รากพืชดูดซึมสารอาหารได้อย่างไร

รากพืชดูดซึมสารอาหารผ่าน 2 ขั้นตอนที่แตกต่างกัน ขั้นตอน 1) สารอาหารต้องเคลื่อนที่จากดินไปสู่ผิวของรากพืช ขั้นตอนที่ 2) สารอาหารต้องเคลื่อนที่จากบริเวณผิวรากเข้าสู่ภายในรากพืช เมื่อสารอาหารถูกดูดซึมเข้าสู่พืชแล้ว มันจะเคลื่อนที่ขึ้นไปยังใบซึ่งเป็นส่วนที่ปรุงอาหาร ก่อนจะถูกลำเรียงไปเก็บยังส่วนต่างๆของพืชหรือถูกลำเลียงไปสร้างการเจริญเติบโตต่อไป

ขั้นตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของอนุภาคประจุไอออนจากดินสู่รากพืช

หลายๆคนที่ไม่คุ้นเคยกับวิชาพกฤษศาสตร์อาจไม่ทราบว่ารากพืชไม่สามารถงอกไปหาอาหาร เพราะการที่รากพืชจะงอกได้จะต้องมีอาหารมาเลี้ยงบำรุง ทั้งนี้ภายในรากเองก็ไม่มีโครงสร้างที่สามารถตรวจหาสารอาหารในชั้นดินได้ ดังนั้นรากพืชจึงพึ่งพาให้สารอาหารเคลื่อนที่เข้ามาหามันเอง

รากพืชดึงอาหารเข้ามาได้อย่างไร? อนุภาคดินประเภทต่างๆ อาธิเช่น ดินทราย ดินตะกอน และดินเหนียวที่ทับถมกันจนเป็นชั้นดินจะมีอนุภาคที่เรียกว่าฮิวมัสคอยประสานอนุภาคดินเข้าด้วยกัน โดยฮิวมัสนี้คือสสารอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสยายได้ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของโครงสร้างพืช และเป็นอาหารชั้นเลิศที่พืชต้องการ แต่เนื่องจากรากพืชสัมผัสกับพื้นผิวดินในบริเวณที่จำกัดมากๆ เพียงแค่ประมาณ 1-2% ของพื้นผิวพืชทั้งหมดในดิน การดูดซึมอาหารของพืชจึงไม่สามารถอธิบายได้ด้วยปริมาณพื้นผิวรากที่สัมผัสกับดิน นอกจากนี้รากพืชมักจะชอนไชไปรอบๆแหล่งสะสมอาหาร โดยไม่แทงไปตรงกลางแหล่งอาหาร

มวลภายในพืชเคลื่อนที่โดยการระเหยของน้ำทางปากใบ โดยปากใบของพืชจะเปิดกว้างกับอากาศ เพื่อให้เกิดการดูดน้ำจากรากขึ้นมา พร้อมกันนี้ก็ดึงเอาสารอาหารจากดินขึ้นมาด้วย กระบวนการนี้สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของมวลน้ำและสารอาหารกว่า 98% ที่เคลื่อนจากภายนอกรากเข้าสู่ภายในรากพืชได้ ชื่อของกระบวนการนี้คือแมสโฟลว (Mass Flow) โดยปัจจัยสำคัญที่ทำให้กระบวนการนี้เป็นไปได้ก็คือสสารอาหารและแร่ธาตุที่เป็นอนุภาคประจุภายในดิน

กระบวนการดิฟฟิวชั่น (Diffusion) ถูกนำมาใช้กับประจุอนุภาคของแร่ธาตุบางชนิดที่พืชต้องการ โดยอนุภาคที่อยู่ในกระบวนการนี้จะเคลื่อนที่อย่างช้าๆ เสมือนกับการทยอยปล่อยคนออกมาจากสนามกีฬาที่เพิ่งจบการแข่งขัน โดยจะเคลื่อนที่ออกมาจากแหล่งสะสมประจุอนุภาคนั้นๆแหล่งใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีความเข้มข้นของแร่ธาตุนั้นๆสูง และค่อยๆเคลื่อนห่างออกกันและกันให้ได้มากที่สุด จนบางส่วนถูกพืชดูดไปใช้งาน ตัวอย่างประจุแร่ธาตุหลักๆที่เข้าข่ายกระบวนการนี้คือ แร่ธาตุโพแทสเซียม ฟอสเฟต และซิงค์

