข้มข้นของสารละลายในดินจะมีมากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยเคมีละลายน้ำได้ดี ทำให้มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารละลายในดินกับความเข้มข้นของโพรโทพลาซึมในเซลล์รากมีค่าน้อยลง รากจะดูดน้ำจากดินได้น้อยกว่าปกติ หากเหตุการณ์นี้เกิดติดต่อกันนานๆ พืชจะได้รับน้ำน้อยลงจนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช พืชอาจถึงตายได้ และยิ่งความเข้มข้นของสารละลายในดินที่มีปุ๋ยเคมีอยู่ในปริมาณมากมีความเข้มข้นสูงกว่าความเข้มข้นของโพรโทพลาซึมแล้ว รากจะสูญเสียน้ำด้วย

กระบวนการพลาสโมไลซิส (Plasmolysis)

โครงสร้างของขนรากเหมาะกับการดูดซึมน้ำจากสิ่งแวดล้อม คือ ขนรากมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับสารละลายในดินได้มากกว่าส่วนอื่นๆ ของราก รวมทั้งภายในเซลล์ที่มีขนรากมีแวคิวโอลขนาดใหญ่ที่สามารถบรรจุน้ำ สารละลาย แร่ธาตุและสารต่างๆ ได้มากกว่าที่จะส่งไปยังไซเลม

น้ำจากดินเข้าสู่รากและเข้าสู่เซลล์ต่างๆ ภายในรากได้ เนื่องจากเซลล์ต่างๆ ในรากติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง เมื่อน้ำจากดินออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ราก ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ที่มีขนรากมีความเข้มข้นน้อยกว่าเซลล์ที่อยู่ใกล้เคียงซึ่งอยู่ติดๆ กัน ทำให้เกิดการออสโมซิส น้ำจากเซลล์ที่มีขนรากจึงออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ใกล้เคียง ทำให้เซลล์ใกล้เคียงกันมีความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์น้อยกว่าเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไปข้างในเป็นการออสโมซิสต่อเนื่องเป็นทอดๆ ทำให้เซลล์ทุกๆ เซลล์ในรากได้รับน้ำทั่วกันทุกเซลล์ และเมื่อส่งน้ำเข้าสู่ท่อลำเลียง คือ ไซเลม แล้วพืชจะลำเลียงน้ำต่อไปยังส่วนต่างๆ ทั้งยอด ลำต้น และใบ กิ่ง เพื่อส่งน้ำไปให้ทุกๆ เซลล์ของต้นพืช

น่ารู้

โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียง

หลังจากการลำเลียงน้ำจากขนรากเข้าสู่รากดังที่ได้กล่าวมาแล้ว น้ำจะถูกลำเลียงผ่านไปในท่อลำเลียง ที่เรียกว่า **วาสคิวลาร์บันเดิล** ที่มีอยู่ในรากและลำต้น ซึ่งประกอบด้วย **ไซเลม** ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและสารละลายที่มีแร่ธาตุ กับ **โฟลเอ็ม** ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่พืชสร้างจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไปยังส่วนต่างๆ ของพืช

ปัจจัยควบคุมการลำเลียงน้ำ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูดและลำเลียงน้ำ มีอยู่หลายประการ ได้แก่

1. ปริมาณน้ำในดิน เมื่อน้ำในดินมีปริมาณมากพอ อัตราการดูดน้ำของรากจะมีมากตามไปด้วย แต่ถ้ามีปริมาณน้ำในดินมากเกินไปจนเกิดการท่วมขังอยู่ที่โคนต้นพืชมากจนเกินไป อัตราการดูดน้ำก็จะลดน้อยลง และช้าลงกว่าปกติ เนื่องจากสภาพน้ำท่วมขังราก ทำให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เซลล์ของรากได้รับจะลดน้อยลง เพราะปริมาณแก๊สออกซิเจนในน้ำย่อมน้อยกว่าที่มีอยู่ในอากาศ จึงเกิดผลกระทบทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่รากเกิดขึ้น น้อยกว่าอัตราปกติ มีผลทำให้รากขาดน้ำได้ทั้งๆ ที่รากแช่อยู่ในน้ำ

2. อุณหภูมิในดิน อุณหภูมิในดินมีส่วนเกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำด้วย อุณหภูมิในดินต้องไม่สูงหรือต่ำเกินไป รากจึงจะดูดน้ำได้ดีและรวดเร็วในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินไป หรือต่ำมาก ๆ จนน้ำกลายเป็นน้ำแข็งแล้วรากพืชจะไม่สามารถดูดน้ำได้ทำให้รากขาดน้ำ

