โครงการปรับปรุงบำรุงดิน ด้วย
ถ่านชีวภาพ ยิปซัม และสารชีวภัณฑ์
ในพื้นที่พืชไร่และนาข้าว จ.อุตรดิตถ์ ด้วยกระบวนการ วพน.

ชุด คู่มือ

การปรับปรุงบำรุงดินด้วย
ถ่านชีวภาพ
ในพื้นที่พืชไร่และนาข้าว จ.อุตรดิตถ์

ดิน และ ธาตุอาหารพืช

ถ่านชีวภาพ

ชุด
คู่มือ

การปรับปรุงบำรุงดินด้วย
ถ่านชีวภาพ
ในพื้นที่พืชไร่และนาข้าว จ.อุตรดิตถ์

ดิน
และ
ธาตุอาหารพืช

ชุดคู่มือการปรับปรุงบำรุงดิน
ด้วยถ่านชีวภาพ ในพื้นที่พืชไร่และนาข้าว
จังหวัดอุตรดิตถ์

คู่มือเล่มที่ 2

ดินและธาตุอาหารพืช

ที่ปรึกษา	นายธนากร อึ้งจิตรไพศาล
ผู้เขียน	อาจารย์ ดร.พจนีย์ แสงมณี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง
คณะผู้จัดทำ	นายวัชระ มูลจันทร์ นายพงศธร มานิตย์ นางสาวมีนา กรมมี
พิมพ์ครั้งที่ 1	จำนวน 32 เล่ม
ปีที่พิมพ์	2563
จัดพิมพ์โดย	ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ 27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

ชุดคู่มือเล่มนี้มีจุดประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับดินและธาตุอาหารพืช
แก่เกษตรกรและผู้ที่สนใจ

คำนำ

คู่มือ “ดินและธาตุอาหารพืช” เล่มนี้เป็น 1 ใน 3 ของชุดคู่มือการปรับปรุงบำรุงดินด้วยถ่านชีวภาพ ในพื้นที่พืชไร่และนาข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่เกิดจากการแนวคิดร่วมกันของการบูรณาการ ทั้ง 3 ภาคส่วน คือ หน่วยงานจังหวัด นำโดย นายธนากร อึ้งจิตรไพศาล ผู้ว่าราชการจังหวัดอุตรดิตถ์ หน่วยงานวิชาการ โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ และเกษตรกรต้นแบบจำนวน 32 ราย จาก 5 พืชไร่จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ต้องการยกระดับสินค้าเกษตรจังหวัดอุตรดิตถ์ ให้เป็นเมืองแห่งคุณภาพชีวิต ผลผลิตปลอดภัย สร้างความเชื่อมั่นในกระบวนการผลิตที่เกิดจากการผสมผสานของความเป็นอัตลักษณ์ในเชิงพื้นที่ มีสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศและภูมิปัญญาที่ผลิตสินค้าเกษตรได้หลากหลายจนได้รับการขึ้นทะเบียนสินค้าเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย ได้แก่ สับปะรดห้วยมุ่น ทุเรียนหลงลับแลอุตรดิตถ์และทุเรียนหลินลับแลอุตรดิตถ์ รวมไปถึงสินค้าทางการเกษตรที่มีชื่อเสียงที่รอการขึ้นทะเบียนในอนาคต เช่น มะม่วงหิมพานต์อุตรดิตถ์ มะขามหวานอุตรดิตถ์ เป็นต้น แต่เนื่องด้วยสภาพภูมิประเทศที่ปลูกในพื้นที่หุบเขา ปริมาณน้ำมีอย่างจำกัด จึงมีแนวคิดในการผลิตถ่านชีวภาพ “Biochar” ซึ่งเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่ในพื้นที่มาเพิ่มมูลค่าของการเป็นสารปรับปรุงดินและเพิ่มธาตุอาหารพืช ช่วยกักเก็บความชื้นและเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ในดินและช่วยดูดซับโลหะหนักในดิน อันเกิดจากการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินหรือหินและแร่

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาเชิงพื้นที่ ในการอุดหนุนงบประมาณในการดำเนินงาน อันเป็นกลไกสำคัญของการขับเคลื่อนผลงานวิจัยสู่การปฏิบัติจริงเชิงพื้นที่ด้วยกระบวน--การทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ที่อยู่บนพื้นฐานความเหมาะสมและเกษตรกรสามารถดำเนินการได้ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตและรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน ตลอดจนยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชนให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหรือสังคมคาร์บอนต่ำ ผสมผสานการต่อยอดองค์ความรู้จากการวิจัยเชิงพื้นที่กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

สารบัญ

บทที่ 1

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

หน้า 7 | ความอุดมสมบูรณ์ของดินคืออะไร

หน้า 7 | องค์ประกอบของดิน

หน้า 9 | คุณสมบัติของดิน

หน้า 11 | พืชดูดใช้ธาตุอาหารในรูปของประจุไฟฟ้า

หน้า 13 | ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมฯ

หน้า 14 | ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่างฯ

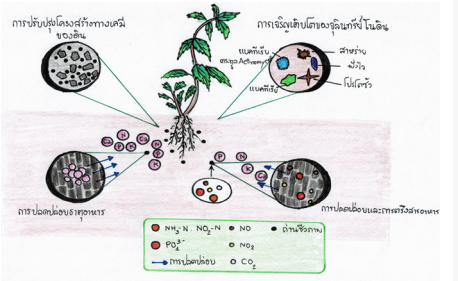
หน้า 15 | สารปรับปรุงดินที่ควรรู้จัก

หน้า 18 | วัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์

หน้า 20 | การวินิจฉัยความผิดปกติของพืชเบื้องต้น

บทที่ 2

ธาตุอาหารพืช



หน้า 29 ธาตุไนโตรเจน

หน้า 30 ธาตุฟอสฟอรัส

หน้า 31 ธาตุโพแทสเซียม

หน้า 33 ธาตุแคลเซียม

หน้า 34 ธาตุแมกนีเซียม

หน้า 35 ธาตุกำมะถัน

หน้า 36 ธาตุเหล็ก

หน้า 37 ธาตุทองแดง

หน้า 38 ธาตุสังกะสี

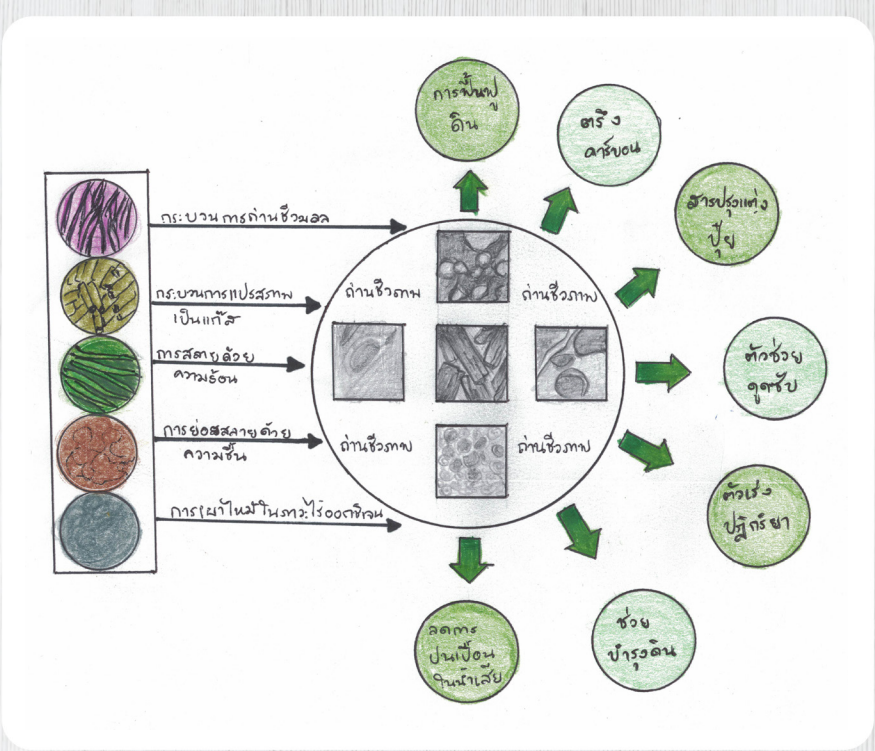
หน้า 39 ธาตุแมงกานีส

หน้า 40 ธาตุโบรอน

หน้า 41 ธาตุโมลิบดินัม

หน้า 42 ธาตุคลอรีน

หน้า 42 ธาตุซิลิกอน



ดิน
และ
ธาตุอาหารพืช

ความอุดมสมบูรณ์ของ “ดิน”

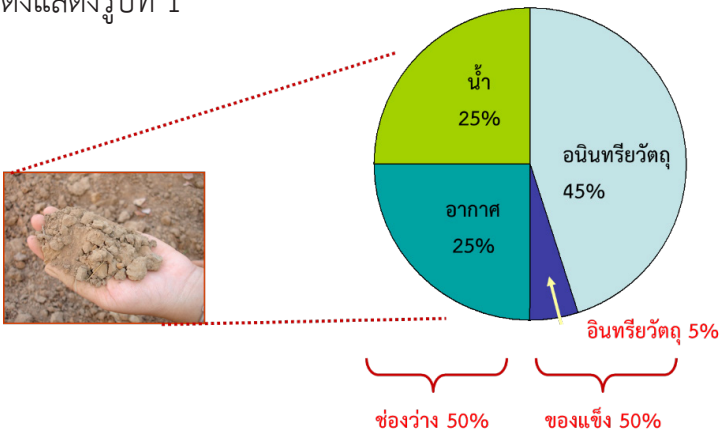
บทที่ 1

1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน คืออะไร

ความอุดมสมบูรณ์ของของดิน หมายถึง ความสามารถของดินในการปลดปล่อยธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ครบทุกธาตุในปริมาณที่เพียงพอและสมดุลกันตามที่พืชต้องการของพืช

