

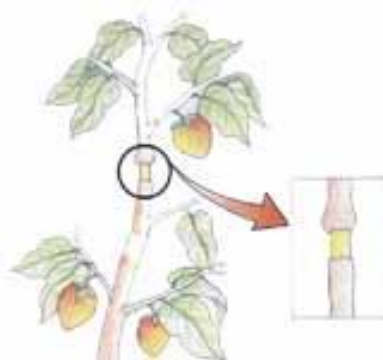
ใบความรู้ เรื่อง การลำเลียงอาหารในพืช

อาหารที่พืชนำมาใช้ในการดำรงชีวิต ได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งส่วนใหญ่เกิดที่ใบ แล้วลำเลียงไปยังส่วนอื่น เช่น ลำต้น ราก มักจะสะสมอยู่ในรูปคาร์โบไฮเดรต รากอยู่ในดินไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ก็มีกระบวนการสะสมอาหารในรูปของแป้ง เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง แสดงว่าจะต้องมีการลำเลียงอาหารมาเก็บที่ราก

การเคลื่อนย้ายสารอาหารในพืช

การลำเลียงอาหารของพืชจะลำเลียงไปตามโฟลเอ็ม(phloem) นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ศึกษาเพื่อให้ทราบถึงการลำเลียงอาหารในพืช ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2229 มาร์เซลโก มัลพิจี (Murco Malpighi) ได้ค้นพบเปลือกของลำต้น โดยให้รอยรอยควั่นห่างกันประมาณ 2 เซนติเมตร เมื่อปล่อยให้พืชเจริญระยะหนึ่ง พบว่า เปลือกของลำต้นเหนือรอยควั่นจะพองออก

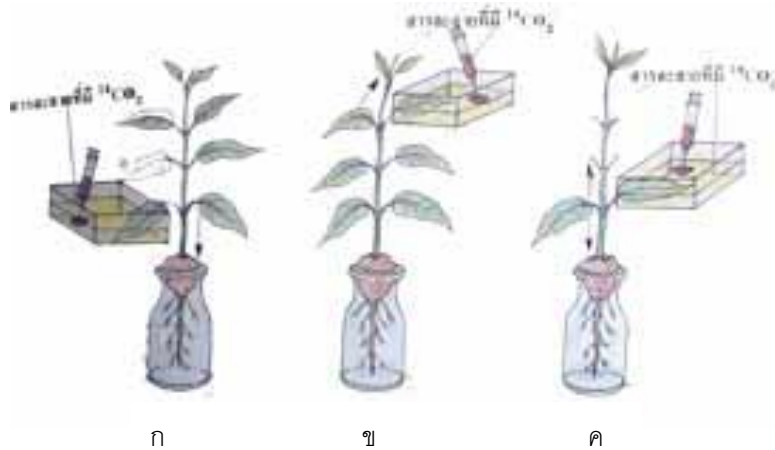


ภาพ : การทดลองของมัลพิจี

ที่มา : หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 3 กระทรวงศึกษาธิการ

ในปี พ.ศ. 2471 **เมสันและมัสเคล** (Mason และ Maskell) ได้ศึกษาการทดลองของมัลพิจี แล้วมีความเห็นว่าการควั่นเปลือกไม้ไม่มีผลต่อการคายน้ำของพืช เนื่องจากไซเล็มยังสามารถลำเลียงน้ำได้ ส่วนเปลือกต้นไม้ที่อยู่เหนือรอยควั่นพองออก เนื่องจากการสะสมของน้ำตาลที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านมายังด้านล่างของลำต้นได้

มีผู้ศึกษาการลำเลียงน้ำตาลในพืชโดยใช้ธาตุกัมมันตภาพรังสีซึ่งได้แก่ ^{14}C ที่เป็นองค์ประกอบของคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเตรียมคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของสารละลาย แล้วต่อมา คาร์บอนไดออกไซด์ก็จะระเหยเป็นแก๊ส ซึ่งพืชจะดูดนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



ภาพ : การทดลองการลำเลียงน้ำตาลในพืชโดยใช้ธาตุกัมมันตรังสี

ที่มา : หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 3 กระทรวงศึกษาธิการ

หลังจากการทดลองให้ได้รับแสงเป็นเวลา 35 นาที แล้วนำเนื้อเยื่อต่างๆ มาทำให้แห้งโดยการแช่แข็ง และตัดเป็นแผ่นบางๆ นำไปวางบนแผ่นฟิล์มถ่ายรูปในห้องมืด เพื่อตรวจสอบน้ำตาลที่มี ^{14}C จากการทดลอง พบ น้ำตาลที่มี ^{14}C ที่ส่วนล่างของพืช การทดลอง ข. จะพบ ^{14}C ที่ส่วนยอดของพืช ส่วนการทดลอง ค. พบ ^{14}C ที่ส่วนบนและส่วนล่างของพืช หรือทุกส่วนของพืชส่วนใหญ่จะพบ ^{14}C ในซีฟทิวบ์