3. สารละลายในดิน การที่สารละลายในดินมีความเข้มข้นสูงมากไปทำให้พืชต้องสูญเสียน้ำให้กับดิน น้ำจากใบและรากจึงแพร่ออกสู่ดิน จนทำให้พืชสูญเสียน้ำไปมากจนอาจทำให้พืชถึงตายได้

4. อากาศในดิน อากาศในดินและการถ่ายเทอากาศในดินมีความสำคัญต่อการดูดน้ำเช่นเดียวกัน เพราะรากต้องการออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม ถ้าดินอัดตัวกันแน่นเกินไปจนไม่มีช่องว่างของอากาศ หรือมีน้ำขังอยู่ อากาศในดินจะน้อยลง ทำให้รากขาดแก๊สออกซิเจน ส่งผลให้การดูดน้ำของพืชก็น้อยลงด้วย

เมื่อเข้าใจแล้วไปทำ
กิจกรรมกันเลย





ใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช

ตอนที่ 1 (10 คะแนน)

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำ มีอะไรบ้าง

ตอบ _____

2. โครงสร้างใดที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำของราก

ตอบ _____

3. น้ำในดินเข้าสู่รากพืชได้อย่างไร

ตอบ _____

4. ความเข้มข้นของสารละลายภายในดินและในรากเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ _____

5. เมื่อน้ำเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ขนรากแล้ว น้ำจะเคลื่อนที่ต่อไปยังเซลล์ข้างเคียงได้อย่างไร

ตอบ _____

6. น้ำเมื่อลำเลียงมาถึงท่อลำเลียงน้ำแล้วจะเคลื่อนที่ขึ้นไปตามท่อลำเลียงน้ำ ได้อย่างไร

ตอบ _____

7. การลำเลียงน้ำผ่านเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ไปยังไซเลม แต่จะมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ซัดขวางการลำเลียงน้ำ เรียกว่าอะไร และสิ่งนี้อยู่ในเนื้อเยื่อชั้นใด

ตอบ _____

8. ปัจจัยที่ควบคุมการลำเลียงน้ำมีอะไรบ้าง

ตอบ _____

9. เหตุใดชาวสวนจึงนิยมตัดดอกไม้ตอนเช้ามีดมมากกว่าตอนกลางวัน

ตอบ _____

10. การเกิดพลาสโมไลซิส เป็นอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ _____

ตอนที่ 2 (10 คะแนน)

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย

✗ หน้าข้อความที่เห็นว่าผิด

-1. การดูดน้ำของพืช ใช้กระบวนการออสโมซิส
-2. การลำเลียงน้ำของพืช มีปัจจัยที่สำคัญ คือ การคายน้ำและ การดูดน้ำ
-3. การดูดน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนราก เพราะถ้าขนรากมากจะดูดน้ำ ได้มากด้วย
-4. การลำเลียงน้ำแบบซิมพลาสต์ คือ การลำเลียงผ่านช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์
-5. วิธีการลำเลียงน้ำมี 2 วิธี คือ แบบซิมพลาสต์และแบบอะโพพลาสต์
-6. ปัจจัยที่ควบคุมการลำเลียงน้ำ คือ ปริมาณน้ำในดิน
-7. การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุผ่านทางไซโตพลาสซึม คือแบบอะโพพลาสต์
-8. ความแตกต่างของความเข้มข้นของสารละลายภายในรากและภายในดินเป็นปัจจัยสำคัญในการดูดน้ำของพืช
-9. ตัวการสำคัญที่กั้นการลำเลียงน้ำในราก คือ เซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิส
-10. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านข้างของท่อไซเลม เรียกว่า โคฮีชัน



ใบความรู้ที่ 5.2

เรื่อง กลไกการลำเลียงน้ำของพืช

กลไกการลำเลียงน้ำของพืช หมายถึง กลไกที่พืชใช้ในการลำเลียงน้ำจากรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืชนั้นมีอยู่หลายประการ เช่น แรงดันบวก (Root pressure) แรงดึงจากการคายน้ำ (Transpiration pull) เป็นต้น

