

บทที่ 10

โรคขาดธาตุอาหารของพืช (Nutritional Disorders of Plants)

พืชจะต้องได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชครบทุกธาตุในปริมาณ และสัดส่วนที่พอเหมาะจึงจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นไปอย่างปกติ ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นไม่เพียงพอ ก็จะแสดงอาการผิดปกติออกมาในลักษณะที่พืชขาดธาตุอาหาร (mineral deficiency) ด้วยการแสดงอาการได้หลายลักษณะเช่น สีของใบเปลี่ยนไป ลำต้นแคระแกรน ยอดบิดม้วน หรือทำให้การเจริญเติบโตชะงักงัน ในทำนองเดียวกันพืชอาจมีโอกาสดำรงชีวิตได้รับธาตุอาหารบางชนิดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตมากเกินไปเกินความต้องการ (excess) จนทำให้เกิดเป็นพิษ (toxicity) และมีปฏิกิริยาต่อต้าน ขัดขวางความเป็นประโยชน์และการดูดซึมแร่ธาตุอื่นของพืช เหตุการณ์ดังกล่าวย่อมทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติขึ้นทั้งในด้านรูปร่าง และผลผลิตของพืช

เมื่อวิเคราะห์พืชทางเคมีจะพบว่าประกอบไปด้วยธาตุต่าง ๆ มากมายหลายชนิดในจำนวนธาตุทั้งหลายมีเพียง 16 ธาตุด้วยกันที่ถือว่าเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (essential elements) คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และ คลอรีน (Cl) โดยยึดหลักในการวินิจฉัย ตามหนังสือปฐพีวิทยาเบื้องต้นที่เรียบเรียงโดยคณะอาจารย์ในภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2519) และบทปฏิบัติการโรคพืชเบื้องต้นที่เรียบเรียงโดย นิพนธ์ ทวีชัย และ อาจารย์ภาควิชาโรคพืชคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2523) ซึ่งสรุปหลักเกณฑ์ได้ดังต่อไปนี้คือ

(1) ธาตุอาหารชนิดนั้นจะต้องมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช ไม่สามารถนำธาตุอาหารชนิดอื่นมาทดแทนได้ ถ้าพืชขาดจะทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติ และตายก่อนจะครบวัฏจักร (life cycle)

(2) ธาตุอาหารชนิดนั้นต้องมีคุณสมบัติในการทำหน้าที่เฉพาะอย่างในขบวนการเมตาบอลิซึมของพืช หรือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเนื้อเยื่อพืช และธาตุอาหารดังกล่าวจะต้องมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงไม่ใช่เป็นธาตุที่ทำให้พืชเจริญโตโดยอ้อม เช่นแมกนีเซียมเป็นองค์ประ

กอบของคลอโรฟิล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารบางอย่างเช่น โซเดียม (Na) โคบอลท์ (Co) และซิลิกา (Si) ที่ทำหน้าที่จำเป็นส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด เช่น ธาตุอาหารซิลิกา เป็นธาตุอาหารที่ทำให้ข้าวทนทานต่อการล้ม (lodging) และทนทานต่อการทำลายของโรคและแมลง ยังผลให้ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โซเดียมทำหน้าที่แทนพอสแตสเซียมได้บางส่วนของการเมตาโบลิซึมบางขบวนการ ส่วนโคบอลท์จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของแบคทีเรียจำพวก *Rhizobium* sp. ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้มีการตรึงก๊าซไนโตรเจนมากขึ้น ยังประโยชน์ให้การเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่ววงอกงาม และให้ผลผลิตสูงขึ้น เมื่อพิจารณาถึงความจำเป็นของธาตุอาหารดังกล่าวแล้ว พบว่าถ้าพืชขาดธาตุอาหารนั้นพืชทั่วไปยังสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ จึงยังไม่จัดอยู่ในพวก essential elements แต่จัดอยู่ในพวก accessory element ไปก่อน ต่อเมื่อนักวิทยาศาสตร์พิสูจน์ได้เป็นที่แน่นอนว่าจำเป็นต่อพืชจริง ๆ แล้ว จึงจัดอยู่ในพวก essential elements ต่อไป

