

การลำเลียงแร่ธาตุของพืช

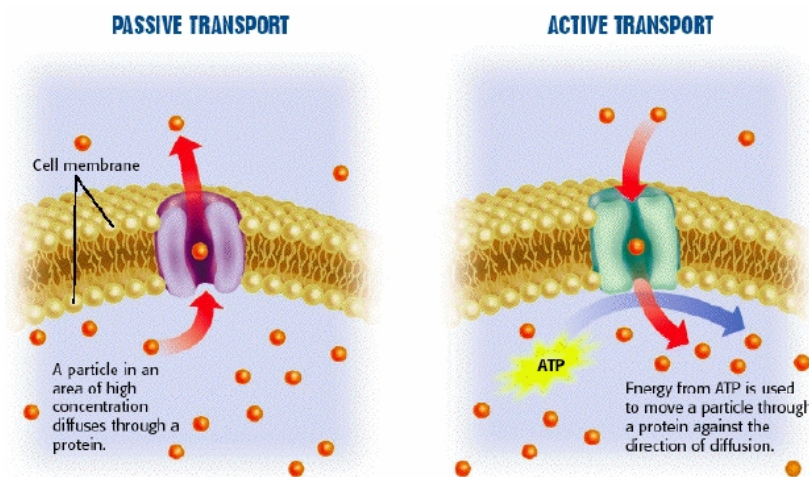
การที่แร่ธาตุต่าง ๆ จะผ่านเข้าไปในเซลล์ได้ จะต้องผ่านจากผนังเซลล์เข้าสู่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (Selective permeable membrane) การลำเลียงแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ละลายเป็นไอออน แล้วเข้าสู่เยื่อหุ้มเซลล์ ไม่สามารถผ่านได้โดยอิสระ การลำเลียงแร่ธาตุจึงมีความซับซ้อนมากกว่าการลำเลียงน้ำที่เกิดโดยวิธี ออสโมซิสการลำเลียงแร่ธาตุของพืช เกิดโดยวิธีการดังนี้

1. แพลสซิฟทรานสปอร์ต (Passive transport)

เป็นการลำเลียงสารหรือแร่ธาตุจากบริเวณที่มีแร่ธาตุเข้มข้นมากกว่าไปยังบริเวณที่มีแร่ธาตุเข้มข้นน้อยกว่าโดยไม่ต้องใช้พลังงาน โดยอาศัยหลักของการแพร่ (Diffusion) นั่นคือไอออนหรือสารละลายจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความต่างศักย์เคมีสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีความต่างศักย์ทางเคมีต่ำกว่า จนกว่าความต่างศักย์ทางเคมีของสองบริเวณนี้เท่ากัน

2. แอกทีฟทรานสปอร์ต (Active transport)

เป็นการลำเลียงสารหรือแร่ธาตุจากบริเวณที่มีแร่ธาตุเข้มข้นน้อยกว่าหรือเจือจางกว่าไปยังบริเวณที่มีสารหรือแร่ธาตุนั้นเข้มข้นมากกว่า ซึ่งเป็นการลำเลียงที่ต่อต้านกับความเข้มข้นของสาร ดังนั้นวิธีนี้จึงต้องอาศัยพลังงานจาก ATP ช่วย



ภาพที่แสดงการลำเลียงแร่ธาตุของพืชแบบ แพลสซิฟทรานสปอร์ต

และแบบแอกทีฟทรานสปอร์ต (Mcquillan, D., 2001)

ที่มา : [http://sciencefun4all.net/Life_Sci/03Cells_CellsInAction/JournalTopics/](http://sciencefun4all.net/Life_Sci/03Cells_CellsInAction/JournalTopics/ActiveVsPassiveTransport.html)

[ActiveVsPassiveTransport.html](http://sciencefun4all.net/Life_Sci/03Cells_CellsInAction/JournalTopics/ActiveVsPassiveTransport.html)