2. องค์ประกอบของดิน

ดินที่เหมาะสำหรับการปลูกพืชโดยทั่วไป ควรมีสัดส่วนขององค์ประกอบที่เป็นของแข็งจากอนินทรียวัตถุ 45% และอินทรียวัตถุที่ได้มาจากการสลายตัวของเศษซากสิ่งมีชีวิต 5% ส่วนที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งนั้นเป็นที่อยู่ของน้ำ 25% และอากาศ 25% โดยองค์ประกอบของดินทั้งหมดมี 4 ส่วน ดังแสดงรูปที่ 1



รูปที่ 1 สัดส่วนขององค์ประกอบของดินทั้งหมด

1 อนินทรียวัตถุ

เป็นส่วนประกอบที่มีปริมาณมากที่สุดในดินทั่วไป ได้มาจากการผุพังสลายตัวของหินและแร่ เป็นแหล่งที่มาของธาตุอาหารพืช

2 อินทรียวัตถุ

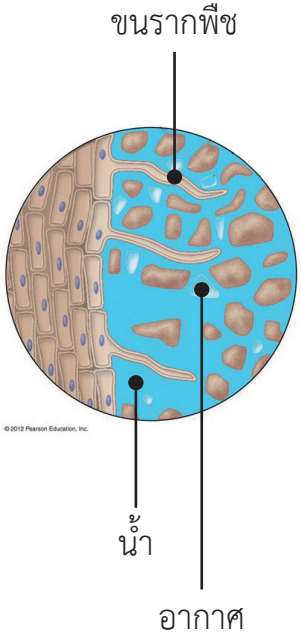
ซากพืชซากสัตว์ที่กำลังสลายตัว เซลล์จุลินทรีย์ทั้งที่มีชีวิตอยู่และในส่วนที่ตายแล้ว ตลอดจนสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลาย หรือส่วนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชและจุลินทรีย์ดิน เป็นองค์ประกอบที่ควบคุมสมบัติทางกายภาพของดิน

3 น้ำ

ของเหลวที่พบอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดินหรือเม็ดดิน มีความสำคัญมากต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นตัวช่วยในการละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน และเป็นส่วนสำคัญในการเคลื่อนย้ายอาหารพืชจากรากไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช

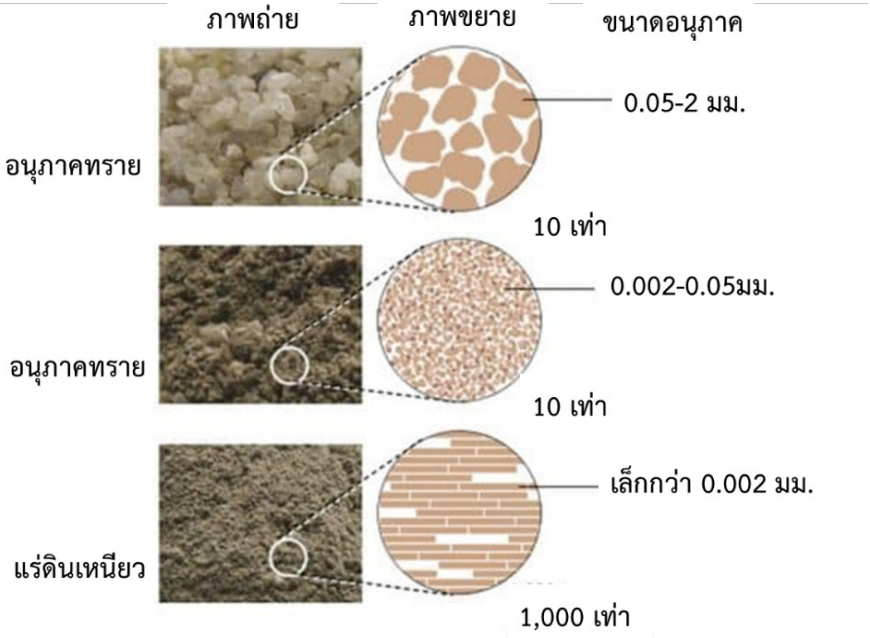
4 อากาศ

แก๊สที่พบโดยทั่วไปในดิน คือ แก๊สไนโตรเจน (N_2) ออกซิเจน (O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งรากพืชและจุลินทรีย์ดินใช้ในการหายใจ และสร้างพลังงานในการดำรงชีวิต



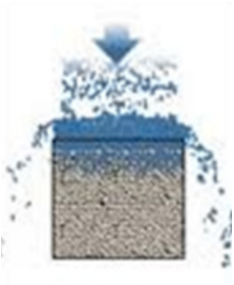
3. คุณสมบัติของดิน

ดินประกอบด้วยอนุภาค 3 อนุภาคใหญ่ คือ อนุภาคแร่ดินเหนียว อนุภาคทรายแป้งและอนุภาคทราย

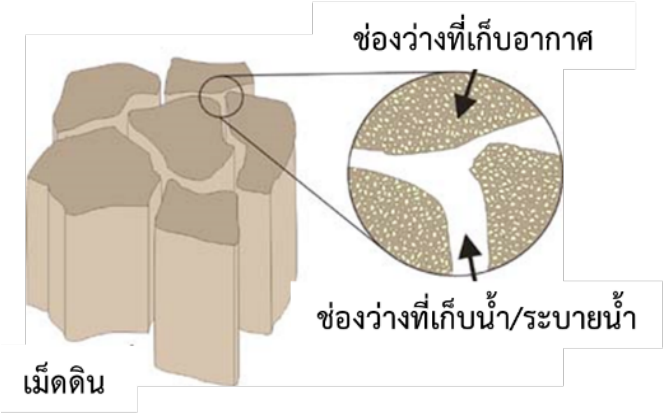


รูปที่ 2 อนุภาคต่าง ๆ ของดิน

อนุภาคแร่ดินเหนียวมีขนาดเล็กที่สุดและมีที่พื้นผิวของแร่ดินเหนียวมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ทำให้เกิดการดูดยึดกับธาตุอาหารที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวกได้ หรือมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C.) สูง ดังนั้นถ้าในดินมีแร่ดินเหนียวมากก็จะมีประจุลบมาก จึงสามารถดูดยึดธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้มาก เมื่อ 3 อนุภาคนี้มาผสมกันจึงทำให้เกิดระดับความละเอียดหรือความหยาบของดินที่แตกต่างกัน ซึ่งเราเรียกว่า “เนื้อดิน” ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว
		
ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืช ไม่เก็บปุ๋ยธาตุอาหารพืช และไม่เก็บน้ำ	เหมาะสมการปลูกพืช เก็บปุ๋ยดีกว่าดินทราย การระบายน้ำดีกว่าดินเหนียว	เก็บปุ๋ยธาตุอาหารพืชดี แต่การระบายน้ำไม่ดี อากาศน้อย

เนื้อดินมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่น หรือ ความพรุนของดิน ซึ่งส่งผลต่อการระบายน้ำ ระบายอากาศ ดินที่มีอนุภาคละเอียดยึดเหนี่ยวน้ำไว้ได้ดีและมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก จึงมีโอกาสที่จะมีน้ำในดินได้มากกว่าดินที่มีอนุภาคหยาบจะยึดน้ำได้น้อย เพราะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินน้อย

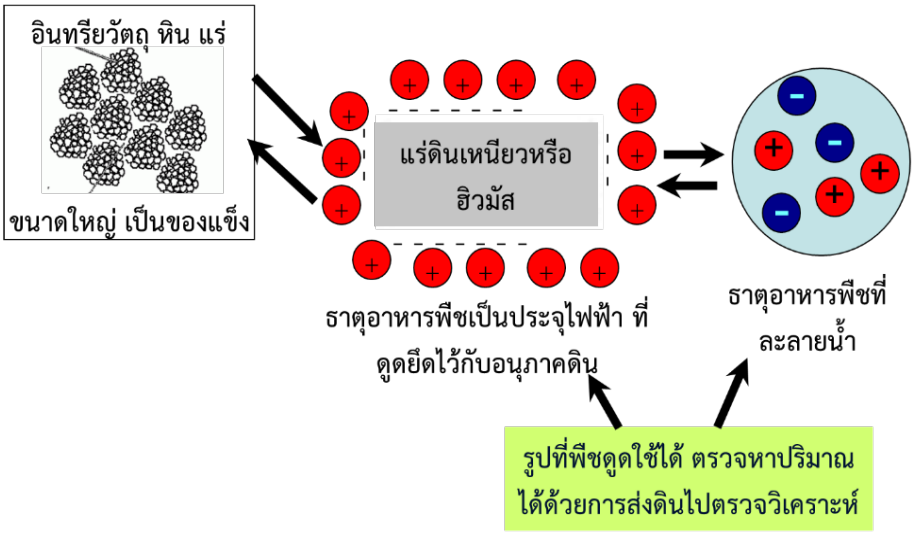


รูปที่ 3 แสดงลักษณะความพรุนของดิน

4. พืชดูดใช้ธาตุอาหารในรูปของประจุไฟฟ้า

ภายในดินประกอบไปด้วยแร่ธาตุและฮิวมัส ซึ่งเป็นของแข็งที่มีขนาดใหญ่ที่รากพืชไม่สามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้โดยตรง แต่เมื่อธาตุอาหารเหล่านี้หลุดออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประจุไฟฟ้าละลายอยู่ในน้ำในดินหรือถูกดูดยึดไว้ที่บริเวณผิวของอนุภาคดิน รากพืชจึงจะสามารถดูดใช้ธาตุอาหารเหล่านี้ได้ ดังนั้นไม่ว่าเราจะใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดิน ปุ๋ยเกิดกระบวนการย่อยสลายหรือละลายแล้วธาตุอาหารพืชต้องอยู่ในรูปที่เป็นประจุไฟฟ้าเท่านั้น รากพืชจึงจะดูดใช้ธาตุอาหารได้

ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปของประจุไฟฟ้าที่ดูดยึดไว้ที่อนุภาคดิน และละลายอยู่ในน้ำในดิน เรียกว่า “**รูปที่เป็นประโยชน์**” และในการตรวจวิเคราะห์ดินจะเป็นการวัดหาปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้เพื่อประเมินว่าในดินมีธาตุอาหารมากน้อยเท่าไหร่ และต้องใช้ปุ๋ยเคมีหรือไม่