ธาตุอาหารคาร์บอน และออกซิเจน พืชมักได้รับจากอากาศโดยที่ธาตุอาหารคาร์บอน ได้ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึมผ่านเข้าสู่พืชทางปากใบ และออกซิเจนซึมผ่านเข้าสู่พืชทางปากใบ และเซลล์ผิวของราก ส่วนธาตุอาหารไฮโดรเจนนั้น พืชได้รับจากการสลายตัวของน้ำในดิน และไอน้ำจากอากาศ แม้ว่าธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้จะจัดว่าเป็นธาตุอาหารหลัก (macronutrient elements) ที่พืชจำเป็นต้องการเป็นจำนวนมากก็ตาม ธาตุอาหารชนิดนี้ก็มิอย่างเพียงพอกับความต้องการของพืช คงเหลืออีก 13 ธาตุ ที่พืชจะได้รับจากดินด้วยวิธีการดูดซึมผ่านเข้าทางราก แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ตามปริมาณที่พืชจะนำไปใช้คือ

1. Macronutrient elements หรือ Major elements ธาตุอาหารพวกนี้พืชมีความต้องการใช้ในปริมาณที่มากมีอยู่ด้วยกัน 6 ธาตุคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน โดยเฉพาะ 3 ธาตุแรก เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการมากมักมีอยู่ในดินน้อย หรือมีมากแต่อยู่ในรูปที่พืชนำมาใช้ไม่ได้ จำเป็นต้องเติมให้กับพืชอยู่เสมอ อาจเรียกว่าเป็นธาตุอาหารปุ๋ย (fertilizer elements) ส่วน 3 ธาตุอาหารหลังปกติในดินมีเพียงพอสำหรับพืช ยกเว้นในดินบางสภาพ พืชอาจแสดงอาการขาดธาตุอาหาร แคลเซียม และแมกนีเซียมขึ้นได้ เมื่อเป็นดังนั้น อาจแก้โดยการเติมปูนขาวลงในดิน จึงเรียกธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียมว่า ธาตุปูน (lime elements)

2. Micronutrient elements หรือ Trace elements เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่น้อย เพื่อการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ ความสำคัญของธาตุอาหารแต่ละชนิดไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารหลัก หรือธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างปกตินั้น ไม่ได้น้อยหรือยิ่งหย่อนไปกว่า

กัน ธาตุอาหารที่จำเป็นทุกชนิดมีบทบาทเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันแทบทั้งสิ้น แตกต่างกันในเรื่องของ ปริมาณที่พืชต้องการเท่านั้น ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทต้น ๆ ธาตุอาหารชนิดนี้ยกเว้นธาตุเหล็กที่มีใน ดิน ปริมาณที่สูง ส่วนธาตุอื่น ๆ จะพบอยู่ในปริมาณต่ำ เมื่อปลูกพืชนาน ๆ อาจทำให้หมดไปจาก ดิน พืชจึงแสดงอาการขาดได้ ธาตุอาหารรองเหล่านี้คือ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน เนื่องจากพืชต้องการในปริมาณที่น้อย ปัญหาด้านการขาดธาตุ อาหารดังกล่าวจึงไม่ค่อยมีปรากฏ และถ้าธาตุเหล่านี้มีมากเกินไปเกินความต้องการของพืชอาจก่อให้เกิดพิษ กับพืชได้ง่าย ดินที่พบว่าขาดธาตุอาหารชนิดนี้เป็นดินค่อนข้างเก่า ดินอินทรีย์วัตถุ ดินเป็นต่าง จัด และดินที่มีการชะล้างสูง ได้แก่ดินทราย

ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ธาตุไนโตรเจนจัดเป็นธาตุอาหารสำคัญมากที่สุดธาตุ หนึ่ง เป็นธาตุอาหารหลักที่ทำหน้าที่เป็นส่วนสำคัญของโปรตีน เอนไซม์ กรดนิวคลีอิก วิตามิน และคลอโรฟิลล์ เนื่องจากอาการขาดธาตุไนโตรเจนในพืชมีผลยับยั้งการแบ่งเซลล์ จึงทำให้ขนาดของ ใบ ลำต้น และกิ่งก้านเล็กกว่าปกติ ใบแสดงอาการเหลืองทั่วทั้งใบ ปรากฏให้เห็นเด่นชัดบนใบ แก่ก่อนใบอ่อน มีผลให้การแตกกิ่งก้านสาขา ดอก ผล ลดลง ลำต้นเตี้ยแคระใบเรียวยาว กิ่งแสดง อาการตายจากยอดลงสู่โคน (die-back) คุณภาพของผลเลวลง ส่วนมากอาการขาดธาตุไนโตรเจนของ พืชพบได้เสมอกับพืชที่ปลูกในดินทรายที่มีการชะล้างสูง

เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารไนโตรเจนมากเกินไปเกินความจำเป็น (excess) จะทำให้พืชแสดงอาการ เมื่อใบ ใบสีเขียวเข้มมีขนาดใหญ่ และหนากว่าปกติ กิ่งและผลอวบอ้วน แสดงอาการบิดเบี้ยว ระยะเริ่มต้นหน้าฝนจะทำให้ผลมีเปลือกหนา และเปลือกแตกง่ายในฤดูแล้ง

ธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเป็นธาตุหนึ่งในจำนวน 16 ธาตุที่ควบคุม การเจริญเติบโตของพืช โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดนิวคลีอิก โปรตีน ฟอสโฟไลปิด (phospholipids) ซึ่งจำเป็นต่อขบวนการสังเคราะห์ คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ขบวนการหายใจ และส่งเสริมการเจริญของรากฝอย รากแขนง เร่งให้พืชออกดอก และแก่เร็วกว่าปกติ ดังนั้นเมื่อ พืชขาดธาตุนี้จะแสดงอาการให้เห็นอย่างเด่นชัด คือ การเจริญเติบโตช้าผิดปกติ เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตที่ใบมากขึ้น ทำให้มีสีม่วงหรือเขียวเข้ม ต้นพืชแคระแกรน ใบมีขนาดแคบและเล็ก ผลผลิตน้อยลง ขนาดของผลเล็กลง เปลือกหนา ไม้กลวง และร่วงก่อนกำหนด ถ้าพืชขาดธาตุนี้มาก ๆ ใบแสดงอาการไหม้ กิ่งไม่แตกกิ่งก้านสาขา สภาพของดินที่พบว่าขาดธาตุนี้เป็นประจำคือดินเหนียว เนื่องจากมีธาตุเหล็ก และอลูมิเนียมปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก ในสภาพที่ดินเป็นกรด ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของ ฟอสเฟตจะตกตะกอนเป็นสารประกอบเหล็กฟอสเฟต หรืออลูมิเนียม ฟอสเฟต ซึ่งพืชไม่สามารถดูดนำไปใช้เสริมสร้างส่วนต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโตได้