ซึ่งเป็นวิธีที่รากและลำต้นจะมีโอกาสสะสมแร่ธาตุต่าง ๆ ไว้ได้ ทำให้พืชดูดแร่ธาตุจากภายนอกเข้ามาได้ทั้ง ๆ ที่ความเข้มข้นของแร่ธาตุนั้นภายในเซลล์มีมากกว่าภายนอกเซลล์แล้วก็ตาม

ทำให้พืชสามารถลำเลียงแร่ธาตุที่ต้องการได้ เมื่อแร่ธาตุผ่านเข้าสู่รากแล้ว จะถูกลำเลียงต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชทางไซเลมพร้อม ๆ กับการลำเลียงน้ำ นอกจากนี้การปรับปรุงดินที่ปลูกพืชให้โปร่ง ยังช่วยให้รากได้รับแก๊สออกซิเจนที่อยู่ในดินมาใช้ได้อย่างพอเพียง ทำให้รากเจริญเติบโตขยายขนาด และความยาวมากขึ้น และแผ่ขยายออกไปใน

การลำเลียงแร่ธาตุมีทั้ง

การแพร่ธรรมดาจากบริเวณที่มีแร่ธาตุมากเข้าสู่บริเวณที่มีแร่ธาตุน้อย และ Active Transport ซึ่งเป็นการนำแร่ธาตุจากบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อย ไปยังบริเวณที่มีแร่ธาตุมากกว่าโดยต้องใช้พลังงานจากการหายใจช่วย การลำเลียงแร่ธาตุเกิดขึ้นร่วมกับการลำเลียงน้ำในไซเลม

ธาตุอาหารที่พืชต้องการ

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากได้แก่

- ธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม
- ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียมแมกนีเซียม และ ซัลเฟอร์

2. ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน

พืชมีความต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะมีอยู่ด้วยกัน 16 ธาตุ คือ คาร์บอน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, กำมะถัน, แคลเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, ทองแดง, โบรอน, โมลิบดีนัม และคลอรีน โดยธาตุคาร์บอน, ไฮโดรเจน และออกซิเจน พืชได้จากน้ำและอากาศ ส่วนที่เหลืออีก 13 ธาตุ แบ่งออกเป็นธาตุหลัก 6 ธาตุ และธาตุอาหารเสริม 7 ธาตุ ดังนี้

ธาตุหลัก 6 ธาตุ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการในปริมาณที่มากจากดินคือ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, กำมะถัน, แคลเซียม

ธาตุอาหารเสริม 7 ธาตุ ที่พืชใช้ในปริมาณที่น้อย แต่พืชจะขาดธาตุเหล่านี้ไม่ได้เช่นกัน คือ เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, ทองแดง, โบรอน, โมลิบดีนัม และคลอรีน

ปกติแล้วธาตุอาหารเหล่านี้จะมีอยู่ในดินอยู่แล้ว แต่ในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้นเราจึงต้องมีการเสริมธาตุในดินทดแทน

หน้าที่และความสำคัญของธาตุต่างๆ

ธาตุไนโตรเจน

หน้าที่และความสำคัญต่อต้นพืช

ช่วยทำให้พืชตัวตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต

ช่วยเสริมใบและลำต้นให้มีสีเขียวเข้ม และช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นพืชอาหาร เช่น

ข้าวหรือหญ้าเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ยังช่วยในเรื่องควบคุมการออกดอกออกผลของพืช ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด

อาการของพืชที่ขาดธาตุไนโตรเจน

1. ใบจะเหลืองผิดปกติจากใบล่างไปสู่ยอด
2. ลำต้นจะพอม กิ่งก้านลีบเล็ก และมีใบน้อย
3. พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นสีเหลือง หรืออาจจะมีสีชมพูเจือปนด้วย
4. ใบพืชที่มีสีเหลือง ปลายใบและขอบใบจะค่อย ๆ แห้งและลูกกลมเข้ามาเรื่อย ๆ

จนใบร่วงจากลำต้นก่อนกำหนด

5. พืชจะไม่เติบโต หรือโตช้ามาก

ธาตุฟอสฟอรัส

หน้าที่และความสำคัญต่อต้นพืช

1. ช่วยให้รากดูดธาตุโปแตสเซียมเข้ามาใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น
2. ช่วยแก้ผลเสียที่อาจจะเกิดขึ้น เนื่องจากพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป
3. ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากฝอยและรากแขนงในระยะแรกของการเจริญเติบโต
4. ช่วยเร่งให้พืชแก่เร็ว ช่วยในการออกดอก และสร้างเมล็ดของพืช
5. เพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดี
6. ทำให้ลำต้นของพืชจำพวกข้างแข็งขึ้นไม่ล้มง่าย

อาการของพืชที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส

1. พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้จะแข็ง แต่เปราะและหักง่าย
2. รากจะเจริญเติบโตและแพร่กระจายลงในดินช้ากว่าที่ควร ดอกและผลที่ออกมาไม่สมบูรณ์ หรือบางครั้งอาจหลุดร่วงไป หรืออาจมีขนาดเล็ก
3. พืชจำนวนลำต้นอวบน้ำหรือลำต้นอ่อน ๆ จะล้มง่าย
4. ใบแก่จะเปลี่ยนสีหรือพืชบางชนิดใบจะเป็นสีม่วง
5. อาการจะเกิดขึ้นกับใบล่าง ๆ ของต้นขึ้นไปหายอด

ธาตุโปแตสเซียม

หน้าที่และความสำคัญต่อต้นพืช

1. ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทำให้รากดูดน้ำได้ดีขึ้น

2. มีความจำเป็นต่อการสร้างเนื้อของผลไม้ให้มีคุณภาพดี
3. ทำให้พืชมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ
4. ทำให้พืชมีความต้านทานต่อโรคต่าง ๆ
5. ช่วยป้องกันผลเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับพืช

เนื่องจากการได้รับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป

6. ช่วยเพิ่มคุณภาพของพืชผักและผลไม้ โดยทำให้พืชมีสีสันทัน ขนาด ความหวาน และคงทนต่อสภาวะแวดล้อมได้

อาการของพืชที่ขาดธาตุโบแตสเซียม

1. ขอบใบเหลือง และกลายเป็นสีน้ำตาล โดยเริ่มต้นจากปลายใบเข้าส่งกลางใบ ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะแห้งเหี่ยวไป จะเกิดจากใบล่างก่อน แล้วจึงค่อย ๆ ลามขึ้นข้างบน พืชที่เห็นชัดคือข้าวโพด

2. ทำให้ผลผลิตตกต่ำ พืชจำพวกธัญพืชจะทำให้เมล็ดลีบ มีน้ำหนักเบา พืชหัวจะมีแป้งน้อยและน้ำมาก ข้าวโพดจะมีเมล็ดไม่เต็มฝัก ฝักจะเล็กมีรูปร่างผิดปกติ ใบยาสูบมีคุณภาพต่ำ ติดไฟยาก กลิ่นไม่ดี พืชจำพวกฝ้ายใบจะมีสำน้ำตาลปนแดง สมอฝ้ายที่เกิดขึ้นจะไม่อ้าเต็มที่เมื่อแก่

ธาตุแคลเซียม

เป็นธาตุที่ต้นพืชนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตในตัวพืช

ช่วยส่งเสริมการนำธาตุไนโตรเจนจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น ในระยะออกดอกและระยะที่สร้างเมล็ดพืชจะมีความจำเป็นมาก

เพราะธาตุแคลเซียมจะมีส่วนในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในพืช เพื่อนำไปใช้ในการสร้างผลและเมล็ดต่อไป