รูปที่ 4 ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปของประจุไฟฟ้าที่ดูดยึดไว้

ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่ในรูปของประจุไฟฟ้า

ธาตุ	รูปที่เป็นประโยชน์	ชื่อเรียก
คาร์บอน	CO_2	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
ออกซิเจน	O_2	แก๊สออกซิเจน
ไฮโดรเจน	H_2O	น้ำ
ไนโตรเจน	NH_4^+	แอมโมเนียม
	NO_3^-	ไนเตรต
	Urea	ยูเรีย
ฟอสฟอรัส	$H_2PO_4^-$	ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
	HPO_4^{2-}	โมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต
โพแทสเซียม	K^+	โพแทสเซียมไอออน
แคลเซียม	Ca^{2+}	แคลเซียมไอออน
แมกนีเซียม	Mg^{2+}	แมกนีเซียมไอออน
กำมะถัน	SO_4^{2-}	ซัลเฟต
เหล็ก	Fe^{2+}	เฟอรัสไอออน
	Fe^{3+}	เฟอริกไอออน
ทองแดง	Cu^+, Cu^{2+}	คอปเปอร์ไอออน
แมงกานีส	Mn^{2+}, Mn^{4+}	แมงกานีสไอออน
สังกะสี	Zn^{2+}	ซิงค์ไอออน
โบรอน	H_3BO_3	บอริก
	$B_4O_7^{2-}$	บอเรต
โมลิบดีนัม	MoO_4^{2-}	โมลิบเดต
คลอรีน	Cl^-	ครอไรด์ไอออน

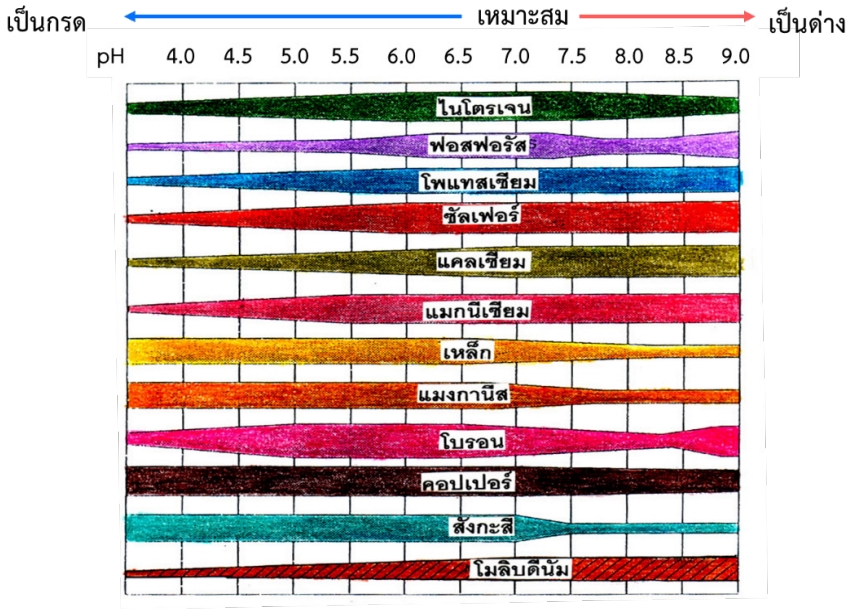
5. ปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

คุณสมบัติของดิน	ช่วงที่เหมาะสม
ค่าพีเอชของดิน	5.5-6.5
อินทรียวัตถุ OM (%)	2.0-3.0
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, avail. P (มก./กก.)	35-60
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้, exch. K (มก./กก.)	100-200
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้, exch. Ca (มก./กก.)	800-1500
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้, exch. Mg (มก./กก.)	250-400
เหล็ก, Fe (มก./กก.)	60-70
แมงกานีส, Mn (มก./กก.)	20-60
ทองแดง, Cu (มก./กก.)	3-5
สังกะสี, Zn (มก./กก.)	3-15
โบรอน, B (มก./กก.)	4-6
กำมะถัน, S (มก./กก.)	25-150

6. ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่าง กับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน หรือ “พีเอช” (pH) เป็นค่าปฏิกิริยาดิน วัดได้จากความเข้มข้นของปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในดิน ชนิดและปริมาณของประจุบวกที่ถูกดูดซับอยู่ในดินจะควบคุมความเป็นกรดหรือด่างของดิน เช่น ดินที่มีประจุ H^+, Al^{3+}, NH_4^+ และ Fe^{3+} มีสมบัติเป็นกรด ในขณะที่ดินที่ประจุ Ca^{2+}, Mg^{2+} และ Na^{2+} มีสมบัติเป็นด่าง

พีเอชของดินมีความสำคัญต่อการปลูกพืชมาก เพราะเป็นตัวควบคุมการละลายธาตุอาหารในดิน ถ้าดินมีค่าพีเอชไม่เหมาะสมธาตุอาหารในดินอาจจะละลายออกมาได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือในทางตรงกันข้ามธาตุอาหารบางชนิดอาจจะละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชได้ ดังภาพที่ 5 ค่าพีเอชที่เหมาะสมคือประมาณ 5.5-6.5



รูปที่ 5 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

7. สารปรับปรุงดินที่ควรรู้จัก

สารปรับปรุงดินเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ สารสังเคราะห์หรือสารเคมี ทั้งแบบที่เป็นวัสดุอินทรีย์และอนินทรีย์ที่มีการปรุงแต่ง หรือไม่มีการปรุงแต่งก็ได้ โดยทั่วไปการใช้สารปรับปรุงดินมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แก้ปัญหาสมบัติทางด้านเคมีและทางกายภาพของดิน ซึ่งสารปรับปรุงดินแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

7.1 สารปรับปรุงดินที่มีฤทธิ์เป็นด่าง

ใช้ปรับปรุงดินกรด ส่วนใหญ่เป็นหินหรือแร่ตามธรรมชาติที่ไม่มีการปรุงแต่ง เช่น ปูนขาว หินปูน ปูนมาร์ล โดโลไมต์ วัสดุปูนแต่ละชนิดจะมีฤทธิ์ในการลบล้างความเป็นกรดในดินได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ดินแต่ละชนิดต้านทานต่อการเปลี่ยนค่าพีเอชได้ต่างกันร่วมไปถึงความละเอียดของสารปรับปรุงดิน ดังนั้นจึงควรนำดินไปตรวจทุกๆ 2 ปี และใช้สารปรับปรุงดินตามอัตราแนะนำ กรณีพื้นที่เพาะปลูกไม่มีระบบน้ำ ควรใส่วัสดุปูนในช่วงต้นฤดูฝน ด้วยการโรยวัสดุปูนบางๆ บนดิน ทิ้งไว้อย่างน้อย 2 สัปดาห์ จึงจะใส่ปุ๋ยเคมีได้ ไม่ควรใส่ปุ๋ยเคมีไปพร้อมกับวัสดุปูน เพราะฤทธิ์ด่างของวัสดุปูนจะไปทำปฏิกิริยากับปุ๋ย ทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยไม่ละลายออกมา

รูปที่ 6 วัสดุปรับปรุงดินที่มีฤทธิ์เป็นด่าง : ปูนขาว

7.2 สารปรับปรุงดินชนิดอื่นๆ

ที่เน้นการปรับปรุงทางกายภาพของดิน ทำให้ดินจับตัวกันเป็นก้อน อุ้มน้ำ ไม่แน่นทึบ บางชนิดปลดปล่อยธาตุอาหารได้ไม่มากนัก สารปรับปรุงดินกลุ่มนี้ ได้แก่ ยิปซัม ซีโอไลต์ กรดฮิวมิก เวอร์มิคิวเตอร์ เป็นต้น

1. ยิปซัม

เป็นแร่เกลือจืด มีค่าพีเอชเป็นด่าง แต่ไม่สามารถลบล้างความเป็นกรดของดินได้ มีธาตุแคลเซียม 23% และธาตุกำมะถันสูง 18% เหมาะสำหรับการปรับปรุงดินในการเพาะปลูกไม้ผล เนื่องจากพืชต้องการแคลเซียมและกำมะถันปริมาณมากและยังช่วยลดความเค็มในดินได้

รูปที่ 7 ยิปซัม

2. ซีโอไลต์

เป็นแร่ที่มีความพรุน มีแร่ธาตุซิลิคอน 65% และธาตุอลูมินัม 10% เป็นองค์ประกอบหลัก สามารถดูดซับธาตุอาหารประจุบวกได้สูง นิยมใช้เป็นสารปรับปรุงดินที่มีเนื้อหยาบหรือดินทรายเพื่อช่วยในการดูดซับธาตุอาหาร และช่วยทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพมากขึ้น

รูปที่ 8 ซีโอไลต์

3. เวอร์มิคิวไลต์

เป็นแร่ที่ได้จากการสลายตัวของหิน มีธาตุโพแทสเซียม 5-8% และธาตุแมกนีเซียมเล็กน้อย 9-12% ไม่ละลายน้ำแต่อุ้มน้ำได้ดี มีน้ำหนักเบา นิยมผสมในดินปลูก สารปรับปรุงดินชนิดนี้สามารถนำไปใส่ในดินเหนียวที่มีการระบายน้ำ ระบายอากาศไม่ดี เพื่อให้ดินโปร่งมากขึ้น