ธาตุอาหารพोटัสเซียม (K) ถึงแม้ว่าธาตุอาหารพोटัสเซียมไม่ได้เป็นส่วนประกอบของสารประกอบอินทรีย์ในเซลล์พืชเหมือนกับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสก็ตาม พोटัสเซียมมีความจำเป็นต่อกิจกรรม หรือขบวนการสร้างสมต่าง ๆ ของเซลล์ที่มีชีวิต การขาดธาตุอาหารชนิดนี้ในพืชจึงก่อให้เกิดความไม่สมดุลย์ในขบวนการต่าง ๆ เช่น ขบวนการสร้างน้ำตาลและแป้ง การเคลื่อนย้ายแป้ง และน้ำตาล การสังเคราะห์แสง การหายใจ โปรตีนเบตาโกลบูลิน และอำนาจความต้านทานโรค โดยทำให้เกิดสีซีดเหลือง (chlorosis) ขึ้นบนใบ เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบแสดงลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาลแห้ง เกิดขึ้นในส่วนของใบแก่ก่อนใบอ่อน ขอบใบแสดงอาการแห้งตาย พืชที่ขาดโพแทสเซียมจะให้เมล็ดลีบ น้ำหนักเบาผิดปกติ เฉพาะข้าวโพดจะติดฝักที่มีขนาดเล็ก รูปร่างผิดปกติ และให้เมล็ดไม่เต็มฝัก พืชที่ให้หัวบริเวณรากจะเป็นส่วนสะสมอาหารจำพวกแป้งในปริมาณต่ำแต่มีน้ำมาก ใบยาสูบมีคุณภาพในการติดไฟต่ำ ไม้ผลจะมีสีไม่สวย เนื้อฟาร์ม พืชจำพวกส้มจะทำให้ผลเล็ก เปลือกบางและเรียบกว่าปกติ ผลร่วงก่อนกำหนด การเจริญของใบ ระยะแรกคล้ายถูกกระตุ้นการเจริญเติบโต โดยใบมีขนาดใหญ่ แต่ไม่เรียบ เส้นแกนใบเริ่มบิดเบี้ยว ถ้าสัมผัสขาดธาตุอาหารชนิดนี้มาก ๆ จะขาดการทรงตัว กิ่งเปราะ และหักง่าย เกิดอาการตายจากปลายกิ่งสู่โคนกิ่งพร้อมกับมีอาการบางไหล ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล มีจุดเล็ก ๆ คล้ายสนิม สำหรับพืชที่ให้น้ำมันก็จะมีน้ำมันน้อย นอกจากนั้นการขาดพอสเตสเซียมยังทำให้พืชล้ม (lodging) ได้ง่าย เพราะพืชที่ขาดพอสเตสเซียมจะมีลำต้นอ่อน พืชจำพวกฝ้ายจะมีสีน้ำตาลปนแดงเสมอ จะไม่อำเต็มที่เมื่อฝ้ายแก่

ธาตุอาหารแคลเซียม (Ca) แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่มาก เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญของผนังเซลล์ในรูปของแคลเซียมเพคเตต (calcium pectate) ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวกับการเชื่อมเซลล์ให้ติดกัน เป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอด และปลายรากของพืช โดยสร้างผนังเซลล์ให้กับเซลล์ที่เกิดใหม่ในระหว่างการแบ่งเซลล์ เป็นตัวกัฏฤทธิ์ของสารอินทรีย์ที่เป็นพิษในพืชเช่น กรดออกซาลิก (oxalic acid) เป็นต้น ต่อด้านฤทธิ์ของสารออกซิน (auxin) ให้อยู่ในขอบเขตพอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของเซลล์พืช และส่งเสริมให้มีการดึงดูดอาหารพืชในรูปของไนเตรตมากขึ้น นอกจากนี้ถ้าแคลเซียมอยู่ในรูปของอออน (Ca^{++}) สามารถลดพิษ และทำลายความเป็นพิษของสารทองแดง (Cu^{++}) ที่พืชดูดเข้าไปมากเกินไปจนควรได้

อาการขาดธาตุอาหารแคลเซียมของพืชจะแสดงออกที่ใบอ่อน หรือส่วนที่ใกล้ ๆ กับยอด (growing point) หรือส่วนที่ปลายราก ก่อนส่วนอื่น เนื่องจากธาตุอาหารชนิดนี้เป็นธาตุที่เคลื่อนที่ไม่ได้ (immobile nutrient) โดยทำให้ใบอ่อนมีลักษณะบิดเบี้ยว ปลายใบงอเข้าหาลำต้น ขอบใบจะม้วนลงข้างล่าง ตามขอบใบจะขาดเป็นริ้ว และแห้งขาว หรือเป็นสีน้ำตาล ต่อไปยอดอ่อนก็

จะตาย ระบบรากชะงักการเจริญเติบโต รากกุดสั้น ไม่มีเส้นใย (fiber) และมีลักษณะเหนียวคล้าย
วุ้น ต้นพืชมีลักษณะแคระแกรน ลำต้นแข็งกระด้าง กิ่งที่แตกใหม่ไม่เจริญเติบโต พืชที่แสดงอาการ
ขาดอย่างรุนแรงจะพบว่าที่ขอบและปลายใบจะมีสีซีด แล้วลุกลามมายังฐานใบและกลางใบ ปลายใบ
บ้าน และไม่สมบูรณ์