จากการทดลอง พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่รับเข้ามาทางปากใบเพื่อใช้ในการสร้างอาหาร อาหารที่พืชสร้างขึ้นจะมีการลำเลียงไปยังแหล่งที่สร้างได้น้อย เช่น ยอด หรือแหล่งที่สร้างไม่ได้ เช่น ราก การลำเลียงจะลำเลียงทางโพลีเอมมีทิสทางทั้งขึ้น และลงแตกต่างจากการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารที่ลำเลียงทางไซเล็ม และมีทิศทางการลำเลียงจากรากไปสู่ยอดและใบ

ประมาณในปี พ.ศ. 2496 ซิมเมอร์แมน (M.H. Zimmerman) นักชีววิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดได้ค้นพบว่า เพลี้ยอ่อนสามารถใช้วงแหวนเข้าไปถึงโพลีเอมแล้วดูดของเหลวจากท่อโพลีเอมออกมากินจนเหลือแล้วปล่อยให้ของเหลวไหลออกทางก้นของเพลี้ยอ่อน ขณะที่เพลี้ยอ่อนกำลังดูดของเหลวอยู่นั้นก็วางยาสลบเพลี้ยอ่อน แล้วตัดให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นวงติดอยู่ที่ต้นไม้ ของเหลวก็ยังคงไหลออกมาทางวง เมื่อนำของเหลวนี้ไปวิเคราะห์พบว่า ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครส และสารอื่นๆ เช่น กรดอะมิโน ฮอร์โมน และธาตุอาหาร

กระบวนการลำเลียงสารอาหาร

อี มินซ์ (E. Munch) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน พยายามอธิบายการลำเลียงสารอาหารดังนี้ ส่วนหนึ่งของน้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในคลอโรพลาสต์ จะถูกลำเลียงออกมาในไซโทพลาซึมแล้วเปลี่ยนเป็นน้ำตาลซูโครส จากนั้นซูโครสจะเคลื่อนย้ายออกจากเซลล์ที่เป็นแหล่งสร้างไปยังโฟลเอ็ม โดยเข้าสู่ซีฟทิว็บของโฟลเอ็ม ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในซีฟทิว็บต้นทางสูงขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงออสโมซิสเข้ามา และเพิ่มความดันในซีฟทิว็บต้นให้สารละลายน้ำตาลซูโครสลำเลียงไปตามท่อโฟลเอ็มจนถึงเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ต้องการใช้ สารละลายน้ำตาลซูโครสก็จะออกจากซีฟทิว็บไปสู่เซลล์เนื้อเยื่อต่างๆ และไปเก็บสะสมหรือใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เซลล์ดังกล่าว การที่ซีฟทิว็บปลายทางมีสารละลายน้ำตาลซูโครสลดลงจะทำให้ น้ำจากซีฟทิว็บปลายทางแพร่ออกสู่เซลล์ข้างเคียง เป็นผลให้ซีฟทิว็บปลายทางมีแรงดันน้อยกว่าต้นทาง การลำเลียงอาหารจึงเกิดขึ้นตลอดเวลาที่ใบพืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยมีแรงผลักดันจากความแตกต่างของแรงดันในเซลล์โฟลเอ็มต้นทาง และปลายทาง

ในพืชเป็นแหล่งสร้างน้ำตาลกลูโคสจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง น้ำตาลกลูโคสถูกลำเลียงออกมาในไซโทพลาซึมแล้วเปลี่ยนเป็นน้ำตาลซูโครสก่อนเข้าสู่โฟลเอ็ม จากนั้นน้ำตาลซูโครสเคลื่อนย้ายไปในซีฟทิว็บของโฟลเอ็ม โดยวิธีการลำเลียงแบบใช้พลังงาน ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในซีฟทิว็บต้นทางสูงขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงออสโมซิสเข้ามาทำให้ซีฟทิว็บมีแรงดันเพิ่มขึ้น ซึ่งจะกดดันให้สารละลายน้ำตาลซูโครสลำเลียงไปตามท่อโฟลเอ็มจนถึงซีฟทิว็บปลายทาง น้ำตาลซูโครสก็จะลำเลียงออกจากซีฟทิว็บปลายทางไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ต้องการใช้หรือแหล่งรับ ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลซูโครสในซีฟทิว็บปลายทางลดลง น้ำจากซีฟทิว็บปลายทางแพร่ออกสู่เซลล์ข้างเคียง ซีฟทิว็บปลายทางมีแรงดันน้อยกว่าซีฟทิว็บต้นทาง การลำเลียงอาหารจึงเกิดขึ้นตลอดเวลาที่ใบพืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสง