

**บทที่ 8**  
**ธาตุอาหารของพืช**  
**(Plants nutrition)**  
โดย  
**ทวงพร โชคกิจไกร**

Nutrition ของพืชประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและแร่ธาตุหลาย ๆ ชนิดซึ่งต่างก็เป็นวัตถุดิบสำหรับปรุงอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและออกดอกออกผล ดังนั้น nutrition จึงเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก สมควรแก่การศึกษาเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่จะประกอบกิจการทางด้านกสิกรรม พืชได้รับ nutrition ต่าง ๆ เหล่านี้จากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ พืชนั้น เช่น ได้น้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ จากดิน ได้คาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ เพราะฉะนั้นสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงนับว่ามีความสำคัญและมีอิทธิพลมากในแง่ที่ว่าพืชจะได้รับ nutrition เพียงพอหรือไม่ ซึ่งในที่นี้เราจะกล่าวถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง ทำอย่างไรจึงจะทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และแร่ธาตุอะไรบ้างที่จำเป็นแก่การเจริญเติบโตของพืช

### 8.1 Essential elements in plant nutrition

#### 8.1.1 ชนิดและที่มาของธาตุอาหาร

ธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชซึ่งเรียกว่า essential elements มีอยู่ 16 ธาตุด้วยกัน คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ซัลเฟอร์ (S) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสีและคลอรีน (Zn และ Cl) ธาตุเหล่านี้มีแหล่งที่มาใหญ่ ๆ สามทางด้วยกันคือ อากาศ น้ำและดิน พืชได้รับคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนจากน้ำและอากาศซึ่งมีอยู่พอเพียงจึงไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงอีกต่อไป ส่วนที่เหลืออีก 13 ธาตุนั้นพืชดูดตั้งขึ้นมาจากดินโดยทางราก และเป็นธาตุที่มักจะมีไม่พอเพียงพอแก่ความต้องการของพืช แต่เป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถดัดแปลงแก้ไขให้เหมาะสมได้ อาหารธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถ

แบ่งออกได้เป็นสองพวกใหญ่ ๆ โดยอาศัยปริมาณที่พืชนำไปใช้ดังนี้

(1) Macronutrient elements ธาตุอาหารพวกนี้พืชต้องการใช้เป็นปริมาณมากมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 6 ธาตุ คือไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และซัลเฟอร์ (S) ธาตุเหล่านี้มักจะขาดแคลนอยู่เสมอโดยเฉพาะสามธาตุแรก เพราะนอกจากพืชต้องการใช้เป็นจำนวนมากแล้วยังมีอยู่ในดินเป็นจำนวนค่อนข้างจำกัดอีกด้วย ดังนั้นในการปลูกพืชลงไปในที่เดียวกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ธาตุเหล่านี้หมดไป และบริษัทที่ผลิตปุ๋ยขายมักจะใช้ธาตุทั้งสามเป็นหลักในการผลิตปุ๋ย เราจึงเรียกธาตุนี้ว่า fertilizer elements หรือ major elements หรือ primary elements สำหรับธาตุ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และซัลเฟอร์นั้น พืชต้องการน้อยกว่าสามธาตุแรก และโดยปกติจะมีอยู่ในดินเป็นจำนวนพอเพียง เราเรียกธาตุทั้งสามนี้ว่า secondary elements

(2) Micronutrient elements (trace หรือ minor elements) เป็นธาตุที่ต้องการใช้ในปริมาณน้อย สำหรับการเจริญเติบโตและมีความสำคัญต่อการเติบโตของพืชไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าพวก macronutrient elements ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) และคลอรีน (Cl) ธาตุอาหารพวกนี้อยู่ในดินเป็นจำนวนน้อย แต่เนื่องจากพืชต้องการเป็นปริมาณน้อย ปัญหาการขาดธาตุพวกนี้จึงไม่ค่อยปรากฏนัก นอกจากนั้นธาตุเหล่านี้ถ้ามีอยู่ในดินมากเกินไปก็อาจเป็นพิษกับพืชได้ ดินที่มักเกิดปัญหาเกี่ยวกับการขาดธาตุอาหารเหล่านี้จะเป็นดินที่ปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานานและไม่เคยให้ปุ๋ยเลย หรือเป็นดินที่เป็นด่างจัด (alkaline soil) หรือดินทราย ทั้งนี้เพราะในดินทรายมีปริมาณธาตุพวกนี้น้อยมาก ส่วนในที่ดินที่เป็นด่างจัดแม้มีธาตุพวกนี้อยู่มาก แต่ธาตุพวกนี้ส่วนมากจะอยู่ในรูปหรือสภาพที่พืชใช้ไม่ได้

8.1.2 หน้าที่และความสำคัญของธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

(1) Macronutrients elements

### ไนโตรเจน (N)

เป็นธาตุที่มีบทบาทเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุด เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ amino acids, chlorophyll และ enzyme ต่าง ๆ ซึ่งอาจจะสรุปถึงความสำคัญและหน้าที่ของไนโตรเจนที่มีต่อการเติบโตของพืชอย่างกว้าง ๆ ดังนี้

- ก. ช่วยกระตุ้น (stimulate) ให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง
- ข. ทำให้ใบไม้สีเขียวเข้ม
- ค. ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต

ง. เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืช

จ. ควบคุมการออกดอกออกผลของพืชและทำให้พืชมีผลผลิตสูงขึ้น

ถ้าไนโตรเจนในดินมีปริมาณไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช อากาศขาดแร่ธาตุชนิดนี้ก็จะเกิดขึ้น พืชแต่ละชนิดจะมีอาการขาดธาตุอาหารต่างกัน แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วพืชที่ขาดธาตุไนโตรเจนมักจะแสดงอาการดังต่อไปนี้

ก. พืชจะสูญเสียสีเขียวโดยเฉพาะที่ใบ ใบของพืชจะมีสีเหลืองผิดปกติ โดยใบข้างล่างจะเหลืองก่อน

ข. พืชบางชนิดจะมีลำต้นสีเหลือง หรือมีสีชมพูเกือบนอนอยู่ด้วย

ค. พืชพวกหญ้า ใบของพืชที่อยู่ข้างล่างจะมีสีเหลืองบนสีส้ม โดยเริ่มที่ปลายและขอบของใบแล้วค่อย ๆ แห้งและลูกกลมเข้ามาเรื่อย ๆ จนในที่สุดใบจะร่วงหล่นลงมาจากต้นก่อนถึงกำหนด

ง. ลำต้นผอมสูง กิ่งก้านลีบเล็กและมีน้อย

จ. พืชจะไม่เติบโตหรือโตช้ามาก การงอกของยอดและกิ่งก้านก็ช้า

ฉ. ให้ผลผลิตต่ำและคุณภาพเลว

แต่ถ้าพืชได้รับอาหารธาตุไนโตรเจนมากเกินไป ซึ่งส่วนใหญ่เนื่องจากการให้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างหละหลวม ผลเสียหายก็จะเกิดขึ้นแก่พืชดังนี้ คือ

ก. คุณภาพของเมล็ด ผล และใบเสื่อมลง

ข. ทำให้พืชแก่ช้าผิดปกติ เพราะไนโตรเจนส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตอยู่เรื่อย ๆ

ค. ทำให้ผลผลิตของพืชที่ให้เมล็ดลดลง เพราะในสภาพที่มีไนโตรเจนมาก ๆ นั้น พืชมุ่งในการสร้างยอด ลำต้น กิ่งและใบมากกว่าการสร้างดอกและเมล็ด

ง. ทำให้พืชพวกข้าวและข้าวโพดมีลำต้นอ่อน ล้มง่าย

จ. ความต้านทานต่อโรคลดลง

### ฟอสฟอรัส (P)

เป็นองค์ประกอบสำคัญของ enzyme ต่าง ๆ หลายชนิดที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของพืช และยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ adenosine triphosphate (ATP) ซึ่งจะปลดปล่อย energy ออกมา ทำให้สารที่เฉื่อยไม่ยอมทำปฏิกิริยากับใครกลายเป็นสารประกอบที่ active และชอบทำปฏิกิริยากัน พอจะสรุปถึงความสำคัญของฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่ว ๆ ไปได้ดังนี้

ก. ช่วยให้รากดูดตั้งโปแตสเซียมขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

ข. ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากฝอยและรากแขนงในระยะแรกของการเจริญเติบโต

ค. ช่วยเร่งให้พืชแก่เร็ว ช่วยในการออกดอกและสร้างเมล็ดของพืช พบมากตรงส่วน  
เมล็ดและผล

ง. ทำให้ผลิตผลของพืชมีคุณภาพดี

จ. ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด

ฉ. ช่วยทำให้ลำต้นของพืชพวกข้าวแข็งแรงไม่ล้มง่าย

ดินส่วนมากมักจะมีฟอสฟอรัสอยู่น้อยจึงไม่ค่อยเพียงพอกับความต้องการของพืช  
พืชบางชนิดเมื่อขาดธาตุชนิดนี้จะแสดงอาการขาดอาหารธาตุดูอย่างเห็นได้ชัด แต่พืชบางชนิด  
ก็จะสังเกตเห็นได้ยาก และมีอาการแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามอาการของพืชที่ขาด  
อาหารธาตุฟอสฟอรัสจะมีลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปดังนี้

ก. พืชจะแก่ช้ากว่าปกติ ต้นแคระแกรน พืชบางชนิดอาจมีลำต้นหรือเถาบิดเป็นเกลียว  
เนื้อไม้จะแข็งแต่เปราะและหักง่าย

ข. รากเจริญเติบโตและแพร่กระจายลงไป在地ินช้ากว่าที่ควร

ค. ดอกและผลที่ออกมาจะแคระแกรนถึงแม้บางครั้งใบและลำต้นของพืชจะดูสมบูรณ์  
ก็ตาม

ง. พืชพวกธัญพืช (cereal) จะล้มง่าย

จ. ใบและลำต้นของพืชบางชนิดจะมีสีม่วง

### โปแตสเซียม (K)

ปัจจุบันนี้ยังไม่ทราบแน่นอนว่าโปแตสเซียมเป็นองค์ประกอบของสารอะไรบ้างในพืช  
แต่พบว่าพืชต้องการมากขณะที่ยังอ่อนอยู่และในระหว่างการเจริญเติบโต โปแตสเซียมมีความ  
สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชดังนี้

ก. เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์โปรตีน

ข. เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสร้าง carbohydrate

ค. ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและราก

ง. ช่วยทำให้ cell อิ่มน้ำอยู่เสมอ เพราะโปแตสเซียมช่วยให้รากสามารถดูดน้ำได้ดีขึ้น  
ดังนั้นพืชที่มีโปแตสเซียมพอเพียงจึงทนแล้งได้ดีกว่าพืชที่ขาดธาตุชนิดนี้

จ. ช่วยทำให้พืชมีความต้านทานต่อโรคบางอย่างได้

เมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมไม่เพียงพอก็จะแสดงอาการของธาตุชนิดนี้ออกมาให้เห็น แต่จะ  
เด่นชัดหรือมีลักษณะพิเศษเพียงใดย่อมแล้วแต่ชนิดของพืช และความมากน้อยของโปแตสเซียม

ที่พืชขาด อาการขาดโปแตสเซียมที่เกิดขึ้นกับพืชโดยทั่ว ๆ ไป มีดังนี้

ก. ขอบใบเริ่มมีสีเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล โดยเริ่มต้นจากปลายใบเข้าสู่กลางใบ ต่อมาส่วนที่เป็นสีน้ำตาลก็จะเหี่ยวแห้งไปซึ่งเรียกกันว่า firing หรือ scorching

ข. มักจะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพต่ำ เช่นพืชพวกธัญญาพืชจะให้เมล็ดที่ลีบและมีน้ำหนักเบาผิดปกติ สำหรับพืชที่ให้หัวที่รากจะมีแป้งน้อยและมีน้ำมาก ข้าวโพดจะให้ฝักที่มีเมล็ดไม่เต็มฝัก และฝักจะมีรูปร่างเล็กผิดปกติ ใบยาสูบมีคุณภาพต่ำเพราะติดไฟยากและมีกลิ่นไม่ดี สำหรับพวกไม้ผลจะทำให้สีของผลที่ได้ไม่สู้ดี เนื้อจะฟามไม่แน่น ทำให้ราคาต่ำ