1. แรงดันราก (Root pressure) เมื่อพืชดูดน้ำทางรากตลอดเวลา ทำให้ปริมาณน้ำในรากมีจำนวนมากขึ้นจนเกิดแรงดันในรากสูงมากขึ้นจนสามารถดันให้ของเหลวไหลขึ้นไปตามท่อไซเลม แรงดันนี้เรียกว่า **แรงดันราก (Root pressure)** หากปากใบเปิดจะดันต่อเนื่องจนออกมาเป็นไอน้ำทางปากใบ แต่เมื่อปากใบปิดน้ำจึงออกมาเป็นหยดที่ปลายของเส้นใบซึ่งมีรูเล็ก ๆ รากนี้ได้จากการใช้ต้นไม้ขนาดเล็ก ๆ เช่น ต้นหงอนไก่ ดาวกระจาย ดาวเรือง รดน้ำในกระถางให้ชุ่ม ตัดลำต้นในระดับสูงกว่าดินในกระถางราว 4-5 ซม. บริเวณรอยตัดจะเห็นของเหลวซึมออกมาแล้วสามารถต่อกับเครื่องมือมาโนมิเตอร์ (Manometer) ซึ่งเป็นเครื่องวัดความดันทำให้สามารถคำนวณแรงดันรากได้

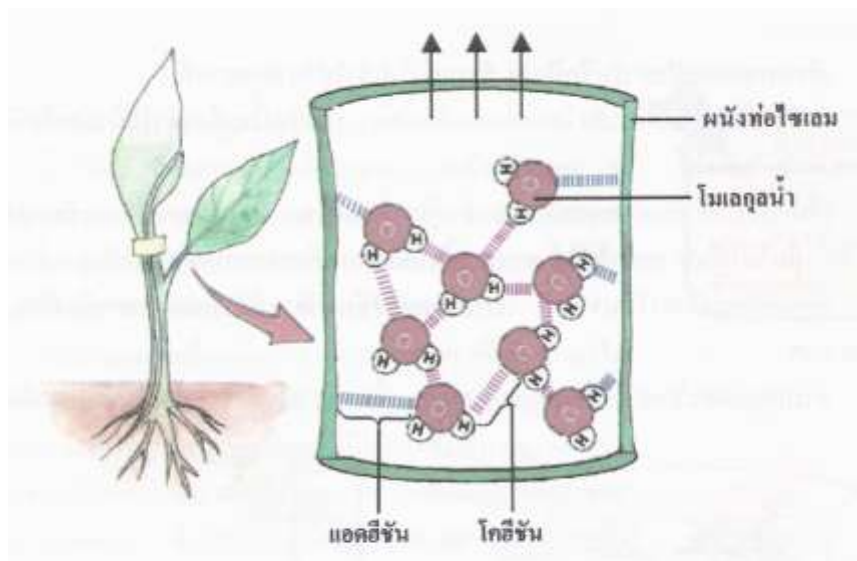
ในต้นไม้บางชนิด เช่น พืชตระกูลสนมีแรงดันรากน้อยมาก บางครั้งในเวลาที่พืชต้องการน้ำมาก พืชกลับมีแรงดันรากน้อย เช่น ในฤดูแล้ง พืชจะต้องใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อลำเลียงน้ำขึ้นไปสู่ลำต้นที่อยู่สูง ๆ ได้

2. แรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ (Ttranspiration pull) โจเซฟ โบห์ม (Josef Bohm) เมื่อโบห์มทดลองต้มน้ำในบีกเกอร์ให้ร้อน เพื่อทำให้น้ำในหม้อดินเผาซึ่งเป็นหม้อพรุนร้อนขึ้น ดังรูป ก. ทำให้ฟองอากาศในหลอดคະปิลลารีถูกไล่ออกไปเมื่อเอาบีกเกอร์ที่มีน้ำร้อนออก ทำให้น้ำมีอยู่เต็มหลอดคະปิลลารี เมื่อตั้งทิ้งไว้สักระยะหนึ่งจะระเหยออกไปจากหม้อพรุน ทำให้ระดับปรอทขึ้นไปได้สูงถึง 100 เซนติเมตร

น่ารู้

ถ้าใส่หน้าแทนปรอท น้ำจะขึ้นสูงได้ถึง 1,300 เซนติเมตร ในขณะที่ปรอทขึ้นได้สูงเพียง 100 เซนติเมตร เพราะปรอทหนักกว่าน้ำถึง 13 เท่า