ธาตุอาหารแมกเนเซียม (Mg) พืชสีเขียวต่าง ๆ มีแมกเนเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์เสมอ ประมาณกันว่า 2.7 เปอร์เซ็นต์พบอยู่ในคลอโรฟิลล์ และอีกบางส่วนอยู่ในเมลลิตและรากพืช โดยที่แมกเนเซียมดังกล่าวทำหน้าที่เป็นตัวนำสารฟอสเฟต (phosphate carrier) ในปฏิกิริยาการเปลี่ยนรูปฟอสเฟตจากสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ (phosphorylation) มีส่วนในการสร้างน้ำมัน เมื่อรวมกับกำมะถันจะทำให้ปริมาณน้ำมันในพืชเพิ่มขึ้นมาก เป็นส่วนประกอบของไวตามินและเป็นตัวช่วยในการทำงานของเอนไซม์ ดังนั้นเมื่อพืชขาดธาตุแมกเนเซียมจะพบอาการต่างเหลืองทั้งสองข้างของเส้นกลางใบ (mid-rib) และต่อมาส่วนที่เหลืองนี้จะรวมกันเข้าเหลืองแต่เนื้อที่ใบสีเขียวเป็นรูปลิ้มหรือรูปตัววี (V) หักกลับ อาการดังกล่าวจะพบบนใบของพืชที่แก่ก่อนใบอ่อน แต่ขนาดของบ่งที่ไม่เล็กลงไปกว่าปกติ

ธาตุอาหารกำมะถัน (S) พืชต่างชนิดกันมีความต้องการปริมาณของธาตุกำมะถันที่แตกต่างกัน และธาตุอาหารดังกล่าวไม่ได้เก็บไว้เฉพาะที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของพืช กระจายทั่วตลอดลำต้น โดยที่ธาตุอาหารชนิดนี้ มีความจำเป็นต่อการสร้างโปรตีน และกรดอะมิโน เช่น ซีสติน (cystine)-ซีสเตอีน (cysteine) และเมไทโอนีน (methionine) เป็นองค์ประกอบของไวตามินบีหนึ่ง (B1) โคเอนไซม์เอ (coenzyme A) และกลูตาไทโอน (glutathione) นอกจากนี้ธาตุกำมะถันยังมีผลทางอ้อมต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) ของพืช ถ้าพืชขาดธาตุกำมะถันจะมีใบสีเขียวอ่อน หรือเหลืองคล้าย ๆ กับอาการขาดธาตุอาหารไนโตรเจน ลำต้นแคระแกรน เกิดอาการตายจากปลายยอดลงสู่โคนต้น แต่มีข้อแตกต่างที่อาการเหลืองเกิดขึ้นบริเวณยอดอ่อนลงไป เนื่องจากธาตุอาหารชนิดนี้จัดเป็นพวกไม่เคลื่อนที่ ส่วนอาการเหลืองที่เกิดจากอาการขาดธาตุอาหารไนโตรเจนนั้นมักเกิดจากใบล่าง ๆ ขึ้นสู่ยอด

ธาตุอาหารเหล็ก (Fe) แม้ว่าเหล็กจะไม่ใช่อะไรเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ของพืชก็ตาม แต่เหล็กก็เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์และเสริมสร้างคลอโรฟิลล์ให้กับพืช เหล็กเป็นตัวพาอีเล็กตรอนในปฏิกิริยาการหายใจของพืช เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด เช่น คาตาเลส (catalase) ซึ่งช่วยลดพิษของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และเปอร์ออกซิเดส (peroxidase) เหล็กยังเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และโปรตีน เหล็กไม่เคลื่อนย้ายในพืช พืชที่ขาดธาตุ

เหล็กมักแสดงอาการบนใบอ่อนก่อนใบแก่ และใบอ่อนมีขนาดเล็กลง เริ่มแรกเนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบจะมีลักษณะสีเขียวอมเหลือง หรือเขียวอ่อน แต่เส้นใบยังคงมีสีเขียวปกติ เมื่ออาการรุนแรงขึ้น สีเขียวจะจางหายไป กลายเป็นสีเหลืองซีด เกิดทั่วทั้งใบ และร่วงหล่นก่อนเวลาอันควร ลำต้นสั้น และผอม แสดงอาการตายจากปลายยอดสู่โคนต้น ผลผลิตลดลง