ค. มักจะอ่อนแอมีความต้านทานโรคน้อย

### แคลเซียม (Ca)

เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญสำหรับพืชสีเขียวทุกชนิด มีสะสมอยู่มากในส่วนที่เป็นใบและลำต้น รากของพืชจะดูดน้ำขึ้นมาจากดินในรูปของ calcium ion ( $Ca^{++}$ ) แล้วนำมาสร้างสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เชื่อม cell wall ของ cell ของพืชให้ติดต่อกัน นอกจากนี้แคลเซียมยังช่วยเร่งการงอกของรากฝอย ส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและยังเกี่ยวข้องกับการเกิดขึ้นของดอกอีกด้วย เนื่องจากธาตุนี้เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ (immobile) เพราะฉะนั้นถ้าพืชขาดก็จะแสดงอาการออกมาที่ยอดของพืชก่อนเสมอ เพราะแคลเซียมจากใบแก่ที่อยู่ข้างล่างไม่อาจเคลื่อนย้ายขึ้นไปชดเชยได้ ดังนั้นยอดและดอกของพืชจะลีบและหงิก ใบอ่อนจะม้วนงอโดยที่ขอบใบทั้งสองข้างจะม้วนเข้าหากัน แต่ปลายใบจะหงิกไปทางด้านหลัง บางครั้งอาจมีจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ใบด้วย ต่อมายอดจะตายไปเมื่อยอดแตกออกมาใหม่ก็จะมีอาการอย่างเดียวกันและตายไป

### แมกนีเซียม (Mg)

โดยปกติจะมีธาตุแมกนีเซียมอยู่ในพืชน้อยกว่าแคลเซียมและมักจะสะสมอยู่ในส่วนสำคัญ ๆ ของพืช เช่น ใบและเมล็ดเป็นต้น แต่มีอยู่น้อยในส่วนที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร (storage)- เช่น ราก และลำต้น เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย (mobile) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบพวก chlorophyll ซึ่งมีความสำคัญมากในพืชและทำหน้าที่ส่งเสริมการทำงานของ enzyme ที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง protein, carbohydrate, oil และ vitamin ในพืช ดังนั้นพืชที่ขาดแมกนีเซียมจะแสดงอาการที่ใบแก่ก่อนส่วนอื่น โดยสูญเสีย chlorophyll ไปทำให้มีลักษณะเป็นดวงหรือแถบอยู่ระหว่างเส้นใบ (vein) ส่วนสีของเส้นใบนั้นจะยังคงมีสีเขียวเป็นปกติอยู่ แต่ถ้าอาการขาดธาตุนี้มากขึ้นจะค่อย ๆ ลูกลามจากใบล่างขึ้นไปถึงใบชั้นบน ใบล่างจะเหลืองและซีดหมดทั้งใบ และในที่สุดใบทั้งหมดก็จะเหี่ยวตายไป

## ซัลเฟอร์ (S)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบพวกโปรตีนบางชนิด วิตามินบางชนิด และสารประกอบบางชนิดที่มีกลิ่นแรงซึ่งเป็นกลิ่นที่มีคุณสมบัติประจำตัวพิเศษ (mercaptans) เช่นกลิ่นของหอมและกระเทียม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลในการควบคุมการเกิดขึ้นของ chlorophyll ส่งเสริมการเจริญเติบโตของระบบรากของพืชและส่งเสริมให้พืชติดเมล็ดดี พืชที่ขาดซัลเฟอร์จะมีใบเหลืองคล้าย ๆ กับขาดไนโตรเจน ยอดของพืชจะหยุดชะงักการเจริญเติบโตลำต้นลีบเล็ก อาการที่พืชขาดซัลเฟอร์นั้นผิดกับที่ขาดไนโตรเจนอยู่บ้างคือ พืชที่ขาดไนโตรเจนนั้นจะเหลืองทั้งต้น โดยเฉพาะใบตอนล่างจะเห็นได้ชัดและแห้งตายไปในที่สุด ส่วนพืชที่ขาดซัลเฟอร์นั้นอาการเหลืองมักจะเริ่มต้นที่ส่วนของยอด โดยที่ใบตอนล่างยังเขียวอยู่ไม่เหมือนอย่างพืชขาดไนโตรเจน ที่เป็นเช่นนี้แสดงให้เห็นว่าธาตุซัลเฟอร์เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ (immobile)

### (2) Micronutrient elemente (trace หรือ minor elements)

ความสำคัญและหน้าที่ของอาหารธาตุพวกนี้ยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแน่นอนเท่าใดนัก แต่อย่างไรก็ตามความสำคัญของ micronutrient elements ที่มีต่อพืชนั้น อาจจะกล่าวได้ว่ามีหน้าที่ไม่อย่างหนึ่งก็หลายอย่างในบรรดาหน้าที่ต่าง ๆ ต่อไปนี้

ก. เป็น catalysts หรือ stimulants คือช่วยเร่งให้ปฏิกิริยาบางอย่างในพืชดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วและง่ายขึ้น

ข. เป็นองค์ประกอบอยู่ในสารประกอบที่สำคัญบางอย่างในพืช

ค. ควบคุมปริมาณกรดที่มีอยู่ในพืช

ง. มีอิทธิพลควบคุมความเข้มข้นของสารละลายในพืช

จ. ทำหน้าที่ช่วยเร่งหรือกั้นการดูดอาหารแร่ธาตุบางชนิดของพืช

ฉ. ช่วยทำให้สิ่งแวดล้อมบางอย่างในดินเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต

## โบรอน (B)

เนื่องจากโบรอนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ค่อนข้างยาก (immobile) เพราะฉะนั้นเมื่อพืชขาดโบรอนจะแสดงอาการที่ยอดอ่อนของพืช โดยยอดอ่อนจะบิด ใบม้วนงอผิดปกติ นอกจากนี้ อาจเกิดมียอดกิ่งหรือหน่อใหม่ ๆ แทงออกมาเป็นจำนวนมาก แต่ก็จะแห้งตายไปในไม่ช้า เปลือกของลำต้นจะแตกเป็นร่องและเกิดการสะสมของสารประกอบบางชนิดซึ่งมีส่วนทำให้ท่อส่งน้ำและอาหารตัน อันเป็นเหตุให้ดอกและผลมีรูปร่างบิดเบี้ยว สำหรับพืชที่ให้หัวที่ราก เช่น ผักกาดหัว, กะหล่ำปลี จะมีจุดสีน้ำตาลหรือดำอยู่ภายในส่วนต่าง ๆ ของพืช แต่ถ้าหากว่าในดินมีโบรอนมากเกินไปรากพืชก็จะได้รับอันตรายจนอาจถึงตาย

### แมงกานีส (Mn)

เป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ง่าย เมื่อพืชขาดธาตุนี้ใบชั้นล่างของลำต้นจะเหลือง (chlorosis) ตามบริเวณระหว่างเส้นใบเนื่องจากขาด chlorophyll ส่วนบริเวณที่ติดกับเส้นใบยังมีสีเขียว เป็นปกติ ลักษณะอื่นโดยทั่ว ๆ ไปก็เหมือนกับการขาดแมงกานีสซึ่งมั่งได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

### เหล็ก (Fe)

ช่วยกระตุ้นให้พืชสร้าง chlorophyll ดินจะขาดธาตุนี้ก็ต่อเมื่อสภาพของดินไม่เหมาะสม เช่นมีความเป็นด่างมากหรือได้รับปุ๋ย phosphate มากเกินไป เหล็กเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ยาก (immobile) ดังนั้นอาการขาดเหล็กมักจะเกิดขึ้นกับส่วนที่ยอดของพืชก่อน ใบที่ยอดจะเล็กผิดปกติ และมีสีเหลืองหรือสีขาว การขาดธาตุเหล็กนี้มักเกิดขึ้นกับพวกไม้ยืนต้นและไม้พุ่มมากกว่า พวกพืชล้มลุกและพืชพวกหญ้า

### ทองแดง (Cu)

มีความสำคัญต่อพืชคือ ทำหน้าที่ส่งเสริมให้พืชสร้างวิตามินเอ เกี่ยวข้องโดยทางอ้อม ในขบวนการสร้าง chlorophyll ป้องกันมิให้ chlorophyll ที่สร้างขึ้นแล้วถูกทำลายไปและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญใน enzyme บางชนิดเมื่อขาดธาตุทองแดงใบจะมีสีเขียวเข้มจนมืดส้กแล้วค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองจนในที่สุดพืชหยุดชะงักการเจริญเติบโต แต่ถ้าขาดทองแดงมาก ๆ ใบและกิ่งของพืชจะแห้งและร่วง

### สังกะสี (Zn)

ในขณะนี้ยอมรับกันว่าสังกะสีมีบทบาทในการสร้าง chlorophyll และการเจริญเติบโตของพืช เมื่อพืชขาดสังกะสีใบจะแสดงอาการขาด chlorophyll ต้นเตี้ยแคระแกรน ใบเล็กผิดปกติ ปล้อง (internode) ของลำต้นและกิ่งก้านอ่อน ๆ จะสั้น พืชบางชนิดอาจมีใบขาวขีดเป็นแห่ง ๆ เรียกว่า mottle leaf ทั้งนี้เนื่องจาก chlorophyll สลายตัวไปจากใบโดยเฉพาะใบที่ได้รับแสงแดดมาก ๆ

### โมลิบดีนัม (Mo)

เป็นธาตุสุดท้ายที่คนค้นพบที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นธาตุที่พืชต้องการน้อยที่สุด พืชที่ขาดบ่อย ๆ ก็มักเป็นพวกพืชสวนครัว เมื่อพืชขาดโมลิบดีนัมขอบใบจะม้วนขึ้นตามบริเวณเส้นใบจะมีบางส่วนเหลือง บางส่วนเขียว เรียกว่า diffuse interveinal mottling

ปลายใบมีรอยไหม้โดยเฉพาะใบแก่ ระยะต่อมาใบแก่และใบอ่อนก็จะเหี่ยวและในที่สุดพืชก็จะตายไป

## คลอรีน (Cl)

หน้าที่ของคลอรีนยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่เมื่อพืชขาดธาตุนี้ปลายใบจะเหี่ยวในขณะที่ใบยังอ่อนอยู่ ต่อมาใบจะเหลืองและมีรอยไหม้เป็นดวง ๆ ตามบริเวณใบที่เหี่ยว รากเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร แต่ถ้าได้รับธาตุนี้มากเกินไป ใบจะหนาและม้วนงอ ใบยาสูบมีคุณภาพต่ำ

### 8.2 Factors influencing soil fertility

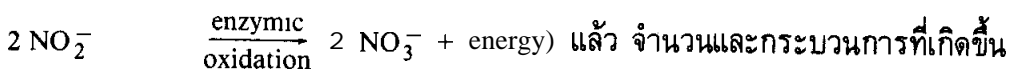
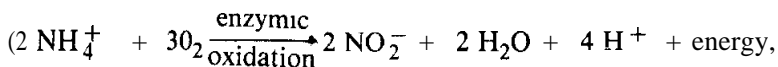
ความอุดมสมบูรณ์ของดินขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

#### 8.2.1 ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน

ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน กล่าวคือ ดินที่มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุมากก็จะมีคุณสมบัติสูงกว่าดินที่มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุน้อย เพราะเมื่ออินทรีย์วัตถุสลายตัวโดยจุลินทรีย์บางพวก จะได้สารประกอบแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีโครงสร้างง่าย ๆ หลายชนิดและง่ายต่อการที่พืชจะดูดกิน โดยเฉพาะสารประกอบไนโตรเจนในดินนั้นได้จากอินทรีย์วัตถุเป็นส่วนใหญ่ และพืชดูดตั้งได้จากดินเพียงทางเดียวเท่านั้น นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุยังช่วยเป็นตัวแทรกกระหว่างเม็ดดิน ทำให้ดินเหนียวกลายเป็นดินร่วนช่วยอุ้มน้ำในดินให้อยู่ยาวนานเป็นตัวดูดซับแร่ธาตุอาหารของพืชเก็บไว้แล้วจ่ายให้แก่รากพืชเป็นระยะ ๆ ช่วยทำให้อากาศในดินดีขึ้น ช่วยรักษาความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้อยู่ในระดับเหมาะสมคือไม่เป็นกรดเป็นด่างมากเกินไป และเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในดิน

#### 8.2.2 ปริมาณจุลินทรีย์ในดิน

ปริมาณจุลินทรีย์ในดินขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความชื้นในดินรวมทั้งการถ่ายเทของอากาศ ถ้าหากว่าสิ่งเหล่านี้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม เช่น ความชื้นที่ field capacity (เป็นความชื้นที่ดินสามารถอุ้มน้ำไว้พอดี ถ้าความชื้นสูงกว่านี้ น้ำก็จะท่วม แต่ถ้าความชื้นน้อยกว่านี้ดินก็จะแห้ง) อุณหภูมิระหว่าง 80°-90° ฟ. มี oxygen supply เพียงพอในขณะที่มีกระบวนการ oxidation



โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ก็จะมีมากที่สุด ซึ่งถ้าในดินมีปริมาณของจุลินทรีย์มากก็จะช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก



(1) พวกจุลินทรีย์ในดินจะย่อยและทำลายอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งมีไนโตรเจนอยู่ในรูปของโปรตีนและพีชไม่สามารถจะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ให้กลับเป็นสารประกอบพวกอนินทรีย์ เช่น  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถดูดตั้งขึ้นไปใช้เป็นประโยชน์ได้

(2) จุลินทรีย์บางชนิดสามารถตรึง (fixed) ก๊าซไนโตรเจนจากอากาศได้ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ symbiotic และ nonsymbiotic พวก symbiotic เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่กับรากของพืชตระกูลถั่ว หลังจากตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศแล้วก็จะนำมาใช้โดยตรงและแบ่งบางส่วนให้แก่พืชที่ได้อาศัยอยู่เพื่อเป็นการตอบแทน นอกจากนี้แบคทีเรียยังได้อาหารธาตุพวกคาร์โบไฮเดรตจากพืช ที่มีมันอาศัยอยู่ เมื่อพืชและแบคทีเรียนี้ตายไป ไนโตรเจนที่ถูกตรึงมาจากอากาศจะเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของโปรตีน และ nitrogenous compound อื่น ๆ ก็จะกลายเป็นไนโตรเจนในดินไป ส่วนพวก nonsymbiotic สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้โดยไม่ต้องอาศัยคาร์โบไฮเดรตหรือแหล่งพลังงานจากพืชชนิดอื่น แต่ได้แหล่งพลังงานจากอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในดิน

### 8.2.3 ลักษณะพื้นที่และเนื้อดิน (soil texture)

ในบริเวณที่มีฝนตกพอ ๆ กัน ดินในที่ราบมักจะมีปริมาณอาหารธาตุสูงกว่าดินในบริเวณที่ลาดเทและดินที่มีเนื้อที่ละเอียด (heavy texture) จะมีระดับอาหารธาตุสูงกว่าดินที่มีเนื้อที่หยาบกว่า (coarse texture) นอกจากนี้สภาพการระบายน้ำและระดับน้ำใต้ดินก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยเหมือนกัน ดินที่มีการระบายน้ำดี อากาศภายในดินถ่ายเทได้สะดวก การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุก็เป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งผิดกับดินที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงและการระบายน้ำไม่ค่อยดี สภาพเช่นนี้ทำให้การถ่ายเทอากาศในดินไม่ดี มีผลให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวได้ช้า เพราะฉะนั้นแม้ว่าดินจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงเพียงใดก็ตามพืชก็ไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร เพราะพืชไม่สามารถนำอาหารธาตุไปใช้ได้ นอกจากจะปรับปรุงการระบายน้ำให้ดีขึ้นเสียก่อน ดินนี้จึงจะเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์

### 8.2.4 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

ความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เพราะความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีผลต่อการที่พืชจะนำอาหารธาตุไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มากน้อยแค่ไหน ธาตุบางธาตุจะอยู่ในสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีเมื่อดินมีระดับ pH ต่ำ ส่วนบางธาตุกลับเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น เมื่อดินมีระดับ pH สูง คือเมื่อเป็นกลางหรือต่าง แต่ถ้ามหาว่าดินมีระดับ pH ต่ำมากเกินไปพืชอาจตายได้ เช่นที่ระดับ pH 5-6 พืชจะนำแมงกานีส เหล็ก สังกะสี ทองแดง โบรอนในดินไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าที่ระดับ pH 6-8 อย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อดินมีความเป็นกรดมากขึ้นมันจะเข้าทำปฏิกิริยากับสารประกอบอย่างอื่นได้ง่าย และเมื่อทำปฏิกิริยาแล้วละลายน้ำได้ยาก ทำให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง เมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง

5.5-8.5 พืชจะนำแคลเซียม โบแทสเซียและแมกนีเซียไปใช้ประโยชน์ได้พอเพียง แต่ถ้าดินมี pH ต่ำหรือสูงกว่านี้พืชก็จะแสดงอาการขาดธาตุอาหารให้เห็น เพราะพืชจะนำธาตุเหล่านี้ จากดินไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง ที่ระดับ pH 6-7 พืชจะนำฟอสฟอรัสในดินไปใช้ประโยชน์ ได้มากที่สุด ถ้า pH ต่ำหรือสูงกว่านี้พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง กล่าวคือถ้า pH สูงมาก กว่า 7 ฟอสฟอรัสในดินส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบพวกแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งละลาย น้ำยาก ทำให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง แต่ถ้า pH ของดินต่ำกว่า 6 ฟอสฟอรัสในดิน จะถูกตรึงโดย ion ต่าง ๆ ในดินทำให้อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ pH ของดินยังมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ในดินด้วย จุลินทรีย์ ในดินส่วนมากจะไม่ชอบดินที่เป็นกรด แต่ชอบดินที่มี pH ค่อนข้างเป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย เช่นที่ pH ประมาณ 5.6 หรือต่ำกว่านี้การทำงานของจุลินทรีย์ในดินก็จะลดลง แต่ถ้าระดับ pH ของดินประมาณ 6.0 หรือสูงกว่าจุลินทรีย์พวกนี้จะทำงานได้ดีขึ้น

### 8.2.5 ฤดูกาล

ระดับ availability ของธาตุอาหารในดินมักจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยเฉพาะ เมื่อเปลี่ยนจากฤดูที่ชุ่มชื้นมาเป็นฤดูที่แห้งแล้ง การเปลี่ยนฤดูดังกล่าวนอกจากดินจะมีปริมาณ ความชื้นแตกต่างกันแล้ว ระดับอุณหภูมิ pH และกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ก็เปลี่ยนแปลง ไปด้วย ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนทำให้พืชดูดดึงอาหารธาตุได้มาน้อยแตกต่างกันเช่น ในเขต อบอุ่นอุณหภูมิของดินแถบนี้เปลี่ยนแปลงอยู่บ่อย ๆ ในรอบปี ในฤดูหนาวน้ำในดินจะเย็นลงจน เป็นน้ำแข็ง (freezing) แต่พอเข้าฤดูใบไม้ผลิ (spring) อุณหภูมิก็จะสูงขึ้น น้ำในดินนั้นก็ละลาย (thawing) การที่น้ำในดินเกิดเป็นน้ำแข็งและละลายขึ้นเช่นนี้ ทำให้ดินบางชนิดปลดปล่อย slowly-available K. ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้บ้างออกมาในรูปของ readily available K. ซึ่ง พืชและจุลินทรีย์สามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี ปรากฏการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นกับดิน ที่มีระดับของ readily available K ต่ำ แต่ในทางตรงกันข้ามดินที่มีระดับ readily available K สูง อยู่แล้ว การปลดปล่อย slowly available K จะไม่เกิดขึ้นแต่บางส่วนของ readily available K นั้น กลับถูกตรึงให้อยู่ในรูปของ slowly available K มากขึ้น ส่วนการที่ pH ของดินเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนฤดูกาลเช่น pH ของดินจะมีค่าต่ำสุดเมื่อถึงฤดูร้อนซึ่งอากาศร้อนและ แห้งแล้ง แต่เมื่อถึงฤดูฝนดินที่มีน้ำชุ่มอยู่เสมอจะมี pH สูงขึ้น การที่เป็นดังนี้ เพราะว่า factor ต่าง ๆ ที่ควบคุมค่าของ pH ในดินเปลี่ยนไปเช่น ปริมาณ  $\text{CO}_2$  ในดิน อัตราการเกิด nitrification (เป็น ขบวนการ enzymic oxidation ซึ่ง oxidised  $\text{NH}_3^-$  เป็น  $\text{NO}_2^-$  แล้ว oxidised  $\text{NO}_2^-$  เป็น  $\text{NO}_3^-$ ) ความเข้มข้นของปริมาณ ion ในดิน ฤดูร้อนในดินจะมี  $\text{NO}_3^-$  และ  $\text{SO}_4^-$  มาก เพราะฉะนั้น

pH ก็จะลดต่ำลง เมื่อถึงฤดูฝนมีน้ำมากสารละลายพวกนี้ถูกชะล้างสูญหายไปและเจือจางลง pH ของดินก็จะสูงขึ้น ระดับ pH ของดินและอุณหภูมิก็มี่ส่วนสัมพันธ์กับกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

### 8.3 Fertilizer application

เนื่องจากไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่มีอยู่ในดินถูกชะล้างได้ง่าย และพืชต้องการในปริมาณที่มากกว่าธาตุอื่น ๆ ฉะนั้นดินมักขาดธาตุดังกล่าวเสมอ จึงจำเป็นต้องเติมลงไปเมื่อทำการเพาะปลูกเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของพืช การเติมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมนี้ทำได้โดยการใส่ปุ๋ยลงไป在地ในปุ๋ยที่ใช้แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดด้วยกันคือ ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสด

8.3.1 ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เป็นปุ๋ยที่เพิ่มอาหารให้แก่ดินแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่ได้ช่วยให้คุณสมบัติของดินดีขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ปุ๋ยสำเร็จรูปและปุ๋ยเดี่ยว

(1) ปุ๋ยเดี่ยว เป็นปุ๋ยที่มีอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

ก. ปุ๋ยไนโตรเจน ให้ธาตุไนโตรเจน (N)

ข. ปุ๋ยฟอสฟอรัส ให้ธาตุฟอสฟอรัสในรูปกรด ฟอสฟอริก ( $P_2O_5$ )

ค. ปุ๋ยโปแตสเซียม ให้ธาตุโปแตสเซียมในรูปโปแตสเซียมออกไซด์ ( $K_2O$ )

กลไกการสามารถซื้อปุ๋ยเดี่ยวมาทำการผสมเอาตามอัตราส่วนที่ทางกรมการเกษตรได้ค้นพบว่า เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชนั้น ๆ

(2) ปุ๋ยสำเร็จรูป หรือปุ๋ยผสม (mixed fertilizer) เป็นปุ๋ยซึ่งประกอบขึ้นจากการเอาปุ๋ยที่มีอาหารธาตุพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมผสมกันเข้าเพื่อให้เป็นปุ๋ยเดียวกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ปุ๋ยผสมที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete fertilizer) กับปุ๋ยผสมที่สมบูรณ์ (complete fertilizer) ปุ๋ยที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete fertilizer) เป็นปุ๋ยผสมซึ่งมีอาหารธาตุอยู่เพียง 2 ธาตุซึ่งอาจจะ มีไนโตรเจนกับฟอสฟอรัส ไนโตรเจนกับโปแตสเซียมหรือฟอสฟอรัสกับโปแตสเซียมก็ได้ ปุ๋ยผสมที่สมบูรณ์ (complete fertilizer) เป็นปุ๋ยที่ผสมอาหารธาตุได้ครบทั้ง 3 ธาตุ คือ มีไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม อาหารธาตุที่มีในปุ๋ยผสมจะมีอยู่ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ซึ่งกลไกการสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน บริษัทที่ผลิตปุ๋ยขายจะบอกเป็นเกรด (grade หรือ fertilizer grade) ซึ่งหมายถึงปริมาณอาหารธาตุของพืชที่ต่ำที่สุดซึ่งมีอยู่ในปุ๋ยนั้น ๆ มักจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอาหารธาตุเช่น บอกว่าปุ๋ยผสม มีเกรด (grade หรือ fertilizer grade) 15-20-5 ก็หมายความว่าปุ๋ยนั้นมีธาตุไนโตรเจนอยู่ 15% มี  $P_2O_5$  20% และ  $K_2O$  5% โดย