เมื่อน้ำระเหยออกจากหม้อพรุณแล้ว ระดับปรอทในหลอดคະປີລລารีจะเข้าไปแทน ทำให้ระดับปรอทสูงขึ้น เนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำ เมื่อโมเลกุลที่อยู่บริเวณผิวด้านนอกของหม้อพรุณหลุดออกไปจะดึงดูดโมเลกุลของน้ำที่อยู่ถัดไปออกมาแทนที่ โมเลกุลสุดท้ายของน้ำที่อยู่ติดกับปรอทจะดึงดูดโมเลกุลของปรอท ให้เคลื่อนที่ตามไปด้วย ทำให้ระดับปรอทในหลอดคະປີລລารีสูงขึ้น เนื่องจากน้ำมีแรงดึงดูด ระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเอง ที่เรียกว่าโคฮีชัน (Cohesion) จึงสามารถที่จะดึงน้ำให้ไหลไปตามท่อได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ขาดตอน เมื่อน้ำในหม้อพรุณระเหยออกไป น้ำในโมเลกุลถัดไปจึงถูกดูดตามไป



ภาพแสดงโคฮีชันและแอดฮีชัน

ที่มา: http://bp.blogspot.com/_UcWtGK_blc/S5cUk_ST9I/AAAAAAAAAc8/5sTq9aV8k8Y/s1600/Picture1.jpg

ไซเลมเป็นท่อลำเลียงของพืชที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก เปรียบเหมือนหลอดคະປີລລารี ซึ่งมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านข้างของหลอด เรียกว่า **แอดฮีชัน (Adhesion)** ทำให้น้ำเคลื่อนที่ขึ้นไปในหลอดเล็กๆ นี้ได้สูงกว่าหลอดที่มีรูใหญ่กว่า กระบวนการนี้เรียกว่า **คະປີລลารี แอคชัน (Capillary action)**

คะปิลลารีแอกชันจึงเป็นกระบวนการหนึ่งของการลำเลียงน้ำในท่อไซเลม รวมทั้งเมื่อพืชคายน้ำออกทางปากใบ ทำให้เกิดแรงดึงในท่อไซเลม ดึงน้ำขึ้นสู่ลำต้นและใบได้ รากจึงเกิดแรงดึงน้ำจากดินเข้ามาในท่อไซเลมได้ แรงดึงเนื่องจากการสูญเสียน้ำนี้ เรียกว่า **แรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ (Transpiration pull)**

เมื่อพืชคายน้ำออกทางใบทำให้เกิดแรงดึงน้ำขึ้นตามท่อไซเลม แรงดึงนี้ เรียกว่า **ทรานสปิเรชันพูล (Transpiration pull)** หรือแรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ และโมเลกุลของน้ำมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่เรียกว่า **โคฮีชัน (Cohesion)** การไหลของน้ำในท่อไซเลมจึงต่อเนื่องกันได้ เมื่อใบคายน้ำได้มากรากจะต้องดูดน้ำเข้าไปให้มากพอ พืชจึงจะไม่เหี่ยว เพราะอัตราการคายน้ำกับการดูดน้ำของรากสมดุลกัน

หากไซเลมเกิดมีฟองอากาศเข้าไปแทรกด้วยเหตุใดก็ตาม จะทำให้การลำเลียงน้ำในท่อไซเลมช้ากว่าเดิมหรือหยุดชะงักได้

น่ารู้

การตัดดอกไม้เพื่อปักในแจกัน เพื่อไม่ให้ดอกไม้เหี่ยวเฉาเร็วมากนัก ตัดโคนกิ่งดอกไม้่ออกอีกเล็กน้อย ก่อนจะไปปักแจกัน โดยการนำไปตัดใต้ผิวน้ำและจึงรีบจุ่มกิ่งไม้ลงในแจกันที่มีน้ำ



ชาวสวนจึงใช้ประโยชน์จากความรู้อธิบายเรื่องการคายน้ำนี้ โดยการตัดดอกไม้ตอนเช้ามืดมากกว่าตอนกลางวัน เพราะตอนเช้ามืดแสงสว่างยังไม่มีหรือมีก็ไม่มากนัก ปากใบจึงปิดการคายน้ำจึงน้อยจึงไม่เหี่ยวง่ายเหมือนการตัดดอกไม้ในตอนกลางวัน

ในปัจจุบันนิยมขายผักในซูเปอร์มาเก็ตของห้างสรรพสินค้าใหญ่ๆ หลายแห่ง ผักจะเหี่ยวเร็วกว่าปกติ เพราะอยู่ในห้องปรับอากาศซึ่งมีความชื้นน้อยและมีลมโกรกอยู่ตลอดเวลา ผู้ขายจึงจำเป็นต้องฉีดละอองน้ำพรมอยู่ที่พืชผักบ่อยๆ