ธาตุอาหารแมงกานีส (Mn) แมงกานีสมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ ควบคุมปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) และรีดักชัน (Reduction) ของเซลล์พืช เป็นตัวเร่ง (activator) ของเอนไซม์หลายชนิด เช่น ฟอสโฟกลูโคมิวเตส (phosphoglucomutase) โคลินเอสเตอเรส (choline esterase) และเบต้า คีโตดีคาร์บอกซิเลส (β -ketodecarboxylases) พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหารชนิดนี้พบได้ทั้งบนใบอ่อน และใบแก่ ขนาดของใบคงที่แต่มีเนื้อใบบางกว่าปกติ ใบแสดงอาการเหลืองเป็นแต้ม ทั้งสองข้างของเส้นแกนใบ ถ้าพืชขาดธาตุนี้มาก ๆ สีอาจเปลี่ยนเป็นสีขาวหรือเทา อาการขาดธาตุแมงกานีสของพืชนี้เกิดขึ้นในดินที่มีฤทธิ์เป็นด่าง และดินที่มีหินปูนสูง เนื่องจากแมงกานีสจะถูกตรึงอยู่ในดินของรูปที่พืชไม่สามารถนำออกมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

ธาตุอาหารโบรอน (B) ความต้องการธาตุอาหารโบรอนของพืช แม้ว่าจะน้อยเมื่อเทียบกับธาตุอาหารอื่น ๆ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าธาตุอาหารชนิดนี้จะมีความสำคัญ หรือบทบาทในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชน้อยไปด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะว่า โบรอน ควบคุมการดึงดูดธาตุแคลเซียม และพอลิแซ็กคาไรด์ของรากพืชให้เข้าไปในลำต้นพืชในอัตราส่วนที่เหมาะสม มีบทบาทในการสังเคราะห์และย่อยโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตให้กับต้นพืช ช่วยการขนย้ายน้ำตาลในพืชในรูปของ sugar borate complex เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญในการแบ่งเซลล์ และจำเป็นสำหรับการงอกของละอองเกสร (pollen grain) และการเจริญเติบโตของ pollen tube

อาการที่พืชขาดธาตุโบรอนมักปรากฏให้เห็นเด่นชัดบนส่วนอ่อนก่อนเสมอ เนื่องจากอาการขาดธาตุอาหารดังกล่าวทำให้เซลล์ในเยื่อเจริญ (meristematic tissue) ฉีกขาด การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์ (vascular tissue) ไม่เป็นไปตามปกติและเกิดอาการเซลล์ตาย ประกอบทั้งธาตุอาหารดังกล่าวไม่เคลื่อนย้ายในพืช จึงทำให้ส่วนอ่อนที่สุดชะงักการเจริญเติบโต ยอดอ่อนจะมีสีแดงหรือสีเหลือง รากหนามมีจุดสีน้ำตาลหรือดำ เกิดขึ้นบนส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะพืชที่ให้หัว กระหล่ำปลี กระหล่ำดอก กระหล่ำปม และพืชตระกูลกระหล่ำอื่น ๆ พืชตระกูลถั่ว และข้าวโพด มักเกิดอาการเหลืองแบบคลอโรซิส (Chlorosis) ส่วนพวกครีนโซ่ (Celery) พืชหัวบางชนิด และไม้ผล จะมีอาการลำต้น หัวที่ราก และผลแตกออกเป็นร่อง

อาการที่พืชได้รับโบรอนมากเกินไป เนื่องจากธาตุอาหารโบรอนจัดว่าเป็นธาตุอาหารที่

พืชต้องการน้อย ดังได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น ดังนั้นเมื่อพืชได้รับเกินขนาดที่ต้องการ อาจได้รับโดยตรงจากการใส่ปุ๋ย และจากการละลายออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดนำไปใช้ได้เมื่อสภาพของดินเป็นต่างก็ตาม ย่อมก่อให้เกิดอาการเป็นพิษขึ้นได้ ซึ่งมีอาการดังต่อไปนี้คือ เริ่มแรกปลายใบจะมีสีเหลือง เมื่ออาการเป็นพิษยังไม่รุนแรง ถ้าอาการรุนแรงมากขึ้นบริเวณสีเหลืองนั้นจะเริ่มเป็นจุดตาย สีน้ำตาลไหม้ลุกลามเข้าหาเส้นกลางใบ และมีอาการแห้งตายคล้ายถูกไฟไหม้ตลอดทั้งผืนใบ