น้ำหนัก หรือว่าในปุ๋ยผสม 100 กก. มีธาตุไนโตรเจนอยู่ 15 กก. มี  $P_2O_5$  20 กก. และ  $K_2O$  5 กก. นอกจากนี้ก็เป็น filler ซึ่งเป็นวัตถุที่ใส่ลงไปเพื่อให้ปุ๋ยผสมมีน้ำหนักครบตามต้องการสารที่ใช้เป็น filler ได้แก่ทราย เปลือกถั่ว ขี้เลื่อย ฯลฯ จากเกรด (grade หรือ fertilizer grade) จะคิดเป็น fertilizer ratio คือสัดส่วนโดยน้ำหนักของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส ( $P_2O_5$ ) ต่อโปแตส ( $K_2O$ ) ก็ได้ เช่น ปุ๋ยผสมมีเกรด 15-20-5 ก็มี fertilizer ratio เท่ากับ 3-4-1 เป็นต้น

8.3.2 ปุ๋ยหมัก คือปุ๋ยที่เกิดจากการหมักเศษของพืช เช่น หญ้าแห้ง ฟางแห้ง ใบไม้ ลำต้น หรือตอซังของพืชในไร่นา หรือขยะของบ้านเรือนร่วมกับมูลสัตว์ หรือสิ่งที่ช่วยให้เศษพืชนั้นสลายตัวเร็วขึ้น โดยวางสลับชั้นระหว่างเศษของพืชกับมูลสัตว์ และคอยรดน้ำให้พอชุ่มตลอดเวลาที่หมักปุ๋ย และหมั่นกลับกองปุ๋ยเพื่อให้ทราบพืชผุเปื่อยเร็วขึ้น ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน กองปุ๋ยหมักก็พร้อมที่จะนำไปใช้ได้ ปุ๋ยชนิดนี้หาได้ง่ายและมีราคาถูกที่สุด โดยทั่วไป ปุ๋ยหมักจะมีธาตุอาหาร ดังนี้

ไนโตรเจนประมาณร้อยละ 1.5-3 หรือโดยเฉลี่ยร้อยละ 3 ของน้ำหนักแห้ง  
ฟอสฟอรัสประมาณร้อยละ 0.5-1 ของน้ำหนักแห้ง  
โปแตสเชื่อมประมาณร้อยละ 1-2 ของน้ำหนักแห้ง

ถึงแม้ว่าปุ๋ยหมักจะมีคุณค่าทางอาหารครบแต่ก็มียังน้อย ถ้าจะให้ได้ผลดีเต็มที่ควรจะใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด แต่อย่างไรก็ดีปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติครบถ้วนในทางที่จะช่วยให้ดินร่วนซุยอยู่เสมอ ช่วยลดความเหนียวของดิน ทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดี ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเหมาะสม ป้องกันการชะล้างอาหารธาตุ การใช้ปุ๋ยหมักอาจจะใส่เมื่อเตรียมดินก่อนปลูกพืชหรือจะใช้เป็นวัตถุคลุมดินก็ได้ประโยชน์ดี

### 8.3.3 ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์

ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์ (animal manures) เป็นปุ๋ยที่หาได้ง่าย มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น มูลวัว มูลควาย มูลค่างคาว ฯลฯ ปุ๋ยคอกแต่ละชนิดจะมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันไป ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ อายุของสัตว์ ชนิดของอาหารและวิธีการเลี้ยงสัตว์ เช่น ปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์พวกไก่อจะมีธาตุอาหารสูงมากกว่ามูลม้าและวัวเป็นต้น พวกอุจจาระที่มีในปุ๋ยคอกนั้นจะต้องรอให้พวกจุลินทรีย์เข้าย่อยทำลายเสียก่อน พืชจึงจะนำไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเชื่อมในนั้นไปใช้ได้ ส่วนไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเชื่อมที่มีในปัสสาวะนั้นพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ในการเก็บปุ๋ยคอกมักจะใช้เศษหญ้า ขี้เลื่อย หรือเศษฟางใส่ลงไปผสมกับปุ๋ยคอก ในอัตราส่วนฟางต่อปุ๋ย = 1 : 4 เพื่อให้ฟาง เศษหญ้า หรือขี้เลื่อยคอยดูดซับป้องกันมิให้อาหารธาตุที่ละลายน้ำไหลออกและสูญหายไป นอกจากนี้ปุ๋ยคอกยังมีประโยชน์

ในการปรับปรุงคุณภาพของดินให้ร่วนซุย อุดมน้ำได้ดี มีความชื้นสูง และทำให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตเร็ว ทนแล้งได้ดีและทำการถอนได้ง่าย

#### 8.3.4 ปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสดคือปุ๋ยซึ่งเกิดจากการไถกลบพืชสด ๆ ที่ปลูกขึ้นบนพื้นที่นั้นหรือตัดพืชสดจากที่อื่นแล้วนำมาไถกลบลงไปในดิน เพื่อเพิ่มสารอินทรีย์วัตถุหรือ humus และปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดิน พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยชนิดนี้อาจเป็นพืชพวกตระกูลถั่วหรือเป็นพืชชนิดอื่นก็ได้ แต่ส่วนมากนิยมใช้พืชพวกตระกูลถั่ว ทั้งนี้เนื่องจากว่าพืชพวกตระกูลถั่วสามารถเอาไนโตรเจนจากอากาศมาใช้เป็นประโยชน์ได้ เพราะฉะนั้นเมื่อไถกลบและเน่าเปื่อยไปในโตรเจนที่อยู่ในพืชก็จะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในดิน พืชอื่น ๆ สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์นั้นจะมีมากกว่าการใช้พืชชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ พืชตระกูลถั่วจะเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดินมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ เช่น หญ้าต่าง ๆ หรือฟาง พืชที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ปอเทือง ถั่วลาย และพวกโสนชนิดต่าง ๆ ฯลฯ