สสารที่ไหลผ่านตามกระบวนการแมสโฟลว (Mass Flow) จนถูกดูดซึมเข้าต้นไม้ คือคีเลต หรือคือ แร่โลหะประจุบวกที่เกาะกับสสารอินทรีย์ โดยแร่โลหะเหล่านี้จะถูกสสารอินทรีย์เข้าล้อมเกาะ มีสถานะประจุเป็นกลาง และประจุลบจากภายนอกไม่สามารถแทรกเข้ามาได้ จึงไม่เกิดการตกตะกอน และมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี เหมาะสำหรับการดูดซึมไปกับน้ำผ่านราก (Mass Flow) คีเลตนี้เป็นผลของปฏิกริยาจากกระบวนการทางเคมีของจุลชีวิต ซึ่งในบางตัวมนุษย์สามารถสังเคราะห์ได้ และคีเลตนี้มีทำหน้าที่นำแร่โลหะและสสารอินทรีย์เข้าสู่รากต้นไม้

ขั้นตอนที่ 2 การเคลื่อนที่ของไอออนจากภายนอกสู่ภายในราก

ไม่ว่าสสารอินทรีย์ น้ำ และแร่ธาตุจะถูกดูดเข้ามาถึงผิวรากด้วยวิธีใดก็ตาม มันยังต้องผ่านชั้นการป้องกันเซล์ผิวรากที่เรียกว่าแถบแคสพาเรียน (Casparian Strip) ซึ่งคือชั้นเซลล์รากพืชที่ถูกห่อหุ้มด้วยสารซูเบอลิน (Suberin) หรือ ลิกนิน (Lignin) สารสองตัวนี้ทำหน้าที่เป็นปลอก ป้องกันไม่ให้แร่ธาตุและอาหารภายในต้นไม้ไหลย้อนออกมา โดยจะมีช่องเปิด ที่อนุญาตให้สารอาหารและแร่ธาตุให้เข้าไปได้

สารอาหารที่จะผ่านเข้ารากจะดันผ่านเข้าไปโดยใช้พลังงาน ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งเป็นโมเลกุลพลังงานจากเซลล์ในการดึงแร่ธาตุเข้าไปภายใน การดึงนั้น กระทำผ่านสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เรียกว่า ตัวนำพา (Carrier) โดยตัวนำพาหนึ่งชนิดจะเลือกนำแร่ธาตุหรือสารอาหารหนึ่งอย่างเข้าไปยังต้นไม้ เมื่อนำเข้าไปแล้ว แร่โลหะบางส่วนจะถูกนำไปใช้สร้างเอนไซม์สำหรับต้นไม้ บางส่วน อย่างเช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ แคลเซียม ถูกนำไปแปลงสภาพเป็นส่วนประกอบต่างๆของต้นไม้ อย่างเช่น กลูโคส ดีเอ็นเอ คลอโรฟิล และสารประกอบอื่นๆ

ในขณะเดียวกัน รากพืชที่อยู่ในพื้นดินที่เย็น มักเกิดสภาพขาดฟอสฟอรัส (มีอาการเป็นสีม่วง และเติบโตช้า) วิธีการการแก้ทั่วไปมักทำโดยการทำให้พื้นดินอบอุ่น ไม่ร้อนเกินไป และไม่เย็นจนเกินไป เพื่อให้การดูดฟอสฟอรัสเป็นปรกติ ทั้งนี้ตัวรากเอง แม้จะอยู่ในพื้นดิน แต่ก็มีความต้องการอ็อกซิเจน (Oxygen) เพื้อการสร้างพลังงาน ATP ในการดูดแร่ธาตุ น้ำ และสารอาหารต่างๆขึ้นมาเลี้ยงลำต้น

ดังนั้น เพื่อการเพาะปลูกที่ดี อย่าลืมดูแลต้นไม้ในวิธีการที่ถูกต้องนะ

Source: Thomas A. Ruehr, Professor, Earth and Soil Sciences Department, Cal Poly State University, San Luis Obispo, CA 93407-0261. Adapted from Vegetables West magazine.]