รูปที่ 9 เวอร์มิคิวไลต์

4. กรดฮิวมิก

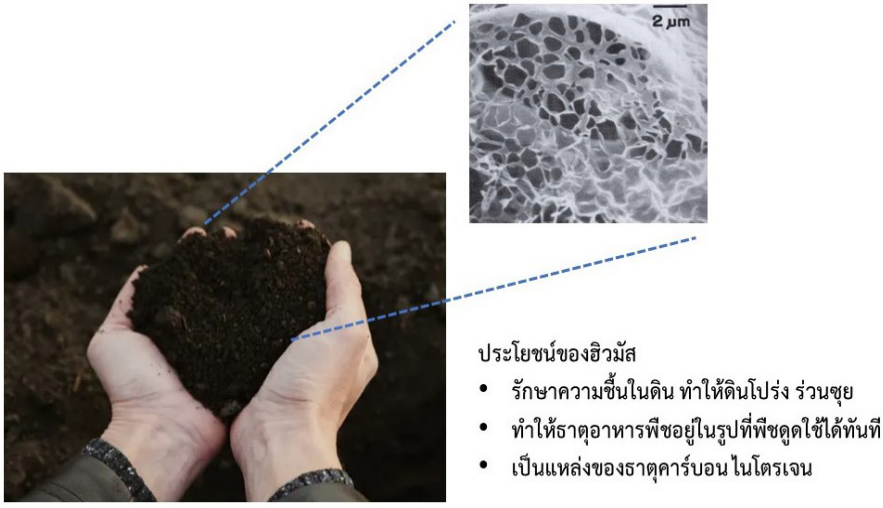
เป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนสกัดได้จากปุ๋ยอินทรีย์ ดินอินทรีย์ (พีท) ถ่านหินลิกไนต์และแร่ลีโอนาไดต์ โดยกรดฮิวมิกที่สกัดได้จากลีโอนาไดต์เป็นกรดฮิวมิกที่มีคุณภาพดีที่สุด มีองค์ประกอบหลักเป็นธาตุคาร์บอน 27% ธาตุไฮโดรเจน 5% และธาตุไนโตรเจน 2% เป็นสารปรับปรุงดินที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารประจุบวกสูงมาก ช่วยแก้ปัญหาดินแน่นทึบ อุ้มน้ำได้ดีขึ้น ช่วยดูดซับธาตุอาหารบางชนิดที่มีมากจนเกินไปในดิน

รูปที่ 10 กรดฮิวมิก

8. วัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์

การเติมอินทรียวัตถุลงดิน เป็นการให้อาหารและพลังงานแก่จุลินทรีย์ดิน เมื่ออินทรียวัตถุเกิดการย่อยสลาย สารประกอบอินทรีย์ต่างๆ และธาตุอาหารพืชจะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในดิน รวมถึงไนโตรเจนในการสลายตัวของเศษซากพืชเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ผลของการสลายตัวดังกล่าวสุดท้ายจะได้สารที่เรียกว่า **“ฮิวมัส” (Humus)** ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนคงทนต่อการสลายตัวสูงจึงสลายตัวได้ช้ามาก มีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ โดยฮิวมัสนั้นมีความสำคัญมากในเรื่องของการเก็บกักธาตุอาหารของพืช สามารถเก็บกักธาตุอาหารที่เป็นเป็นไอออนบวกได้สูง หากเราสามารถสร้างฮิวมัสให้มีปริมาณเยอะได้ ก็จะทำให้ดินสามารถเก็บธาตุอาหารได้มากขึ้น การสูญเสียธาตุอาหารในดินจากการชะล้างของน้ำจะน้อยลง

การสร้างฮิวมัสนั้นทำได้โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน โดยวิธีการคืนเศษซากพืช หรือปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยพืชสดต่างๆ กลับลงไปในดิน



รูปที่ 11 ลักษณะและประโยชน์ของฮิวมัส

อย่างไรก็ตามต้องเลือกชนิดของวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดินด้วย เนื่องจากกระบวนการย่อยสลาย มีองค์ประกอบหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของอินทรียวัตถุ ตำแหน่งของอินทรียวัตถุในดิน ความเป็นกรดด่าง ความชื้นที่เหมาะสมและที่สำคัญที่สุดคือสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เพราะมีความสัมพันธ์กับความยากง่ายในการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ชนิดนั้นๆ วัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย ค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เช่น พืช ตระกูลถั่ว โสนอัฟริกัน โสนอินเดีย ปอเทือง ในขณะที่วัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากจะมีค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง การนำวัสดุอินทรีย์มาใช้ปรับปรุงดินมีความจำเป็นต้องพิจารณาค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ต้องไม่เกิน 20 หรือวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายอย่างสมบูรณ์แล้วเท่านั้น แต่หากใส่วัสดุอินทรีย์ที่ยังย่อยสลายไม่สมบูรณ์จะเกิดปัญหาตามมา คือ กระบวนการย่อยสลายยังคงดำเนินต่อไป ในระหว่างนั้นจะเกิดความร้อนขึ้นและจุลินทรีย์จะดูดใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินไปใช้ในกระบวนการย่อยสลายด้วย ดังนั้น**พืชจะแสดงอาการใบเหลือง เนื่องจากความร้อนในดินและขาดธาตุอาหารชั่วคราว** ดังแสดงในรูปที่ 12

รูปที่ 12 แสดงอาการใบเหลืองของพืช

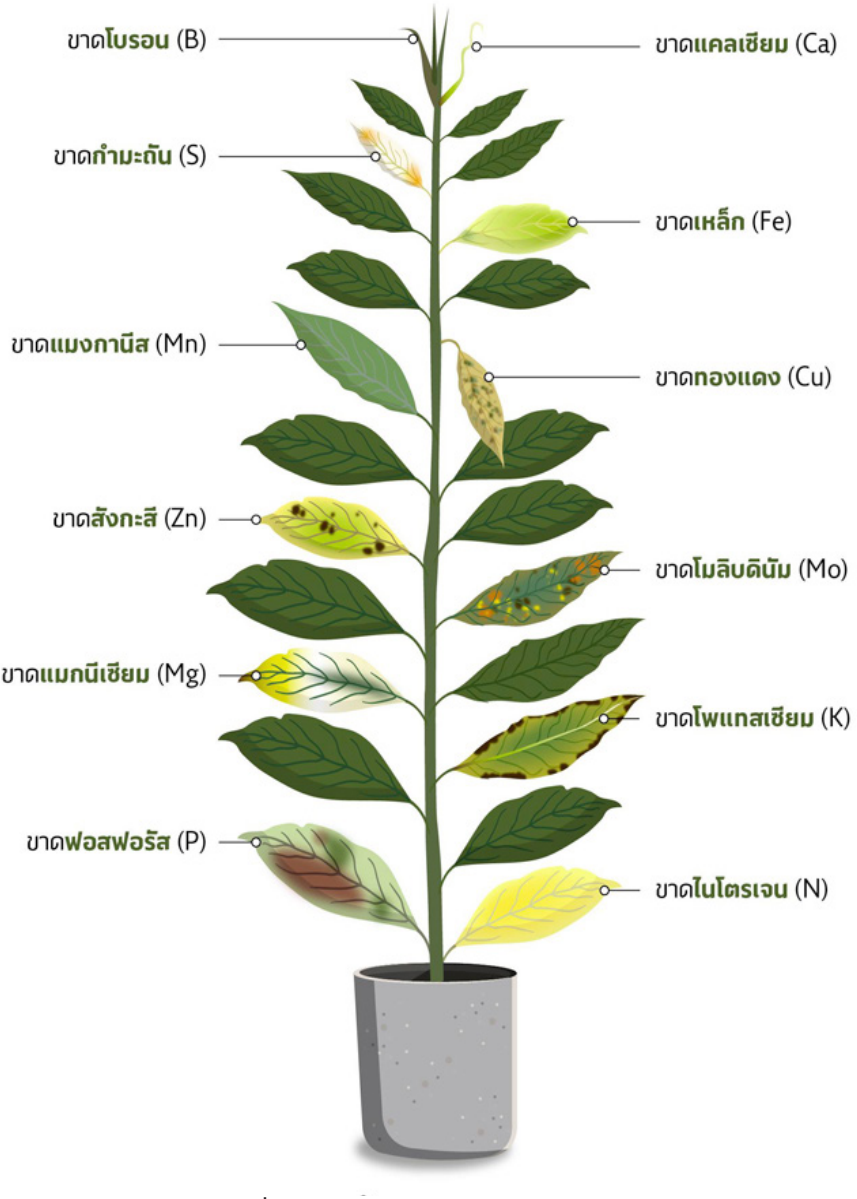
9. การวินิจฉัยความผิดปกติของพืชเบื้องต้น

ปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการมีความแปรปรวนมากขึ้นกับชนิดพืช ระดับของผลผลิตและธาตุอาหารแต่ละชนิด โดยปกติเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอแล้วพืชจะให้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ แต่หากได้รับธาตุอาหารน้อยเกินไปหรือมากจนเกินไปพืชจะแสดงอาการผิดปกติ ความผิดปกติของพืชสามารถเกิดได้ใน 2 ลักษณะ คือ กรณีพืชขาดธาตุอาหาร และกรณีพืชได้รับธาตุอาหารมากเกินไปจนเป็นพิษ

9.1 กรณีพืชขาดธาตุอาหาร

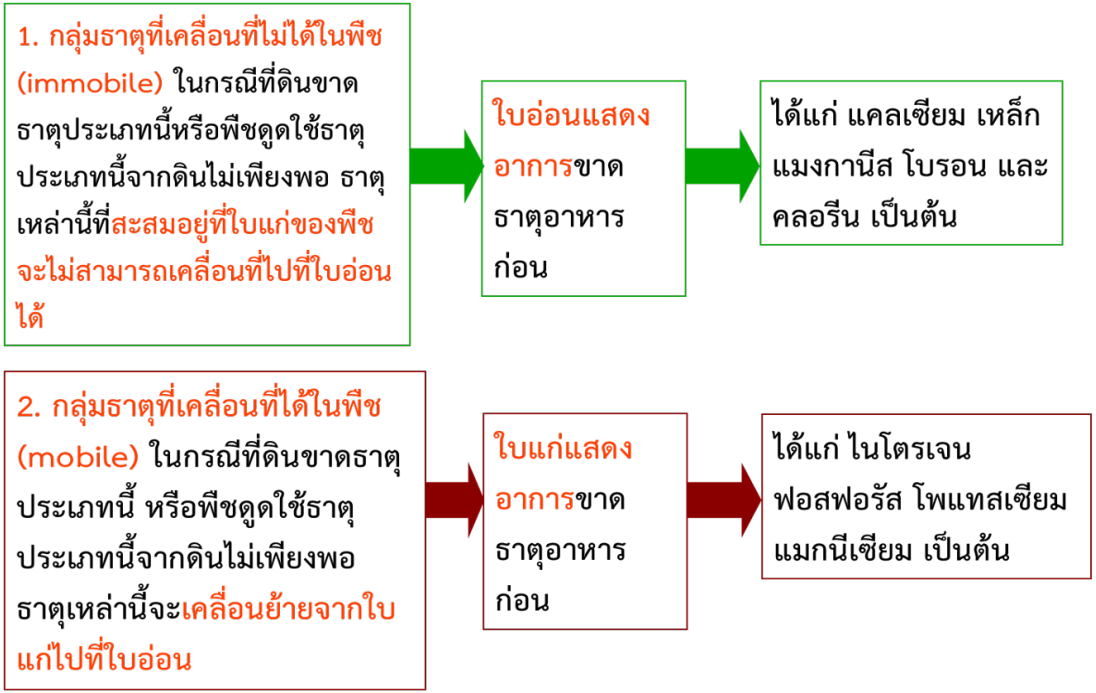
การขาดธาตุอาหารพืชมีโอกาสเกิดขึ้นมากกว่า เนื่องจากดินขาดความอุดมสมบูรณ์และเกษตรกรไม่ได้ตระหนักถึงการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องตามความต้องการของพืชในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต และละเลยการใช้ธาตุอาหารรองและจุลธาตุอาหาร

การสังเกตอาการขาดธาตุอาหารพืชด้วยตาเปล่าในพื้นที่เพาะปลูก (Field Diagnostic) ส่วนใหญ่สังเกตที่ใบและลำต้น เนื่องจากสังเกตได้ง่ายกว่าราก ดังแสดงในรูปที่ 13 และในส่วนของการวินิจฉัยได้แบ่งกลุ่มของธาตุอาหารออกเป็น 2 กลุ่ม ตามความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ในต้นพืช ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 13 ลักษณะการขาดธาตุอาหารของพืช

ขอบคุณรูปภาพจากเว็บไซต์ www.baanlaesuan.com

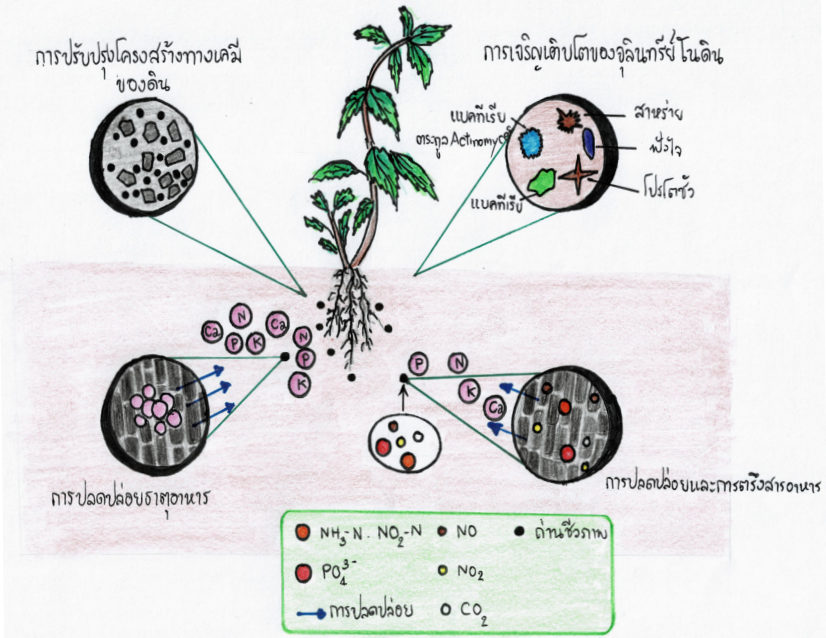


รูปที่ 14 แผนผังการแบ่งกลุ่มของธาตุอาหารพืช

9.2 กรณีพืชได้รับธาตุอาหารมากเกินไป

การได้รับธาตุอาหารพืชที่มากเกินไป นอกจากจะส่งผลต่อพืชโดยตรงแล้ว ยังทำให้เกิดอาการเป็นพิษต่อพืช เช่น อาการใบไหม้ เนื้อเยื่อตายแล้ว ยังส่งผลทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารชนิดอื่นๆ น้อยลง เช่น หากใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมากเกินไปจะทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุสังกะสี เป็นต้น โดยแต่ละธาตุจะส่งผลกระทบต่ออีกธาตุหนึ่ง ดังแสดงในตาราง

ธาตุที่พืชได้รับมากเกินไป	ธาตุที่พืชดูดใช้น้อยลง
ไนโตรเจน	โพแทสเซียม แคลเซียม
โพแทสเซียม	ไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม
ฟอสฟอรัส	สังกะสี เหล็ก ทองแดง
แคลเซียม	โบรอน แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส
แมกนีเซียม	แคลเซียม โพแทสเซียม
เหล็ก	แมงกานีส
แมงกานีส	เหล็ก โมลิบดีนัม แมกนีเซียม
ทองแดง	โมลิบดีนัม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี
สังกะสี	เหล็ก แมงกานีส
โมลิบดีนัม	ทองแดง เหล็ก
โซเดียม	โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม
อลูมินัม	ฟอสฟอรัส
แอมโมเนียมไอออน	แคลเซียม ทองแดง
กำมะถัน	โมลิบดีนัม



ดิน
และ
ธาตุอาหาร
พืช

บทที่ 2

ธาตุอาหารพืช

ในอดีตที่ผ่านมาการให้คำแนะนำในเรื่องการให้ปุ๋ย พบว่ายังไม่ถูกต้องมากนัก เนื่องจากยังไม่มีผลงานวิจัยที่ชัดเจนมาก่อนว่าไม้ผลที่ปลูกในเมืองไทยแต่ละชนิดมีความต้องการธาตุอาหารพืชอย่างไรบ้าง สำหรับการใส่ปุ๋ยไม้ผลทุกชนิดทุกพื้นที่ด้วยสูตรเดียวกัน เช่น ช่วงบำรุงต้น แนะนำให้ใช้ปุ๋ยสูตรเสมอ เช่น ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-16 ช่วงก่อนออกดอกแนะนำให้ใช้ปุ๋ยสูตรที่มีฟอสฟอรัสสูง เช่น 8-24-24 หรือ 9-24-24 ช่วงบำรุงผลแนะนำให้ใช้ปุ๋ยสูตรที่มีโพแทสเซียมสูง เช่น 13-13-21 หรือ 12-12-27+2Mg จากข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการธาตุอาหารพืชได้กล่าวไว้ว่า “พืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกัน ดินปลูกไม้ผลแต่ละแห่งมีองค์ประกอบและสมบัติของดินที่ต่างกันไป” ดังนั้น คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารพืช จึงควรแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งวิธีการที่ตัดสินใจใช้ปุ๋ยหรือจัดการธาตุอาหารพืชอย่างถูกต้องนั้นควรจะมีการตรวจวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อให้ทราบสถานภาพที่แท้จริงว่าดินมีธาตุอาหารแต่ละชนิดมากน้อยแค่ไหน และดินอยู่ในสภาพที่เอื้ออำนวยให้ธาตุอาหารที่มีอยู่เป็นประโยชน์ต่อพืชหรือไม่ แต่การวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่สามารถบอกได้ว่าพืชจะสามารถดูดอาหารไปใช้ได้อย่างสมดุลหรือไม่ ทั้งนี้จึงมีความจำเป็นที่ต้องวิเคราะห์ใบพืชร่วมด้วย

ประเด็นสำคัญที่นักวิจัยทุกรายได้กล่าวไว้ว่า พืชมีความต้องการฟอสฟอรัสในสัดส่วนที่น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียม การที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยในอัตรา 1:1:1 เช่น สูตร 15-15-15 นั้นแสดงว่าใส่ฟอสฟอรัสมากเกินความจำเป็น อีกทั้งในช่วงก่อนออกดอกยังมีการใส่ปุ๋ยสูตรที่มีฟอสฟอรัสสูง เช่น 8-24-24 หรือ 9-24-24 โดยที่ไม่เคยมีผลงานวิจัยใดๆ พิสูจน์มาก่อนว่าฟอสฟอรัสมีบทบาทในการกระตุ้นการออกดอก ซึ่งการใส่ปุ๋ยที่ผิดดังกล่าวนอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองเงินโดยมิใช่เหตุแล้ว ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีมากเกินความจำเป็นและเหลือตกค้างอยู่ในดินเป็นปริมาณมาก ก็จะไปจับกับจุลธาตุทำให้จุลธาตุอยู่ในรูปที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ พืชจึงแสดงอาการขาดจุลธาตุนั้นตามไปด้วย เกษตรกรก็มักจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการให้ปุ๋ยทางใบแทน ส่งผลให้เพิ่มต้นทุนยิ่งขึ้นไปอีก

"จะได้เห็นว่าการจัดการธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและสลับซับซ้อน การจัดการที่ไม่ถูกต้องจะทำให้เกษตรกรสูญเสียเงินซื้อปุ๋ย มีผลเสียต่อสุขภาพและการให้ผลผลิตของพืช อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสมบัติของดินด้วย **ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาที่ดี คือ ควรมีการวิเคราะห์ดินและใบพืช เพื่อนำไปวางแผนใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เรื่องนี้จัดเป็นเรื่องใหม่สำหรับเกษตรกรไทย**"

ความรู้เรื่องธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารที่จัดเป็นธาตุอาหารพืชที่นอกเหนือจากคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ซึ่งได้รับจากอากาศและน้ำแล้ว ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช โดยได้รับจากดินมีจำนวนทั้งหมด 14 ธาตุ แบ่งตามปริมาณที่พืชต้องการออกเป็น 3 กลุ่มธาตุอาหาร ดังนี้

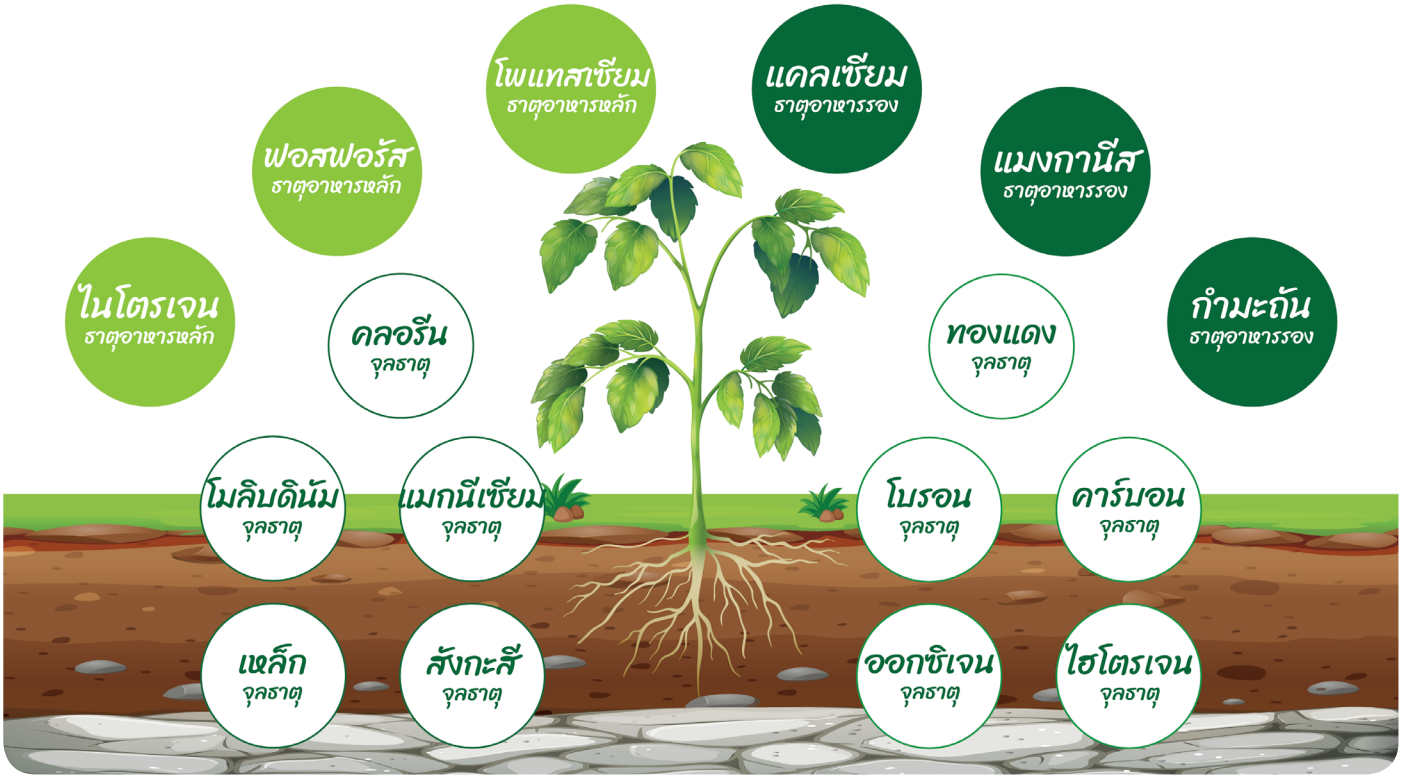
- ธาตุอาหารหลัก (Primary Nutrients) ได้แก่ **ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P)** และ**โพแทสเซียม (K)** เป็นธาตุที่พืชมีความต้องการในปริมาณมาก พืชมักจะขาดแคลนในดินและจะแสดงอาการก่อนการขาดธาตุอาหารชนิดอื่นๆ

- ธาตุอาหารรอง (Secondary Nutrients) ได้แก่ **แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg)** และ**กำมะถัน (S)** เป็นธาตุที่พืชมีความต้องการในปริมาณรองลงมาจากธาตุอาหารหลัก โดยพืชจะแสดงอาการขาดธาตุเหล่านี้รองจากธาตุอาหารหลัก ซึ่งในอดีตพืชมักไม่พบอาการขาดธาตุอาหารในกลุ่มนี้ แต่ในปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยเคมีกันมากขึ้นผนวกกับสภาพดินในพื้นที่สูงส่วนใหญ่มีสภาพเป็นดินกรด ส่งผลให้พืชมีอาการขาดธาตุอาหารรองเป็นส่วนใหญ่

- ธาตุอาหารเสริม : จุลธาตุ (Micro Nutrients) ได้แก่ **โบรอน (B) ทองแดง (Cu) คลอรีน (Cl) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โมลิบดีนัม (Mo) สังกะสี (Zn)** และ**นิกเกิล (Ni)** เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

ในการจำแนกธาตุดังกล่าวนี้ กลุ่มธาตุอาหารหลักพืชต้องการในปริมาณมากและมักพบอาการขาดแคลนในดินทั่วไป ยกเว้นฟอสฟอรัส เนื่องจากพบว่าในเนื้อเยื่อของพืช ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจนและโพแทสเซียม เนื่องจากในกระบวนการเจริญเติบโตของพืชทุกส่วนมีธาตุอาหารหลายธาตุเข้าไปมีบทบาทร่วมกัน ดังนั้นพืชต้องได้รับธาตุอาหารให้ครบถ้วน เพียงพอและปริมาณที่สมดุลกัน

16 ธาตุอาหาร ที่สำคัญสำหรับพืช



1. ธาตุไนโตรเจน (N)

ธาตุไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบของพืชประมาณร้อยละ 18 และปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 80-85 ของไนโตรเจนทั้งหมดที่พบในพืชจะเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ร้อยละ 10 เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิกและร้อยละ 5 เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่ละลายได้ โดยทั่วไปธาตุไนโตรเจนในดินมักขาดมากกว่าธาตุอื่น ดังนั้นหากต้องการให้ไนโตรเจนในดินที่เพียงพอ ควรใส่ธาตุไนโตรเจนลงไปในดินในรูปของปุ๋ย

ธาตุไนโตรเจน มีหน้าที่ช่วยเสริมใบและลำต้นให้มีสีเขียวเข้ม ทำให้พืชเจริญเติบโตและตั้งตัวได้เร็ว ช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นพืชอาหารควบคุม การออกดอกและติดผลของพืช

อาการขาดธาตุไนโตรเจน : ใบจะเหลืองผิดปกติจากใบล่างไปสู่ยอด ลำต้นจะผอม กิ่งก้านลีบเล็กและมีใบน้อย พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นสีเหลืองหรืออาจจะมีสีชมพูเจือปนด้วย จากนั้นปลายใบและขอบใบจะค่อยๆ แห้ง และร่วงจากลำต้น ทำให้พืชจะไม่เจริญเติบโตหรือโตช้ามาก

2. ธาตุฟอสฟอรัส (P)

ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญมากในพืช แต่พืชต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณไม่มากเหมือนกับไนโตรเจนและโพแทสเซียม ถ้าพืชมีฟอสฟอรัสสะสมในใบมากเกินไป พืชมักจะแสดงอาการขาดจุลธาตุ ส่วนการที่มีฟอสฟอรัสในดินมากเกินไป ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยาตกตะกอนกับจุลธาตุ โดยเฉพาะสังกะสี เหล็กและแมงกานีส ทำให้พืชไม่สามารถดูดจุลธาตุเหล่านี้ไปใช้ได้ พืชจึงแสดงอาการขาดจุลธาตุ แม้ว่าจะใส่จุลธาตุเพิ่มให้ทางดินก็จะไม่ได้ผล เพราะจะเกิดการตกตะกอนกับฟอสฟอรัสได้ต่ออีก **วิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือ ต้องลดการใช้ฟอสฟอรัสลง** เกษตรกรมักมีความเชื่อว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะช่วยให้พืชออกดอกและผลแก่เร็ว จึงมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสกันมาก (มากกว่าความต้องการของพืช) และเนื่องจากฟอสฟอรัสสูญหายไปจากดินค่อนข้างยาก จึงพบว่ามีการสะสมฟอสฟอรัสในดินสูงเกินความต้องการของพืช ทำให้เกิดผลเสียตามมาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

ธาตุฟอสฟอรัส มีหน้าที่ช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากแก้ว รากฝอย และรากแขนง โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต ช่วยเร่งให้พืชแก่เร็ว ช่วยเร่งการออกดอก การติดผลและการสร้างเมล็ด ช่วยให้รากดูดโพแทสเซียมจากดินมาใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดี ช่วยให้ลำต้นแข็งแรง

อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส : พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้จะแข็ง แต่เปราะและหักง่าย รากจะเจริญเติบโตช้า ดอกและผลที่ออกมาไม่สมบูรณ์หรือบางครั้งอาจหลุดร่วงไปและมีขนาดเล็ก พืชลำต้นอวบน้ำหรือลำต้นอ่อนๆ จะล้มง่าย ใบแก่จะเปลี่ยนสีหรือพืชบางชนิดใบจะเกิดอาการเป็นสีม่วง

3. ธาตุโพแทสเซียม (K)

ธาตุโพแทสเซียม เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับพืชเหมือนกับธาตุฟอสฟอรัสและธาตุไนโตรเจน พืชจะดูดโพแทสเซียมจากดินในรูปโพแทสเซียมไอออน โพแทสเซียมเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ดีและพบมากในดินทั่วไป แต่ส่วนใหญ่จะรวมตัวกับธาตุอื่นหรือถูกยึดในชั้นดินเหนียว ทำให้พืชนำไปใช้ไม่ได้ การเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมในดินจะเกิดจากการสลายตัวของหินเป็นดินหรือปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ โพแทสเซียมที่เป็นองค์ประกอบของพืช พบมากในส่วนยอดของต้น ปลายราก ตาข้าง ใบอ่อนในใจกลางลำต้นและในท่อลำเลียงอาหาร โดยทั่วไปความต้องการโพแทสเซียมของพืชอยู่ในช่วง 2-5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้ง บทบาทสำคัญของโพแทส--เซียม คือ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ช่วยในกระบวนการสร้างแป้ง ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง ควบคุมศักย์ออสโมซีส ช่วยในการลำเลียงสารอาหาร ช่วยรักษาสมดุลระหว่างกรดและเบส

ธาตุโพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นมากสำหรับพืช เพราะมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต พืชที่ขาดโพแทสเซียมมักจะให้ผลขนาดเล็ก สีผิวไม่สวย รสชาติไม่ดี

อาการขาดธาตุโพแทสเซียม : พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ทำให้ใบแก่มีสีเหลืองซีด โดยเริ่มจากขอบใบและปลายใบ พืชบางชนิดจะพบจุดสีน้ำตาลไหม้กระจายทั่วไปหรือพบจุดสีแดง หรือเหลืองระหว่างใบ ในใบอ่อน ถ้ามีอาการรุนแรงใบจะแห้งและร่วงก่อนเวลา แต่ถ้ามีโพแทสเซียมในดินหรือในใบพืชมากเกินไปก็ส่งผลเสียเช่นกัน ทำให้พืชดูดใช้ธาตุแมกนีเซียมและแคลเซียมลดลง เมื่อมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณมาก แนะนำให้ใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมและแคลเซียมร่วมด้วย นอกจากนี้พบว่าพืชที่ได้รับโพแทสเซียมไม่เพียงพอ ส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสงรวมไปถึงการสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาลลดลง ส่งผลต่อคุณภาพของสี ขนาด น้ำหนัก ความหวานและคุณภาพของผล

4. ธาตุแคลเซียม (Ca)

ธาตุแคลเซียม เป็นธาตุที่พืชนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต ช่วยส่งเสริมการนำธาตุไนโตรเจนจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น จึงมีความจำเป็นมากในระยะออกดอกและระยะที่สร้างเมล็ดพืช เพราะธาตุแคลเซียมจะมีส่วนในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในพืช เพื่อนำไปใช้ในการสร้างผลและเมล็ด ซึ่งแคลเซียมมีหน้าที่ดูแลความแข็งแรงของเนื้อเยื่อพืช เกี่ยวข้องกับการปฏิสนธิ การแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโตของเซลล์

อาการขาดธาตุแคลเซียม : พบมากในบริเวณยอดและปลายราก ยอดอ่อนจะแห้ง ใบจะมีการม้วนงอไปข้างหน้าและขาดเป็นริ้วๆ โดยจะเริ่มที่ใบอ่อนก่อน

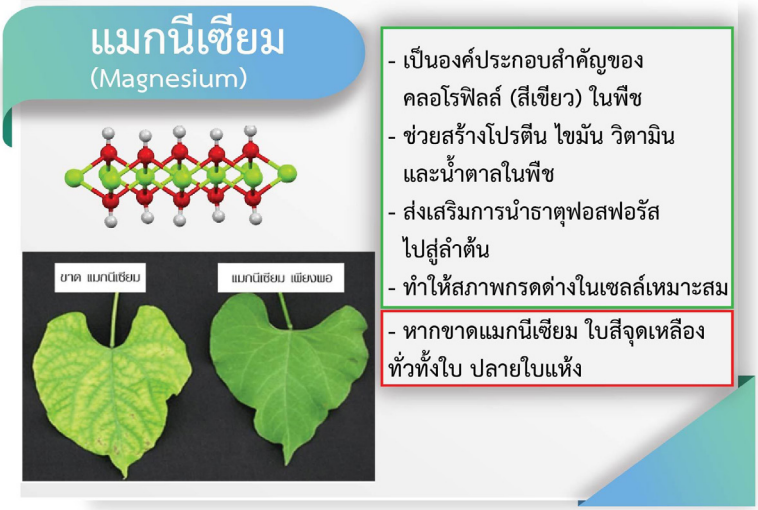
การแก้ไข : โดยการใส่ปูนขาว หินปูนบด หินปูนเผา เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน หรือ การใส่ปุ๋ยคอกบำรุงดิน

5. ธาตุแมกนีเซียม (Mg)

ธาตุแมกนีเซียม เป็นองค์ประกอบของส่วนที่เป็นสีเขียวทั้งในส่วนของใบและส่วนอื่นๆ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างอาหารและโปรตีนพืช

อาการขาดธาตุแมกนีเซียม : ซึ่งสังเกตได้จากใบพืชมีสีเหลืองซีดบริเวณเส้นกลางใบที่อยู่ใกล้กับผล ถ้าหากอาการขาดรุนแรง ใบแก่จะมีอาการมากกว่าใบอ่อน ส่งผลให้ผลผลิตลดน้อยลงและต้นพืชทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด สาเหตุที่พืชขาดธาตุแมกนีเซียมนั้นก็เพราะว่าปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในดินถูกชะล้างลึกลงไปเกินกว่าที่รากพืชจะดึงดูดมาใช้ได้ และการที่มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในดินมากเกินไปก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญ

การแก้ไข : สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสภาพดิน ความเป็นกรด-ด่างของดินให้เหมาะสมต่อการดูดเข้าไปใช้ของพืชและมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่พอเหมาะ ที่สำคัญก็คือการฉีดพ่นทางใบด้วยธาตุอาหารเสริม ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที



6. ธาตุกำมะถัน (S)

ธาตุกำมะถัน มีความจำเป็นต่อการสร้างโปรตีนพืช เป็นองค์ประกอบของวิตามินบางตัวที่มีผลทางอ้อมต่อการสร้างสีเขียวของพืช ช่วยให้เกิดการหายใจและการปรุงอาหารพืช

อาการขาดธาตุกำมะถัน : พืชที่ขาดธาตุกำมะถันลำต้นจะมีสีเขียวอ่อน หรือสีเหลืองคล้ายๆ อาการขาดไนโตรเจน ลำต้นและกิ่งก้านลีบเล็ก ใบมีขนาดเล็กลง ยอดของพืชจะชะงักการเจริญเติบโต อาการจะปรากฏที่ยอดอ่อนก่อน ส่วนใบล่างยังคงปกติ แต่ถ้าอาการรุนแรงใบล่างก็จะมีอาการด้วยเช่นกัน ดินที่มักพบการขาดธาตุกำมะถันคือดินทราย เนื่องจากมีอินทรียวัตถุน้อย

การแก้ไข : ใส่กำมะถันผงโดยตรง หรือการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสด ก็เป็นวิธีการแก้ปัญหาการขาดธาตุกำมะถันในดินได้เช่นกัน แต่ควรระวังในการใส่กำมะถัน หากใส่มากเกินไปจะทำให้ดินเป็นกรดได้

7. ธาตุเหล็ก (Fe)

ธาตุเหล็ก เป็นองค์ประกอบของโปรตีนและมีบทบาทสำคัญในการปรุงอาหารของพืช ช่วยกระตุ้นให้การหายใจและการปรุงอาหารของพืช

อาการขาดธาตุเหล็ก : จะแสดงออกทั้งทางใบและทางผล อาการเริ่มแรกจะสังเกตพบว่าใบอ่อนบริเวณเส้นใบยังคงมีความเขียว แต่พื้นใบจะเริ่มเหลืองซีด ส่วนใบแก่ยังคงมีอาการปกติ ระยะต่อมาใบจะมีสีเหลืองซีดทั้งใบ ขนาดใบจะเล็กลงกว่าปกติและจะร่วงไปก่อนใบแก่เต็มที่ กิ่งแห้งตาย ผลผลิตจะลดลง ขนาดของผลเล็กและผิวไม่สวย ผิวเรียบและเกรียม การขาดธาตุเหล็กยังมีผลต่อการเจริญของยอดอ่อนอีกด้วย

การแก้ไข : ตามปกติช่วงความเป็นกรด-ด่างของดินที่พืชสามารถนำธาตุเหล็กไปใช้ได้คือค่า pH ระหว่าง 5.5-5.6 แต่ถ้าค่า pH ต่ำกว่านี้จะทำให้ปริมาณของธาตุเหล็กมีมากเกินไปจนก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ ดังนั้นควรฉีดพ่นธาตุอาหารเสริมทางใบ เพื่อช่วยลดปัญหาการขาดธาตุเหล็กได้

8. ธาตุทองแดง (Cu)

ธาตุทองแดง หน้าที่ของธาตุทองแดงมีผลต่อพืชโดยอ้อมในการสร้างส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช ช่วยเพิ่มโมเลกุลของคลอโรฟิลล์และป้องกันการถูกทำลายส่วนสีเขียว นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยในพืช ซึ่งมีผลต่อการปรุงอาหารยังส่งผลต่อการเจริญเติบโต การติดดอกออกผล และยังช่วยให้พืชสามารถดูดเอาธาตุเหล็กที่อยู่ในดินนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

อาการขาดธาตุทองแดง : สังเกตได้จากใบพืชจะมีสีเขียวจัดผิดปกติ ต่อมาจะค่อยๆ เหลืองลงๆ โดยแสดงอาการจะยอดลงมาถึงโคน อาการขาดธาตุทองแดงพบมากในเขตดินเปรี้ยว

การแก้ไข : การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอาจช่วยได้ หรือฉีดพ่นด้วยธาตุอาหารเสริมทางใบ ที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ

9. ธาตุสังกะสี (Zn)

ธาตุสังกะสี มีบทบาทและหน้าที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช

อาการขาดธาตุสังกะสี : พืชที่ขาดธาตุสังกะสีจะทำให้ปริมาณฮอร์โมนไอเอเอ (IAA) ที่ตายอดลดลง ทำให้ตายอด ข้อและปล้องไม่ขยาย ใบออกซ้อนกัน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับน้ำย่อยหลายชนิด การสร้างสารอาหารและสังเคราะห์แสง สังกะสีมีผลทางอ้อมในการสร้างส่วนสีเขียว