อาการของพืชที่ขาดแคลเซียมจะพบมากในบริเวณยอด และปลายราก ยอดอ่อนจะแห้งตาย และใบจะมีการม้วนงอไปข้างหน้าและขาดเป็นริ้ว ๆ ซึ่งจะเกิดที่ใบอ่อนก่อน แก้ไขโดยการใส่ปุ๋ยขาว หินปูนบด หินปูนเผา เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน หรือการใส่ปุ๋ยคอกบำรุงดิน

ธาตุกำมะถัน

กำมะถันมีความจำเป็นต่อการสร้างโปรตีนพืช

เป็นองค์ประกอบของวิตามินบางตัวที่มีผลทางอ้อมต่อการสร้างสีเขียวของพืช

ซึ่งจะช่วยให้เกิดการหายใจและการปรุงอาหารพืช

พืชที่ขาดกำมะถันจะมีสีเขียวอ่อน หรือเหลืองคล้ำ ๆ อาการขาดไนโตรเจน ใบขนาดเล็กลง ยอดของพืชจะชะงักการเจริญเติบโต

ลำต้นและกิ่งก้านลีบเล็ก อาการขาดธาตุกำมะถันจะมีอาการแตกต่างจากขาดธาตุไนโตรเจน

คือจะปรากฏที่ยอดอ่อนก่อน ส่วนใบล่างยังคงปกติ ถ้าอาการรุนแรงใบล่างก็จะมีอาการด้วยเช่นกัน
ซึ่งจะตรงข้ามกับอาการของการขาดไนโตรเจน จะแสดงอาการที่ใบล่างก่อน

ดินที่มักพบเสมอว่าขาดธาตุกำมะถันคือ ดินทราย ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุน้อย การเพิ่มกำมะถันในดิน
นอกจากจะมีการใส่กำมะถันผงโดยตรงแล้ว การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสด
ก็เป็นวิธีการแก้ปัญหาการขาดธาตุกำมะถันในดินได้เช่นกัน

แต่ข้อควรระวังในการใส่กำมะถันก็คือน หากใส่มากเกินไปจนความจำเป็นจะทำให้ดินเป็นกรดได้

ธาตุแมกนีเซียม

เป็นองค์ประกอบของส่วนที่เป็นสีเขียว ทั้งที่ใบและส่วนอื่น ๆ
ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างอาหารและโปรตีนพืช

อาการขาดธาตุแมกนีเซียมจะสังเกตได้จากใบพืช ที่เหลืองซีดบริเวณเส้นกลางใบที่อยู่ใกล้กับผล
ถ้าหากอาการขาดรุนแรงใบแก่จะมีอาการมากกว่าใบอ่อน

การขาดธาตุแมกนีเซียม จะทำให้ผลผลิตลดน้อยลงและต้นพืชทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด
ซึ่งสาเหตุที่พืชขาดธาตุแมกนีเซียมนั้น

เพราะปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในดินถูกชะล้างลึกลงไปเกินกว่าที่รากพืชจะดึงดูดมาใช้ได้
และการที่มีปริมาณโปแตสเซียมสะสมในดินมากเกินไปก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญ

การแก้ไข สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสภาพดิน ความเป็นกรด
ต่างของดินให้เหมาะสมต่อการดูดเข้าไปใช้ของพืช และมีการใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมที่พอเหมาะ ที่สำคัญก็คือ
การฉีดพ่นทางใบด้วยธาตุอาหารเสริม ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ธาตุเหล็ก

ธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบของโปรตีน และมีบทบาทสำคัญในการปรุงอาหารของพืช
ช่วยกระตุ้นให้การหายใจและการปรุงอาหารของพืชเป็นไปอย่างสมบูรณ์

อาการขาดธาตุเหล็กจะแสดงออกทั้งทางใบและทางผล
อาการเริ่มแรกจะสังเกตพบว่าใบอ่อนบริเวณเส้นใบยังคงมีคามเขียว แต่พื้นใบจะเริ่มเหลืองซีด
ส่วนใบแก่ยังคงมีอาการปกติ ระยะต่อมาจะเหลืองซีดทั้งใบ
ขนาดใบจะเล็กกว่าปกติและจะร่วงไปก่อนใบแก่เต็มที่ กิ่งแห้งตาย
ส่วนอาการที่เกิดขึ้นกับผลผลิตคือผลผลิตจะลดลง ขนาดของผลเล็กและผิวไม่สวย ผิวเรียบและเกียม
การขาดธาตุเหล็กยังมีผลต่อการเจริญของยอดอ่อนด้วย

ธาตุทองแดง

หน้าที่ของธาตุทองแดง มีผลต่อพืชโดยอ้อม ในการสร้างส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช ช่วยเพิ่มโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ และป้องกันการถูกทำลายส่วนสีเขียว นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยในพืช ซึ่งมีผลต่อการปรุงอาหารยังผลต่อการเจริญเติบโตและการติดดอกออกผล ธาตุทองแดงยังช่วยให้ต้นพืชสามารถดูดเอาธาตุเหล็กที่อยู่ในดินนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

อาการของพืชที่ขาดธาตุทองแดง

ใบพืชจะมีสีเขียวจัดผิดปกติ แล้วต่อมาจะค่อย ๆ เหลืองลง ๆ โดยแสดงอาการจะยอดลงมาถึงโคน อาการขาดธาตุทองแดงพบมากในเขตดินเปรี้ยว การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอาจช่วยได้ หรือฉีดพ่นด้วยธาตุอาหารเสริม (ที่มีทองแดงประกอบ) ทางใบ

ธาตุสังกะสี

สังกะสีมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช กล่าวคือ พืชที่ขาดธาตุสังกะสีจะให้ปริมาณฮอร์โมน IAA ในตายอดลดลง ทำให้ตายอดและข้อปล้องไม่ขยาย ใบออกมาซ้อน ๆ กัน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับน้ำย่อยของพืชหลายชนิดในการสร้างอาหารและสังเคราะห์แสง จึงมีผลทางอ้อมในการสร้างส่วนสีเขียวของพืช

การแก้ไขที่และและให้ผลแน่นอนคือการฉีดพ่นทางใบ ด้วยธาตุอาหารเสริมที่มีธาตุสังกะสีเป็นองค์ประกอบ

ธาตุแมงกานีส

ธาตุนี้มีผลกระทบต่อใบ เนื่องจากมีบทบาทในการสังเคราะห์แสง เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของน้ำย่อยในต้นพืช และยังคงควบคุมกิจกรรมของธาตุเหล็กและไนโตรเจนในต้นพืชอีกด้วย

พืชที่ขาดธาตุแมงกานีสใบจะออกสีเหลือง ๆ ส่วนเส้นใบจะเขียวอยู่ปกติ โดยเฉพาะใบอ่อนอาจเกิดเป็นจุดขาว ๆ หรือจุดเหลืองที่ใบ ต้นโตช้า ใบไม่สมบูรณ์ พุ่มต้นโปร่ง

พืชที่แสดงอาการขาดธาตุแมงกานีส

ต้องฉีดพ่นเข้าทางใบด้วยธาตุอาหารเสริมที่มีองค์ประกอบของธาตุแมงกานีส

ธาตุโบรอน

มีบทบาทเกี่ยวข้องต่อการดูดดึงธาตุอาหารพืช ช่วยให้พืชดูดเอาธาตุแคลเซียมและไนโตรเจนไปใช้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชใช้ธาตุโปแตสเซียมได้มากขึ้น มีบทบาทในการสังเคราะห์แสง การย่อยโปรตีน

คาร์โบไฮเดรต และเพิ่มคุณภาพทั้งรสชาติ ขนาด และน้ำหนักของผล

เพิ่มความสามารถในการเจริญเติบโต

เพราะโบรอนจะควบคุมการดูดและคายน้ำของพืชในขบวนการปรุงอาหารอีกทางหนึ่ง

หากขาดธาตุโบรอน ส่วนที่จะแสดงอาการเริ่มแรกคือนยอดและใบอ่อน

ส่วนที่ยอดและตายอดจะบิดงอ ใบอ่อนบางและโปร่งใสมืดปกติ เส้นกลางใบหนากร้าน และตกกระ มีสารเหนียว ๆ ออกมาตามเปลือกของลำต้น กิ่งก้านจะแลดูเหี่ยว ผลเล็กและแข็งผิดปกติ มีเปลือกหนา บางที่ผลแตกเป็นแผลได้

อาการขาดธาตุนี้ จะเห็นเด่นชัดเมื่อต้นพืชกระทบแล้งหรือขาดน้ำมาก ๆ

ควรทำการปรับปรุงดินอย่าให้เป็นกรด-ด่างมาก

และควรฉีดพ่นอาหารเสริมทางใบที่มีองค์ประกอบของโบรอนด้วย

ธาตุโมลิบดีนัม

บทบาทและหน้าที่ของธาตุโมลิบดีนัมในพืชนั้น

ทำให้การทำงานของธาตุไนโตรเจนในพืชสมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้

ยังจำเป็นสำหรับขบวนการสร้างสารสีเขียวและน้ำย่อยภายในพืชบางชนิดด้วย

พืชที่ขาดธาตุนี้ ที่ใบจะเป็นจุดต่างเป็นด้วย ๆ ในขณะที่เส้นใบยังเขียวอยู่

ถ้าขาดธาตุนี้รุนแรง ใบจะม้วนเข้าข้างใน ลักษณะที่ปลายและขอบใบจะแห้ง ดอกร่วง

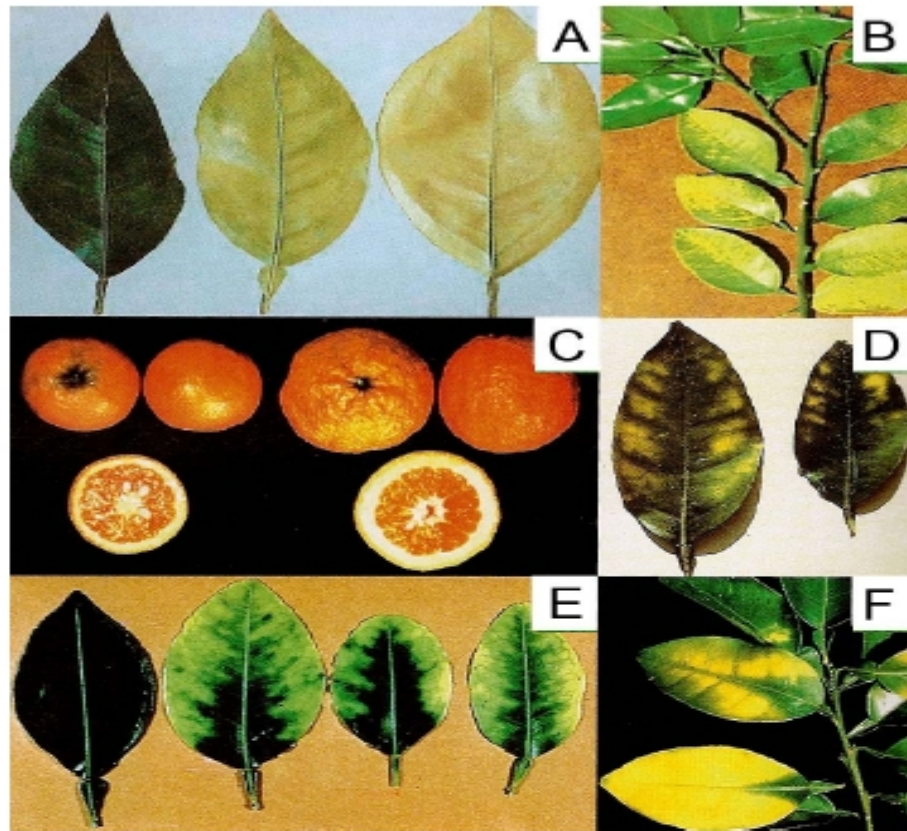
และผลกระแกรนไม่เติบโตเต็มที่

ธาตุคลอรีน

คลอรีนมีความสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสง มีผลทำให้พืชแก่เร็วขึ้น

พืชที่ขาดธาตุคลอรีนใบจะซีด เหี่ยว และใบสีเหลืองบรอนซ์ ถ้ามีคลอรีนมากจะทำให้ของใบแห้ง

ใบจะเหลืองก่อนกำหนด



ภาพที่แสดงอาการขาดธาตุอาหารของพืช

A. ใบส้มที่ขาดไนโตรเจน มีสีเหลืองทางใบ

B. ใบส้มที่ขาดไนโตรเจน แสดงอาการที่ใบแก่ก่อนใบอ่อน

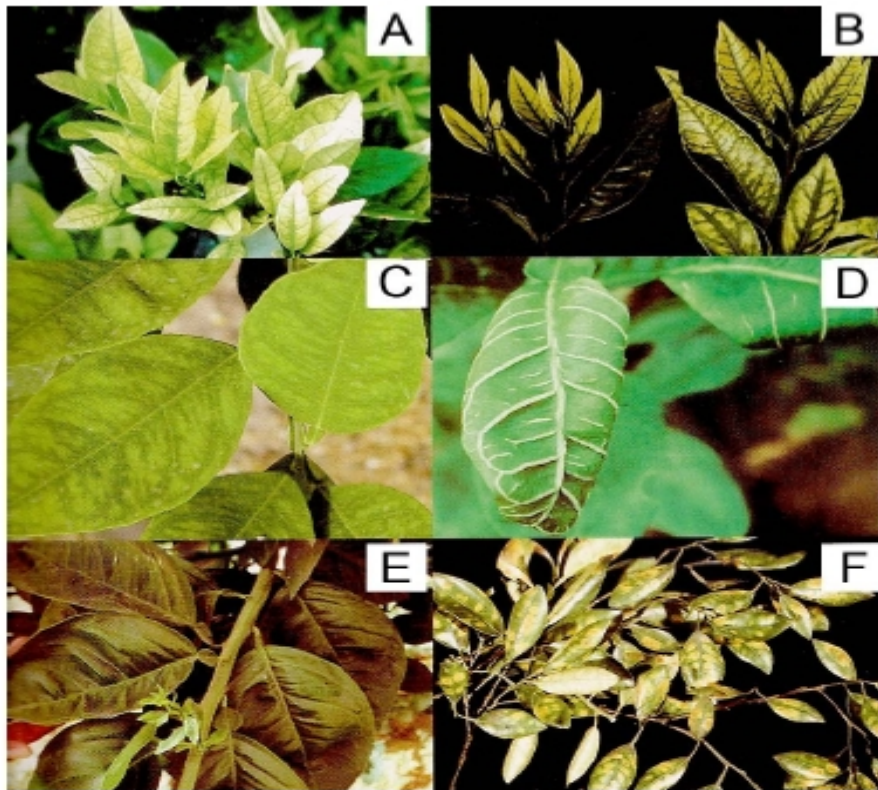
C. ผลส้มด้านขวาขาดฟอสฟอรัสทำให้เปลือกหนา และมีช่องว่างแกนกลาง

D. ใบส้มที่ขาดโพแทสเซียม มีสีเหลืองที่ปลายใบ แสดงอาการที่ใบแก่ก่อน

E. ใบส้มที่ขาดแคลเซียม แสดงอาการสูญเสียคลอโรฟิลล์ เส้นใบ
ขอบใบเหลืองซีด ใบเล็กลงและหนาขึ้น

F. ใบส้มที่ขาดแมกนีเซียมใบเหลืองซีดและมีสีเขียวเหลืองอยู่เป็นรูปตัว V

(โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ สอวน., 2549, หน้า 42)



แสดงการขาดธาตุอาหารของพืช

A. ใบส้มที่ขาดธาตุเหล็ก แสดงอาการใบสีซีด

B. ใบส้มที่ขาดธาตุสังกะสี มีสีเขียวเป็นปื้นเส้นกลางใบและเส้นใบมีสีเหลืองอ่อน

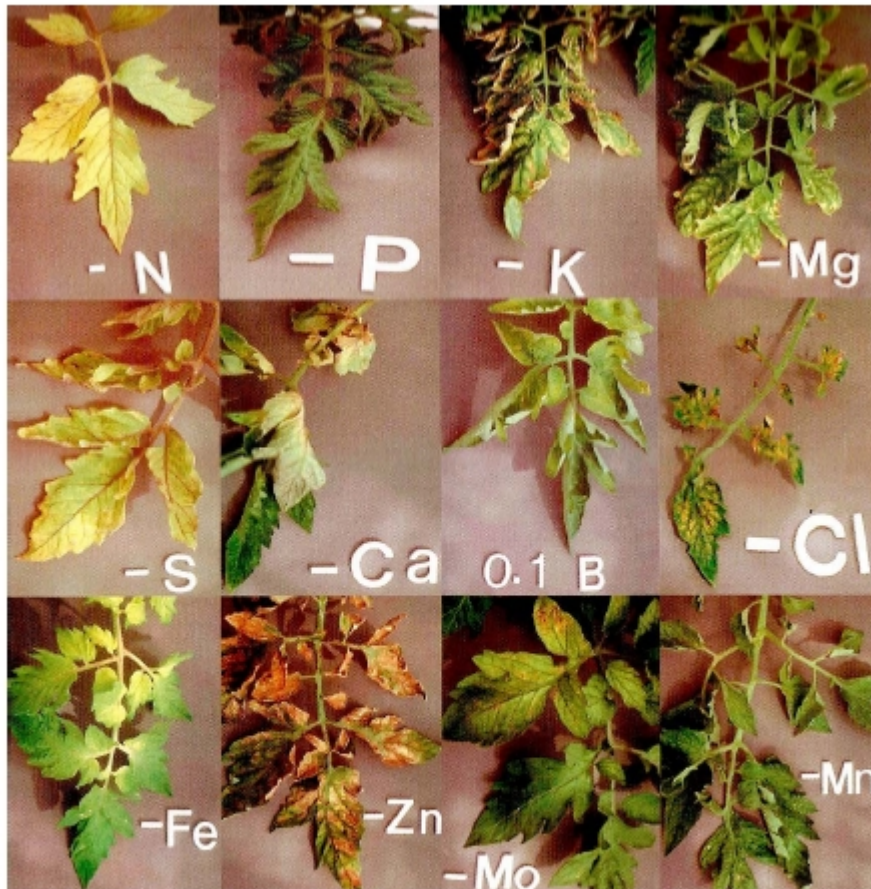
C. ใบส้มที่ขาดธาตุแมงกานีส ใบอ่อนมีสีจาง เส้นใบมีสีเขียว

D. ใบส้มที่ขาดธาตุโบรอน แสดงอาการตายปลายยอด ปลายใบจะม้วนลง

E. ใบส้มที่ขาดธาตุทองแดง แสดงอาการใบใหญ่ผิดปกติ

F. ใบส้มที่ขาดธาตุโมลิบดีนัม แสดงอาการใบเหลืองเป็นวงใหญ่ระหว่างเส้นใบ

(โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ สอวน., 2549, หน้า 43)



ภาพที่แสดงการขาดธาตุอาหารของใบมะเขือเทศ

(โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ สอวน., 2549, หน้า 44)