เชื่อกันว่าการคายน้ำให้โทษกับพืชมากกว่าให้ประโยชน์ เพราะมีผู้ศึกษาว่า ชาวโพลตันหนึ่งตั้งแตงอกจนโตให้ผักแล้วตายนั้น ใช้น้ำถึง 54 แกลลอน แต่น้ำที่พืชนำไปใช้ประโยชน์จริง ๆ นั้นไม่มากเท่าใด ส่วนใหญ่ถูกกำจัดออกโดยการคายน้ำ หากรากดูดเข้ามาทดแทนไม่พอพืชอาจถึงตายได้หรือมีฉะนั้นอาจเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ

พืชแต่ละชนิดมีอัตราการคายน้ำไม่เท่ากัน ปริมาณปากใบเป็นตัวบอกได้ถึงอัตราการคายน้ำว่ามากน้อยต่างกัน หากปากใบมีมากกว่า การคายน้ำจะมากกว่าด้วย ในพืชทะเลทรายมีลักษณะต่างๆ ช่วยลดการคายน้ำได้มาก เช่น มีชั้นคิวทิกูลินหนา ลำต้นกิ่งก้านและใบล้วนอวบน้ำ พืชบางชนิดอาจลดการคายน้ำในช่วงเวลากลางวันเนื่องจากอากาศร้อนจัด จึงปิดปากใบในเวลากลางวัน และเปิดปากใบในตอนกลางคืน



ในปัจจุบันมีการทดลองปลูกพืชอย่างประหยัดโดยใช้น้ำหยด ด้วยการต่อท่อส่งน้ำให้พืชแต่ละต้นโดยตรง พร้อมกับการควบคุมปริมาณน้ำในพืชที่ละน้อยๆ แต่สม่ำเสมอ โดยกำหนดให้น้ำที่ออกมา นั้นพอเพียงกับการใช้น้ำของพืช โดยลดการสูญเสียน้ำที่ระเหยออกทางผิวดิน และการคายน้ำของพืช นอกนั้นยังสามารถให้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมได้โดยใช้ระบบนี้ด้วย

ใบกิจกรรมที่ 5.2
เรื่อง กลไกการลำเลียงน้ำของพืช

ตอนที่ 1 (10 คะแนน)

- คำชี้แจง
- ให้นักเรียนค้นหาคำศัพท์ เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช ในตารางทั้งหมด 10 คำ ในแนวตั้งและแนวนอน
 - นำคำที่ค้นหาได้ไปใช้เป็นคำตอบของคำอธิบายที่กำหนดในแบบบันทึกการตอบ คำถามเกมค้นหาคำศัพท์

A	P	O	P	L	A	S	T	A	E	C	H	C	C
B	L	A	D	P	A	D	H	E	N	O	Y	K	O
M	A	N	O	M	E	T	E	R	L	J	R	D	H
E	S	H	A	D	P	C	L	C	C	D	C	S	E
A	M	C	O	S	A	D	P	C	L	E	E	C	S
R	O	O	T	P	R	E	S	S	U	R	E	K	I
I	L	U	M	E	N	C	A	R	T	E	X	R	O
R	Y	R	A	D	P	A	D	H	E	S	I	O	N
S	S	A	J	X	W	C	T	O	K	E	M	O	C
E	I	P	L	A	S	K	O	L	Y	R	I	T	A
L	S	I	M	P	L	A	S	T	A	E	L	H	B
E	D	E	R	U	S	S	E	R	P	C	O	A	R
C	A	S	P	A	R	I	A	N	S	T	R	I	P
T	A	S	P	A	R	I	A	N	S	T	R	R	P

ตอนที่ 2 (10 คะแนน)

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำคำตอบที่ได้จากตารางตอนที่ 1 มาเติมลงท้ายคำถามในแต่ละข้อ

1. การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งโดยผ่านทางไซโทพลาสซึม

ตอบ _____

2. การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยผ่านช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ในชั้นคอร์เท็กซ์