การแก้ไข : โดยการฉีดพ่นธาตุอาหารเสริมทางใบ ที่มีธาตุสังกะสีเป็นองค์ประกอบ

IAA คือ กรดอินโดล-3-แอซีติก (Indole-3-Acetic Acid: IAA) เป็นฮอร์โมนพืชในกลุ่มออกซิน เป็นของแข็ง ไม่มีสีและเป็นออกซินธรรมชาติที่สำคัญมาก เป็นอนุพันธ์ของ Indole ที่มีหมู่ Carboxymethyl Group (หรือกรดน้ำส้ม)

10. ธาตุแมงกานีส (Mn)

ธาตุแมงกานีส เป็นธาตุนี้มีผลกระทบต่อใบ เนื่องจากมีบทบาทในการสังเคราะห์แสงและเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของน้ำย่อยในต้นพืช อีกทั้งยังควบคุมกิจกรรมของธาตุเหล็กและธาตุไนโตรเจนในต้นพืชอีกด้วย

อาการขาดธาตุแมงกานีส : ใบจะออกสีเหลืองๆ ส่วนเส้นใบจะเขียวอยู่ปกติ โดยเฉพาะใบอ่อนอาจเกิดเป็นจุดขาวๆ หรือจุดเหลืองที่ใบ ต้นโตช้า ใบไม่สมบูรณ์ พุ่มต้นโปร่ง

การแก้ไข : โดยการฉีดพ่นธาตุอาหารเสริมทางใบที่มีธาตุแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ

11. ธาตุโบรอน (B)

ธาตุโบรอน มีหน้าที่ในการดูดดึงธาตุอาหารพืช ช่วยให้พืชดูดเอาธาตุแคลเซียมและไนโตรเจนไปใช้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้พืชใช้ธาตุโพแทสเซียมได้มากขึ้น รวมไปถึงยังช่วยในการสังเคราะห์แสง การย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเพิ่มคุณภาพทั้งรสชาติ ขนาดและน้ำหนักของผล เพิ่มความสามารถในการเจริญเติบโต เพราะโบรอนจะควบคุมการดูดและคายน้ำของพืชในขบวนการปรุงอาหารอีกทางหนึ่ง

อาการขาดธาตุโบรอน : อาการเริ่มแรกคือยอดและใบอ่อน ส่วนที่ยอดและตายอดจะบิดงอ ใบอ่อนบางและโปร่งใสผิดปกติ เส้นกลางใบหนากร้าน และตกกระ มีสารเหนียวๆ ออกมาตามเปลือกของลำต้น กิ่งก้านจะแลดูเหี่ยว ผลเล็กและแข็งผิดปกติ มีเปลือกหน้า บางทีผลแตกเป็นแผลได้ อาการจะเห็นเด่นชัดเมื่อต้นพืชกระทบแล้งหรือขาดน้ำมากๆ ควรทำการปรับปรุงดินอย่าให้เป็นกรด-ด่างมาก และควรฉีดพ่นอาหารเสริมทางใบที่มีองค์ประกอบของโบรอนร่วมด้วย

12. ธาตุโมลิบดินัม (Mo)

ธาตุโมลิบดินัม เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการตรึงธาตุไนโตรเจน ทำให้การทำงานของธาตุไนโตรเจนในพืชสมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้ยังจำเป็นสำหรับกระบวนการสร้างสารสีเขียวและน้ำย่อยภายในพืชบางชนิด ในดินด่างความเป็นประโยชน์ของธาตุโมลิบดินัมต่อพืชมากขึ้น แต่ในดินกรดพืชมักจะแสดงอาการขาดธาตุนี้เสมอ นอกจากนี้ปริมาณธาตุโมลิบดินัมยังขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารพืชบางธาตุในดิน เช่น ธาตุเหล็ก ธาตุอลูมิเนียม ธาตุกำมะถัน เป็นต้น แต่ถ้ามีมากเกินไปก็จะทำให้ความเป็นประโยชน์ของโมลิบดินัมลดลง

อาการขาดธาตุโมลิบดินัม : ใบจะเป็นจุดด่างเป็นดวงๆ ในขณะที่เส้นใบยังเขียวอยู่ ถ้าขาดธาตุนี้รุนแรงใบจะม้วนเข้าข้างใน ลักษณะที่ปลายและขอบใบจะแห้ง ดอกร่วงและผลแคระแกร็นไม่เติบโตเต็มที่ ส่วนใหญ่พืชที่มีอาการขาดธาตุโมลิบดินัม เช่น พืชผัก มักแสดงอาการที่ใบแก่ โดยเป็นจุดด่างเป็นดวงๆ ขณะที่เส้นใบยังเขียว

13. ธาตุคลอรีน (Cl)

ธาตุคอลรีน มีความสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสง มีผลทำให้พืชแก่เร็วขึ้น อาการของพืชที่ขาดธาตุคลอรีนใบจะซีด เหี่ยวและใบสีเหลืองบรอนซ์ แต่ถ้ามีคลอรีนมากจะทำให้ใบแห้งและจะเหลืองก่อนกำหนด

14. ธาตุซิลิกอน (Silicon : Si)

ธาตุซิลิกอน เป็นธาตุที่จำเป็นในการพัฒนาใบ รากและลำต้นที่แข็งแรง ช่วยลดการคายน้ำของพืช ทำให้สามารถทนแล้ง เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ ช่วยให้ผนังเซลล์พืชแข็งแรง ช่วยให้พืชต้านทานโรค แมลงและปลวกดีขึ้น ช่วยในการแตกราก นอกจากนี้ข้าวที่ได้รับซิลิกอนพอเพียงจะมีใบและลำต้นตั้งทำให้การสังเคราะห์แสงดีขึ้นอีกด้วย

สรุปหน้าที่ของธาตุอาหารของพืช

ธาตุอาหารพืช	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญต่อพืช
ไนโตรเจน (N)	- กระตุ้นให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง - เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืช - ช่วยให้พืชมีสีเขียว เร่งการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น
ฟอสฟอรัส (P)	- ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากพืช - ช่วยเร่งการสุกแก่ของพืชให้เร็วขึ้น - เร่งการออกดอก ออกผลและการสร้างเมล็ดพืช - เพิ่มความต้านทานต่อโรคพืช

ธาตุอาหารพืช	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญต่อพืช
โพแทสเซียม (K)	- ช่วยสังเคราะห์แป้งและน้ำตาลในพืช - ควบคุมระบบหายใจและการปิดเปิดปากใบของพืช - ช่วยเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจากใบไปสู่ผลและพืชหัว - ช่วยให้ผลเติบโตเร็วและมีรสชาติดี - ช่วยให้พืชแข็งแรงต้านทานต่อโรคและแมลง
แคลเซียม (Ca)	- เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืชและจำเป็นต่อการแบ่งเซลล์พืช - ช่วยผสมเกสรของพืช - ช่วยให้การงอกรากและใบของพืชได้ดีและเร็ว - ช่วยในการเคลื่อนย้ายแป้ง น้ำตาลและโปรตีนในพืช
แมกนีเซียม (Mg)	- เป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ในพืช - ช่วยสร้างโปรตีน ไขมัน วิตามินและน้ำตาลในพืช - ส่งเสริมการนำธาตุฟอสฟอรัสไปสู่ลำต้น - ทำให้สภาพกรดด่างในเซลล์เหมาะสม
กำมะถัน (S)	- สร้างกรดอะมิโน โปรตีนและวิตามินบีในพืช - ช่วยสร้างสี กลิ่นและน้ำมันในพืช - ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์
เหล็ก (Fe)	- ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ - มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืชให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

ธาตุอาหารพืช	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญต่อพืช
แมงกานีส (Mn)	- ช่วยการสังเคราะห์แสงในใบพืช - กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme) ในต้นพืช
โบรอน (B)	- ส่งเสริมการออกดอกในพืช - ช่วยในการผสมเกสรและการติดผล - ช่วยให้พืชใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและแคลเซียมได้ดียิ่งขึ้น - ช่วยในการเคลื่อนย้ายฮอร์โมนในพืช
โมลิบดินัม (Mo)	- ช่วยพืชสังเคราะห์โปรตีน - ช่วยให้พืชใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนได้ดียิ่งขึ้น
ทองแดง (Cu)	- ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ - กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme) - เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ การใช้โปรตีนและแป้งในพืช
สังกะสี (Zn)	- ช่วยสร้างคลอโรฟิลล์และแป้ง - ช่วยสร้างฮอร์โมนออกซิเจน ทำให้ข้อปล้องของพืชมีขนาดสมบูรณ์
คลอรีน (Cl)	- ช่วยสร้างฮอร์โมนบางชนิดในพืช - ช่วยเพิ่มความสุกแก่ให้กับพืชเร็วขึ้น
ซิลิกอน (Si)	- ช่วยทำให้พืชต้านทานโรค ต้นไม่หักล้มง่าย - เพิ่มผลผลิตในข้าว

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2543). **ธาตุอาหารพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, และชวลิต ฮงประยูร. (2551). **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2547). **สารปรับปรุงดิน** (ออนไลน์). เข้าถึงจาก: http:/www.doae.go.th/pl. เข้าถึงเมื่อ 18 สิงหาคม 2554.

ขอขอบคุณ :

- ข้อมูลรูปภาพพื้นหลังและเวกเตอร์ จากเว็บไซต์ www.freepik.com (Infographic designed by @Freepik)
- ข้อมูลรูปภาพลักษณะการขาดธาตุอาหารของพืช จากเว็บไซต์ www.baanlaesuan.com
- ฟอนต์ Sriracha จากเว็บไซต์ www.fonts.google.com

คำนำชีวภาพ

ชุดคู่มือ
การปรับปรุงบำรุงดินด้วยถ่านชีวภาพ ในพื้นที่พืชไร่และนาข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

ภายใต้โครงการ
การใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม
(Research and Innovation Utilization for Community)
จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
เลขที่ 27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
โทรศัพท์ : 055 411096 ต่อ 1679 มือถือ : 089 7067288
facebook : @scicenter.uru