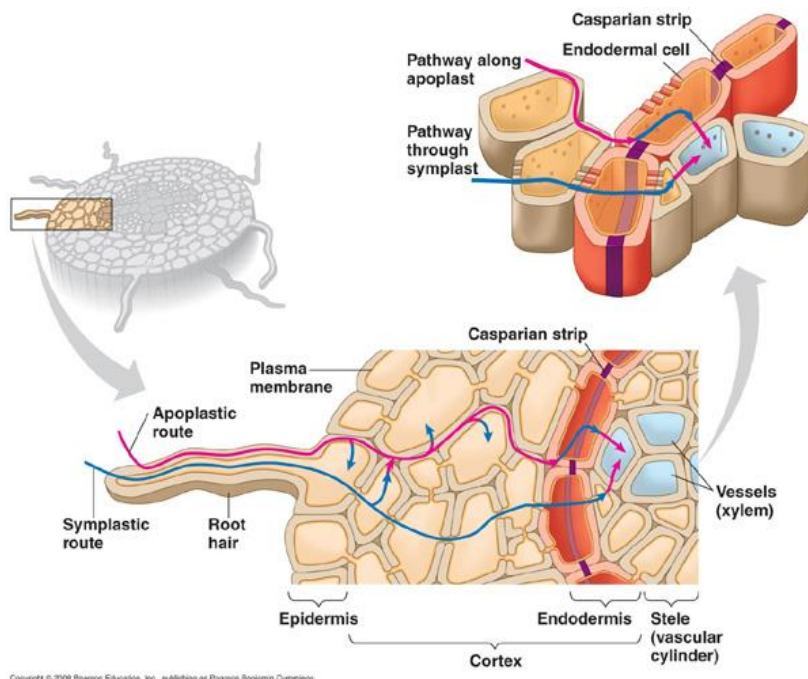


ใบความรู้ เรื่อง การลำเลียงธาตุอาหารของพืช

น้ำที่พืชลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์ของรากเข้าสู่ไซเล็ม มีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่รากดูดจากดินละลายอยู่ด้วย การลำเลียงธาตุอาหารต่าง ๆ มีความซับซ้อนมากกว่าการลำเลียงน้ำ เพราะเซลล์มักไม่ยอมให้ธาตุอาหารเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกได้โดยอิสระ

กระบวนการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารต่างๆ เข้าสู่ราก ทำได้ 2 วิธี คือ ลำเลียงแบบไม่ใช้พลังงาน (passive transport) โดยธาตุอาหารจะแพร่จากภายนอกเซลล์ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าไปยังภายในเซลล์ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า และการลำเลียงแบบใช้พลังงาน (active transport) ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารแบบอาศัยพลังงานทำให้พืชสามารถลำเลียงธาตุอาหารจากภายนอกเซลล์ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเข้ามาภายในเซลล์ได้ จึงทำให้พืชสะสมธาตุอาหารบางชนิดไว้ได้ ธาตุอาหารที่จะเข้าไปในไซเล็มสามารถเคลื่อนผ่านชั้นคอร์เทกซ์ของรากได้โดยเส้นทางอโปพลาสต์หรือซิมพลาสต์ และเข้าสู่เซลล์เอนโดเดอร์มิสก่อนเข้าสู่ไซเล็ม



ภาพ : การเคลื่อนที่ของน้ำและสารอาหารเข้าสู่ราก

ที่มา : http://www.bio.miami.edu/dana/pix/water_pathways.jp

ธาตุอาหารที่พืชลำเลียงเข้าไปในไซเล็มนั้นเป็นสารอนินทรีย์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืช

ตารางแสดงธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และปริมาณของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่พบในพืช