ตอบ _____

3. การคัดเลือกแร่ธาตุที่ผ่านเข้าสู่เซลล์ โดยเยื่อหุ้มเซลล์

ตอบ _____

4. ในชั้นเอพิเดอร์มิสของรากมีบางเซลล์ ที่มีส่วนของเซลล์ยื่นออกมา เรียกว่าอะไร

ตอบ _____

5. เป็นเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิส ที่ทำหน้าที่กั้นไม่ให้น้ำและแร่ธาตุผ่านไปตามผนังเซลล์

ตอบ _____

6. ความเข้มข้นของสารละลายในดินมีมากกว่าในราก พืชจะเหี่ยวตาย

ตอบ _____

7. พืชดูดน้ำทางรากตลอดเวลา ทำให้น้ำในรากมากจนเกิดแรงดัน ดันให้ของเหลวไหลไปตามท่อของไซเลมได้

ตอบ _____

8. เครื่องมือวัดความดัน สามารถคำนวณหาแรงดันรากได้

ตอบ _____

9. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านข้างของท่อเวสเซล (vessel)

ตอบ _____

10. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเอง

ตอบ _____

ไม่ยากใช่ไหมคะเด็กๆ
ไปทำแบบทดสอบหลังเรียน
ต่อเลยคะ



6. ข้อใดคือปัจจัยสำคัญที่ทำให้น้ำขึ้นสู่ยอดไม้สูง ๆ
- ก. ความกดของบรรยากาศโดยรอบลำต้น
 - ข. แรงดึงที่เกิดในไซเลมเนื่องมาจากการคายน้ำของราก
 - ค. แรงดันที่เกิดในไซเลมเนื่องมาจากการดูดน้ำของราก
 - ง. แรงดันที่เกิดในไซเลมเนื่องมาจากการคายน้ำของราก
7. ส่วนของรากที่เป็นอุปสรรคมากที่สุดต่อการลำเลียงน้ำคือ
- ก. เอพิเดอร์มิส
 - ข. คอร์เทกซ์
 - ค. เอนโดเดอร์มิส
 - ง. เพริไซเคลิล
8. ในเวลากลางวันการลำเลียงน้ำจากรากขึ้นไปสู่ยอดสูงมากกว่า 100 ฟุตเกิดขึ้นได้โดยกลไกแบบใด
- ก. ทรานสปิเรชันพูล
 - ข. โคฮีชันและแอดฮีชัน
 - ค. ทรานสปิเรชันพูล โคฮีชัน และแอดฮีชัน
 - ง. แรงดันรากและคะบิลารีแอคชัน
9. การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งทางไซโทพลาสซึมที่เชื่อมต่อกันและทะลุไปอีกเซลล์หนึ่งโดยผ่านทางพลาสโมเดสมิตา คือข้อใด
- ก. ซิมพลาสต์
 - ข. อะโพพลาสต์
 - ค. แอดฮีชัน
 - ง. โคฮีชัน
10. ท่านจะอธิบายวิธีการเคลื่อนที่ของน้ำจากรากสู่ปลายยอดสุดของลำต้นของต้นสักที่สูงที่สุดในโลกที่พบอยู่ในป่าของจังหวัดอุตรดิตถ์ได้โดยอาศัยหลักเกณฑ์ข้อใด
- ก. โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่ไปตามไซเลมและโพลีเอ็ม
 - ข. กระบวนการออสโมซิสและแอกทีฟทรานสปอร์ต
 - ค. การระเหย ออสโมซิส และแรงดึงระหว่างโมเลกุลของน้ำในไซเลม
 - ง. การระเหยและการแทนที่ของโมเลกุลของน้ำในไซเลม

บรรณานุกรม

หนังสือ

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิรัชย์ เจนพานิชย์. (2552). **ชีววิทยาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. กรุงเทพฯ:
บูมคัลเลอร์ไลน์.
- ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด. (2549). **ชีววิทยา ม.5 เล่ม 4**. กรุงเทพฯ:
พ.ศ.พัฒนา.
- ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด. (2551). **ตะลุยโจทย์ชีววิทยาเพิ่มเติม ม.5
เล่ม 3-4**. กรุงเทพฯ: พ.ศ.พัฒนา.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2537). **คู่มือเตรียมสอบชีววิทยา ม.5
เล่ม 4**. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชซิ่ง
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). **ชีววิทยา ม.5 เล่ม 4**.
กรุงเทพฯ: องค์การค้ำ สกสค.