ธาตุอาหารโมลิบดีนัม (Mo) ในจำนวน micronutrient elements หรือ trace elements ทั้งหลาย นับได้ว่าธาตุอาหารโมลิบดีนัม พืชต้องการน้อยที่สุดคือต่ำกว่า 0.5 ส่วนในล้านส่วน (ppm) แม้กระนั้นก็ตามโมลิบดีนัมก็ยังถือว่าเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชจะขาดหรือนำธาตุอาหารอื่นมาทดแทนไม่ได้ ทั้งนี้เพราะธาตุอาหารชนิดนี้ทำหน้าที่สำคัญต่อการสังเคราะห์โปรตีน และคลอโรฟิลล์ในพืช เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างของเอนไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยาเปลี่ยนไนเตรตเป็นไนไตรต์ เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับตรึงไนโตรเจนจากอากาศในปมของรากตระกูลถั่วที่มีแบคทีเรีย *Rhizobium* sp ร่วมอยู่ด้วย และเป็นการก่อให้เกิดขบวนการเมตาโบลิซึมของไนโตรเจนในพืช เมื่อพืชขาดโมลิบดีนัมจะมีอาการแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่น อาการบนลำ เริ่มแรกเป็นจุดชุ่มน้ำในใบแก่ แล้วจะเปลี่ยนเป็นแผลกลมสีเหลือง ส่วนด้านล่างของใบในบริเวณแผลกลมสีเหลืองนั้นมียางสีเหลืองเกิดขึ้น และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงสีดำ โดยมีขนาดของแผลขยายใหญ่รวมกันทำให้ใบร่วงก่อนกำหนด สำหรับมะเขือเทศที่ขาดธาตุโมลิบดีนัม แสดงอาการต่างบริเวณใบแก่ ต่อมาอาการต่างจะเปลี่ยนเป็นอาการตาย และขอบใบหงิกงอ ดอกร่วงก่อนกำหนด ถ้าติดผลจะให้ผลที่มีขนาดเล็ก และแคระแกรน ต้นข้าวโพดที่ขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะเหี่ยว ขอบใบแสดงอาการแห้งตายและม้วนงอ ส่วนพืชผักจะแสดงอาการขาดบริเวณใบแก่คือ มีจุดด่างเกิดขึ้น แต่เส้นใบยังเขียวอยู่ ในกรณีที่พืชขาดธาตุนี้อย่างรุนแรงใบจะม้วนเข้าข้างใน ปลายและขอบใบจะแห้ง

ธาตุอาหารทองแดง (Cu) จากคุณสมบัติของไอออนและหน้าที่ของทองแดงบางประการเกี่ยวกับการสร้างคลอโรฟิลล์ เป็น activator ของเอนไซม์ ascorbic acid oxidase lactose และ tyrosinase เป็นคาตาลิสต์ (catalyst) ในปฏิกิริยาของระบบหายใจ และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์บางชนิดโดยตรงแล้ว ทองแดงยังทำหน้าที่เป็นตัวพาอิเล็กตรอน (electron carrier) ให้เกิดขบวนการออกซิเดชัน และรีดักชันในพืชอีกด้วย ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นถ้าพืชขาดธาตุอาหารทองแดง ระยะแรกใบพืชจะมีสีเขียวผิดปกติ ต่อมาจะค่อย ๆ เหลืองลงจนในที่สุดจะชะงักการเจริญเติบโต กิ่งมีอาการตายจากปลายยอดสู่โคนต้น ใบอ่อนจะห่อเป็นรูปถ้วย ในข้าวโพด

ใบอ่อนจะมีสีเขียวอ่อนแกมเหลือง ที่บริเวณฐานใบ และที่ปลายใบเกิดอาการแห้งตาย ถ้าขาดไม่มาก ขอบใบที่อยู่ตอนบนจะแห้งตาย สำหรับในพืชจำพวกส้ม อาการจะปรากฏให้เห็นเด่นชัด นอกจาก ใบจะมีขนาดใหญ่ สีเข้มขึ้นและแข็ง กิ่งงอเป็นรูปตัวเอส (s-shaped) แล้ว ยังมีอาการอื่น ๆ อีก 5 ประการคือ อาการบวมพองมียางไหล (gum-pocket) เกิดกับกิ่งเล็ก ๆ โกล่ตา อาการเปลือกแตก (bark excresen) และมียางสีน้ำตาลไหลออกมาเป็นกลุ่มเล็ก ๆ มีลักษณะเป็นก้อน อาการตายจากยอดสู่โคนต้น (die back) อาการแตกตาจำนวนมาก (multiple bud) ซึ่งตาเหล่านี้จะเจริญเป็นกิ่งและแห้งตายไป และอาการไหม้สีน้ำตาลของผลและกิ่งคล้ายถูกสารแอมโมเนีย (ammoniation) อาการขาดธาตุอาหารทองแดงนี้อาจพบได้กับดินแทบทุกชนิด โดยเฉพาะดินที่เปิดใหม่ เนื่องจากดินเหล่านี้มีอินทรีย์วัตถุสูง จึงเป็นเหตุให้ธาตุอาหารชนิดนี้ไม่ละลายออกมาอยู่ในรูปที่พืชจะนำไปใช้ได้

อย่างไรก็ตามในพื้นที่ ๆ มีการปลูกพืชทางการเกษตรเสมอ อาจจะไม่ประสบปัญหาดินขาดธาตุอาหารทองแดงมากนัก ทั้งนี้เพราะว่ามีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นประจำ เช่นสารประกอบ บอร์โดมิกเจอร์ (Bordeaux mixture) หรือ คูปราวิต (cupravit) เป็นต้น ในสภาพพื้นที่นี้อาจมีการสะสมธาตุอาหารทองแดงในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์อยู่มากเกินพอ จนทำให้เกิดพิษขึ้นได้ ยกตัวอย่างเช่น ส้มจะแสดงอาการทองแดงเป็นพิษเมื่อดินมีทองแดงอยู่ระหว่าง 125-250 ส่วนในล้านส่วน และมีความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่เกิน 5 สำหรับดินบางแห่งทองแดงจะเป็นพิษกับผักเมื่อดินมีทองแดงสูงกว่า 400 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งอาการที่พืชเป็นพิษเนื่องจากทองแดงมีลักษณะดังต่อไปนี้คือ ใบมีสีเขียวเข้มมากกว่าปกติ การเจริญเติบโตลดลง พืชแสดงอาการขาดเหล็ก

ธาตุอาหารสังกะสี (Zn) สังกะสีเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทำหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่กับ growth hormones เป็นตัวคาตาไลสในปฏิกิริยาเพิ่มออกซิเจนของพืชสีเขียวต่าง ๆ และมีบทบาททางอ้อมต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้ธาตุสังกะสียังทำหน้าที่เป็น activator ของเอนไซม์หลายชนิด เช่น carbonic anhydrase alcohol dehydrogenase และ peptidases หลายชนิด ดังนั้นเมื่อพืชขาดธาตุนี้จึงทำให้ใบอ่อนของพืชแสดงอาการสีเหลืองซีด ขนาดของใบเรียวยาว แคบ ปลายใบแหลม ใบเรียงซ้อนกันเป็นกระจุก เมื่ออาการรุนแรงจะทำให้ใบพืชมีลักษณะเป็นสีขาว เช่นอาการใบแก้วของส้มเป็นต้น กิ่งมีขนาดเล็กสั้น และเป็นพุ่ม กิ่งอ่อนแอเกิดอาการตายจากยอดสู่โคนต้น ผลมีลักษณะเปลือกบาง เนื้อแข็ง จืดชืด และมีขนาดเล็กน้อยกว่าเดิม