ธาตุ	สัญลักษณ์ทางเคมี	รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ค่าร้อยละของธาตุที่พบในเนื้อเยื่อพืช (น้ำหนักแห้ง)
โมลิบดีนัม	Mo	MoO ₄ ²⁻	0.00001
ทองแดง	Cu	Cu ⁺ , Cu ²⁺	0.0006
แมงกานีส	Mn	Mn ²⁺	0.005
นิกเกิล	Ni	Ni ²⁺	0.003
สังกะสี	Zn	Zn ²⁺	0.002
โบรอน	B	H ₂ BO ₃ ⁻	0.002
เหล็ก	Fe	Fe ²⁺	0.01
คลอรีน	Cl	Cl ⁻	0.01
กำมะถัน	S	So ₄ ²⁻	0.1
ฟอสฟอรัส	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	0.2
แมกนีเซียม	Mg	Mg ²⁺	0.2
แคลเซียม	Ca	Ca ²⁺	0.5
โพแทสเซียม	K	K ⁺	1.0
ไนโตรเจน	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	1.5
ไฮโดรเจน	H	H ₂ O	6
ออกซิเจน	O	O ₂ , H ₂ O , CO ₂	45
คาร์บอน	C	CO ₂	45

จากตาราง จะเห็นว่าพืชต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดในปริมาณไม่เท่ากัน

การให้ปุ๋ยเป็นการเพิ่มธาตุอาหารแก่พืชถ้าให้มากเกินไปเกินความต้องการของพืชจะเป็นการสิ้นเปลืองและอาจทำให้พืชตายได้ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการตรวจสอบธาตุอาหารที่อยู่ในดิน และวิเคราะห์อาการของพืชว่าขาดธาตุใด

จากตารางพบว่า ธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrients) มี 9 ธาตุ ได้แก่ C H O N P K Ca Mg และ S ส่วนธาตุที่พืชต้องการปริมาณเพียงเล็กน้อย (micronutrients) ได้แก่ B Fe Cu Zn Mn Mo Cl และ Ni ธาตุอาหาร 2 กลุ่มนี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเท่าเทียมกัน แต่ปริมาณที่พืชต้องการแตกต่างกัน องค์ประกอบของพืชประมาณร้อยละ 96 ของน้ำหนักแห้งของพืช ประกอบด้วย C H O ซึ่งธาตุทั้งสามนี้พืชได้รับจากน้ำและอากาศอย่างเพียงพอ

นักวิทยาศาสตร์ใช้หลัก 3 ประการที่จัดว่าธาตุใดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ

1. ถ้าขาดธาตุนั้นพืชจะไม่สามารถดำรงชีพ ทำให้การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ไม่ครบวงจร
2. ความต้องการชนิดของธาตุอาหารในการเจริญเติบโตของพืชมีความจำเพาะจะใช้ธาตุอื่นทดแทนไม่ได้
3. ธาตุนั้นจำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม และการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

ไม่ใช่ธาตุที่แก้ไขความเหมาะสมของดินหรือเสริมธาตุชนิดอื่นในการเจริญเติบโตของพืช

นอกจากนี้ยังอาจจัดแบ่งธาตุอาหารออกได้เป็น 3 กลุ่มตามหน้าที่ทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นองค์ประกอบของธาตุอินทรีย์ภายในพืช ได้แก่

1.1) เป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์หลัก ได้แก่ C H O N

1.2) เป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับเมแทบอลิซึม เช่น P ใน

สาร ATP และ Mg ที่เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์

กลุ่มที่ 2 กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ เช่น Fe Cu Zn Mn Cl

กลุ่มที่ 3 ควบคุมแรงดันออสโมติก เช่น K ช่วยรักษาความเต่งของเซลล์คุม

หน้าที่และอาการที่พืชตอบสนองต่อธาตุอาหารบางชนิด

ธาตุอาหารแต่ละชนิดมีบทบาทและหน้าที่รวมถึงอาการและบริเวณที่พืชแสดงออกเมื่อขาดธาตุอาหารนั้นๆ แตกต่างกันไป เช่น ถ้าพืชขาดธาตุเหล็กจะทำให้ใบเหลืองระหว่างเส้นใบโดยเส้นใบจะยังมีสีเขียวอยู่ และพบในใบอ่อนก่อนแล้วจากนั้น จึงพบที่ใบแก่ เนื่องจากธาตุนี้เคลื่อนย้ายได้ไม่ดี ใบอ่อนจะขาดธาตุเหล็กเร็วกว่าใบแก่ ซึ่งแตกต่างจากการขาดธาตุแมกนีเซียมจะเกิดขึ้นที่บริเวณใบแก่ที่อยู่ด้านล่างก่อนพบที่ใบอ่อน เพราะ

แมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดีจะเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปสู่ใบอ่อน ดังนั้นใบแก่จึงแสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียมเร็วกว่าใบอ่อน

ตารางหน้าที่และอาการที่พืชตอบสนองต่อธาตุอาหารบางชนิด

ธาตุ	หน้าที่	ขาดธาตุ	รับมากเกินไป
คาร์บอน	- เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์	-	-
ไฮโดรเจน	- เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์	-	-
ออกซิเจน	- เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์	-	-
ไนโตรเจน	- เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารภายในเซลล์ เช่น โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก โคเอนไซม์ ฮอร์โมน ATP - เร่งการเจริญเติบโตของลำต้น ใบ หัว	- ใบมีสีเหลืองทั้งใบจะเริ่มเหลืองที่ใบแก่ก่อน - ลำต้นพอมสูง หักล้มง่าย	- ใบมีสีเขียวเข้ม - มีใบจำนวนมาก - ลำต้นเตี้ยโตมากกว่าราก
ฟอสฟอรัส	- เป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดนิวคลีอิก ATP เยื่อหุ้มต่างๆ	- การเจริญเติบโตชะงัก - ใบแก่มีสีเขียวเข้ม ก้านใบหรือใบอาจมีสีแดง หรือสีม่วง	- ใบอ่อนมีสีเหลือง ระหว่างเส้นใบ แต่เส้นใบมีสีเขียว - เนื้อเยื่อใบตาย ขอบใบไหม้

โพแทสเซียม	<ul style="list-style-type: none"> - ควบคุมแรงดันออสโมติกของเซลล์คุม - รักษาสมดุลของไอออนภายในเซลล์ - กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ - ควบคุมสังเคราะห์และการเคลื่อนย้ายแป้ง 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบเหลือง - ขอบใบ และปลายใบไหม้ - เนื้อเยื่อใบตายเป็นจุดๆ โดยเกิดที่ใบแก่ก่อน 	-
แคลเซียม	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ - เกี่ยวกับการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด 	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อเยื่อปลายยอดและปลายรากตาย - ใบอ่อนหงิกงอ - ปลายใบขอบใบเหี่ยว 	-
แมกนีเซียม	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ - กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ - กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเคลื่อนย้ายฟอสเฟต 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบมีสีเหลืองบริเวณระหว่างเส้นใบ - เกิดที่ใบแก่ก่อน - เกิดจุดสีแดงบนใบ - ปลายและขอบใบม้วนเป็นรูปถ้วย 	-
ซัลเฟอร์ (กำมะถัน)	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนบางชนิด เช่น เมไทโอนีน และ - เป็นองค์ประกอบของโคเอนไซม์ เอ - เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ กระบวนการหายใจ การสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์โปรตีนและการสลายกรดไขมัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบเหลืองทั้งใบโดยเกิดที่ใบอ่อนก่อน หรือเกิดใบเหลืองทั้งต้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง และทำให้โครงสร้างคลอโรฟิลล์สูญเสีย

<p>เหล็ก</p>	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการรับและส่งอิเล็คตรอนในกระบวนการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง - เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบเหลืองระหว่างเส้นใบแต่เส้นใบมีสีเขียว เกิดที่ใบอ่อนก่อน - ถ้าอาการรุนแรงใบอ่อน อาจมีสีขาวและแห้งตาย 	<ul style="list-style-type: none"> - เกิดเป็นจุดเซลล์แห้งตายบนใบ
--------------	---	--	---