เว็บไซต์

- <https://syngonium.wordpress.com>
- <http://bp.blogspot.com>
- <http://www.scimath.org>
- <http://bp.blogspot.com>



ภาคผนวก

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

- | | |
|------|-------|
| 1. ค | 6. ก |
| 2. ง | 7. ค |
| 3. ข | 8. ก |
| 4. ข | 9. ง |
| 5. ข | 10. ค |

ตรวจเสร็จแล้ว ไปบันทึกคะแนน
หน้า 32 นะ แล้วไปศึกษา
ใบความรู้ที่ 5.1 กันนะคะ



เฉลยใบกิจกรรมที่ 5.1

ตอนที่ 1 (10 คะแนน)

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำ มีอะไรบ้าง

ตอบ 1. การคายน้ำ

2. การดูดน้ำของราก

2. โครงสร้างใดที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำของราก

ตอบ เซลล์ขนราก

3. น้ำในดินเข้าสู่รากพืชได้อย่างไร

ตอบ ความเข้มข้นของสารละลายภายในดินต้องน้อยกว่าความเข้มข้นของสารละลายภายในราก

4. ความเข้มข้นของสารละลายภายในดินและในรากเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ไม่เท่ากัน เพราะ ความเข้มข้นของสารละลายภายในดินจะน้อยกว่าความเข้มข้นของสารละลายภายในราก น้ำจึงเคลื่อนที่เข้าสู่รากได้

5. เมื่อน้ำเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ขนรากแล้ว น้ำจะเคลื่อนที่ต่อไปยังเซลล์ข้างเคียงได้อย่างไร

ตอบ เมื่อน้ำออสโมซิส (osmosis) เข้าสู่รากแล้ว จะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ขนรากน้อยกว่าเซลล์ข้างเคียง น้ำจึงออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ข้างเคียง และจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงไซเลม

6. น้ำเมื่อลำเลียงมาถึงท่อลำเลียงน้ำแล้วจะเคลื่อนที่ขึ้นไปตามท่อลำเลียงน้ำ ได้อย่างไร

ตอบ มี 3 กระบวนการ คือ

1. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยตัวเอง เรียก โคฮีชัน (cohesion)
2. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังของท่อไซเลม เรียกว่า แอดฮีชัน (adhesion)
3. แรงดันของน้ำในท่อไซเลม เรียกว่า แรงดันราก (root pressure)

7. การลำเลียงน้ำผ่านเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ไปยังไซเลม แต่จะมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ขัดขวางการลำเลียงน้ำ เรียกว่าอะไร และสิ่งนี้อยู่ในเนื้อเยื่อชั้นใด

ตอบ แลกคาสปาเรียน (casparien trip), เอนโดเดอร์มิส (endodermis)

8. ปัจจัยที่ควบคุมการลำเลียงน้ำมีอะไรบ้าง

ตอบ 1. ปริมาณน้ำในดิน 2. อุณหภูมิในดิน 3. สารละลายในดิน 4. ปริมาณอากาศในดิน

9. เหตุใดชาวสวนจึงนิยมตัดดอกไม้ตอนเช้ามีดอกมากกว่าตอนกลางวัน

ตอบ เพราะตอนเช้ามีแสงสว่างยังมีไม่มาก ปากใบปิดการคายน้ำก็จะน้อยจึงไม่เหี่ยวง่าย

10. การเกิดพลาสโมไลซิส เป็นอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ เกิดจากความเข้มข้นของสารละลายในดินมีมากกว่าความเข้มข้นของสารละลายในไซโมพลาสซึม รากจะเกิดการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เซลล์พืชเหี่ยวและพืชก็จะตายในที่สุด

ตอนที่ 2 (10 คะแนน)

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่เห็นว่าผิด

- ...✓...1. การดูดน้ำของพืช ใช้กระบวนการออสโมซิส
- ...✓...2. การลำเลียงน้ำของพืช มีปัจจัยที่สำคัญ คือ การคายน้ำและ การดูดน้ำ
- ...✓...3. การดูดน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนราก เพราะถ้าขนรากมากจะดูดน้ำ ได้มากด้วย
- ...✗...4. การลำเลียงน้ำแบบซิมพลาสต์ คือ การลำเลียงผ่านช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์
- ...✓...5. วิธีการลำเลียงน้ำมี 2 วิธี คือ แบบซิมพลาสต์และแบบอะโพพลาสต์
- ...✓...6. ปัจจัยที่ควบคุมการลำเลียงน้ำ คือ ปริมาณน้ำในดิน
- ...✗...7. การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุผ่านทางไซโตพลาสซึม คือแบบอะโพพลาสต์
- ...✓...8. ความแตกต่างของความเข้มข้นของสารละลายภายในรากและภายในดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการดูดน้ำของพืช
- ...✓...9. ตัวการสำคัญที่กั้นการลำเลียงน้ำในราก คือ เซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิส
- ...✗...10. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านข้างของท่อไซเลม เรียกว่า โคฮีชัน