#### 8.3.5. หลักในการใส่ปุ๋ย

(1) เมื่อจะทำการใส่ปุ๋ยควรพิจารณาถึงลักษณะของดิน ชนิดของพืช และฝนฟ้าอากาศ (climate) ทั้งนี้เพราะว่าดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการที่จะยอมให้น้ำผ่านและความสามารถในการยึดหรือจับอาหารของพืชได้แตกต่างกัน ฝนฟ้าอากาศ (climate) เช่น ฝนและอุณหภูมิมีอิทธิพลทำให้พืชสามารถนำปุ๋ยที่ใส่ลงในดินไปใช้ประโยชน์ได้มากหรือน้อย ส่วนชนิดของพืชถ้าเป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว เช่น หัวผักกาดแดง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 40 วันก็โตเต็มที่ ใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวตลอดชีวิตของมันก็นับว่าเพียงพอ แต่ถ้าเป็นพืชที่มีอายุมากกว่านี้ เช่น พืชพวกหญ้า ก็ควรจะให้หลาย ๆ ครั้ง

(2) ปุ๋ยที่ใส่ต้องอยู่ในบริเวณที่รากพืชสามารถไปถึงได้อย่างรวดเร็ว และจะต้องมีความเข้มข้นพอเหมาะ คือไม่ทำอันตรายแก่ราก

(3) เลือกวิธีการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับลักษณะของพืชที่ปลูก เช่น ปลูกพืชเป็นแถวก็ใส่ปุ๋ยเป็นแถวขนานกับแถวพืชที่ปลูก ปลูกพืชโดยวิธีหว่านก็ใส่ปุ๋ยโดยการหว่านไปพร้อมกับหว่านเมล็ดหรือหว่านคลุมลงไปบนต้นพืชโดยตรง เป็นต้น

(4) เนื่องจากปุ๋ยเป็นอาหารของพืชทุกชนิด เพราะฉะนั้นในการเตรียมดินควรเก็บหญ้าออกให้หมดหลังจากการไถแล้ว ถ้าเก็บหญ้าไม่หมดมันจะแย่งปุ๋ยที่ใส่ลงไป ทำให้พืชที่จะปลูกไม่ได้รับปุ๋ยเต็มที่ และไม่ออกงามเท่าที่ควร

(5) ในการให้ปุ๋ยแก่พืชนี้ควรกระกระระยะที่ปุ๋ยนั้นจะเป็นประโยชน์แก่พืชมากที่สุด โดยให้

ตรงกับระยะที่พืชต้องการและมีการสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากการชะล้าง (leaching) และเซาะกร่อนของดิน (erosion) น้อยที่สุด

(6) ในการใส่ปุ๋ยควรจะให้ปุ๋ยครั้ง แต่ให้ครั้งละน้อย ๆ ดีกว่าใส่ปุ๋ยครั้งแต่ครั้งละมาก ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลที่ว่าถ้าเราให้ครั้งละมาก ๆ ปุ๋ยที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ก็มากตามขึ้นไปด้วย

### 8.3.6 วิธีใส่ปุ๋ย

(1) โดยการหว่าน (broad-cast application) ก่อนหว่านควร แบ่งปุ๋ยที่จะหว่านแต่ละครั้ง ออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนแรกให้หว่านบาง ๆ ตามแนวทิศเหนือ ทิศใต้ให้สม่ำเสมอทั้งพื้นที่ชั้นหนึ่งก่อน ส่วนที่สองให้หว่านบาง ๆ ตามแนวทิศตะวันออกและทิศตะวันตกให้สม่ำเสมอทั้งพื้นที่ทับอีกครึ่งหนึ่ง โดยวิธีนี้จะช่วยให้หว่านปุ๋ยกระจายสม่ำเสมอ ทั้งพื้นที่และทำให้พืชโตเสมอกัน การหว่านจะหว่านพร้อมกับหว่านเมล็ด หรือหว่านคลุมไปบนต้นพืชโดยตรง หรือหว่านก่อนจะปลูกพืช เช่น หว่านก่อนไถหรือหว่านหลังไถก็ได้ ข้อควรระวังในการหว่านปุ๋ยก็คือไม่ควรหว่านปุ๋ยในขณะที่ฝนตกหรือมีพายุหรือลมพัดแรงมาก ๆ

(2) โดยการโรยเป็นแถวขนานกับแถวของพืชที่ปลูก (row or banding application) วิธีนี้ใช้กับพืชที่ปลูกเป็นแถว โดยโรยปุ๋ยห่างจากแถวของพืชหรือแถวของเมล็ดประมาณ 2 นิ้ว

(3) โดยการใส่ปุ๋ยลงไปในพื้นที่ขุดเป็นหลุมหรือทำปุ๋ยให้เป็นก้อน (pellet) แทนที่จะหว่านคลุกเคล้าเข้ากับดิน วิธีนี้จะลดพื้นที่สัมผัสระหว่างปุ๋ยกับดินลงเหลือน้อยที่สุด หลุมหรือรูที่ขุดจะลึกประมาณ 12-20 นิ้ว แล้วอัดปุ๋ยลงไป การใส่ปุ๋ยแบบนี้มักใช้กับพวกไม้ยืนต้น โดยขุดรูรอบ ๆ รัศมีร่มใบและใส่ในระยะต้นฤดูฝน

(4) โดยการคลุกเมล็ดพืชกับปุ๋ยก่อนที่จะนำมาปลูกหรือหว่าน

(5) โดยการพ่นหรือฉีดปุ๋ยลงไปยังต้นพืชที่ปลูกอยู่โดยตรง

(6) โดยการใส่ปุ๋ยลงไปในพื้นที่ไถ (plow-sole placement) ทำได้โดยการใช้เครื่องมือครูดไปตามผิวดินเป็นแถวขนานกัน แล้วโรยปุ๋ยไปตามร่องดินที่ถูกครูดนั้น

(7) ใช้ปุ๋ยแข็งละลายน้ำแล้วนำต้นกล้าของพืชที่จะย้ายไปปลูกมาแช่ (starter solution)

(8) ฉีดปุ๋ยเหลวเข้าไปในลำต้นพืช (injection)

(9) โรยปุ๋ยรอบต้นตามแนวพุ่มใบ (ring application)