เย้ๆ เรากำได้



เฉลยใบกิจกรรมที่ 5.2

ตอนที่ 1 (10 คะแนน)

- คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนค้นหาคำศัพท์ เรื่องการล่ำเลียงน้ำ ในตารางทั้งหมด 10 คำ
ในแนวตั้งและแนวนอน
2. นำคำที่ค้นหาได้ไปใช้เป็นคำตอบของคำอธิบายที่กำหนด
ในแบบบันทึกการตอบคำถามเกมค้นหาคำศัพท์

A	P	O	P	L	A	S	T	A	E	C	H	C	C
B	L	A	D	P	A	D	H	E	N	O	Y	K	O
M	A	N	O	M	E	T	E	R	L	J	R	D	H
E	S	H	A	D	P	C	L	C	C	D	C	S	E
A	M	C	O	S	A	D	P	C	L	E	E	C	S
R	O	O	T	P	R	E	S	S	U	R	E	K	I
I	L	U	M	E	N	C	A	R	T	E	X	R	O
R	Y	R	A	D	P	A	D	H	E	S	I	O	N
S	S	A	J	X	W	C	T	O	K	E	M	O	C
E	I	P	L	A	S	K	O	L	Y	R	I	T	A
L	S	I	M	P	L	A	S	T	A	E	L	H	B
E	D	E	R	U	S	S	E	R	P	C	O	A	R
C	A	S	P	A	R	I	A	N	S	T	R	I	P
T	A	S	P	A	R	I	A	N	S	T	R	R	P

ตอนที่ 2 (10 คะแนน)

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนนำคำตอบที่ได้จากตารางตอนที่ 1 มาเติมลงท้ายคำถามในแต่ละข้อ

1. การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งโดยผ่านทางไซโทพลาสซึม

ตอบ SIMPLAST

2. การที่น้ำและแร่ธาตุผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยผ่านช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์

ตอบ APOPLAST

3. การคัดเลือกแร่ธาตุที่ผ่านเข้าสู่เซลล์ โยเยื่อหุ้มเซลล์

ตอบ SELECT

4. ในชั้นเอพิเดอร์มิสของรากมีบางเซลล์ ที่มีส่วนของเซลล์ยื่นออกมา เรียกว่า

ตอบ ROOT HAIR

5. เป็นเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิส ที่ทำหน้าที่กั้นไม่ให้น้ำและแร่ธาตุผ่านไปตามผนังเซลล์

ตอบ CASPARIAN STRIP

6. ความเข้มข้นของสารละลายในดินมีมากกว่าในราก พืชจะเหี่ยวตาย

ตอบ PLASMOLYSIS

7. พืชดูดน้ำทางรากตลอดเวลา ทำให้น้ำในรากมากจนเกิดแรงดัน ดันน้ำของเหลวไหลไปตามท่อของไซเลมได้

ตอบ ROOT PRESSURE

8. เครื่องมือวัดความดัน สามารถคำนวณหาแรงดันรากได้

ตอบ MANOMETER

9. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านข้างของท่อเวสเซล (vessel)

ตอบ ADHESION

10. แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเอง

ตอบ COHESION



จงชนะความเกียจคร้าน
ด้วยความเพียร

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

- | | |
|------|-------|
| 1. ก | 6. ข |
| 2. ข | 7. ค |
| 3. ง | 8. ค |
| 4. ข | 9. ก |
| 5. ง | 10. ค |



ตรวจเสร็จแล้ว ไปบันทึกคะแนน
ดูผลการพัฒนากันนะคะ

แบบบันทึกคะแนน
 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
 เล่มที่ 5 เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช

ชื่อ.....สกุล.....

โรงเรียน.....ชั้น ม. /..... เลขที่.....

1. แบบทดสอบก่อน – หลังเรียน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ก่อนเรียน	10		
หลังเรียน	10		
ผลการพัฒนา			
คิดเป็นร้อยละ			

2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ใบกิจกรรมที่ 5.1	20		
ใบกิจกรรมที่ 5.2	20		
เฉลี่ย			
คิดเป็นร้อยละ			

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)