แนวทางการจัดการดินและธาตุอาหารพืชตระกูลส้มบนพื้นที่สูง

คำนำ

พืชตระกูลส้ม เป็นไม้ผลที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มูลนิธิโครงการหลวงศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกเป็นอาชีพ มีการนำเข้าสายพันธุ์พืชตระกูลส้มจากประเทศญี่ปุ่นและจากแหล่งต่างๆ ในประเทศ เพื่อปลูกทดสอบพันธุ์และการให้ผลผลิตก่อนส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูก โดยเน้นพันธุ์ที่แตกต่างจากพื้นที่ราบและให้ผลผลิตได้ดีบนพื้นที่สูงซึ่งมีอากาศเย็น ปัจจุบันมูลนิธิโครงการหลวงได้คัดเลือกชนิดและพันธุ์ส้มที่มีศักยภาพเพื่อผลิตและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ คัมควัท เกรปฟรุต และเลมอน มีแนวโน้มที่ตลาดมีความต้องการผลผลิตมากขึ้น จึงเป็นไม้ผลที่มีศักยภาพทั้งการผลิตบนพื้นที่สูงและการตลาด

พืชตระกูลส้มเป็นพืชที่ต้องการทั้งธาตุอาหารอย่างเหมาะสมในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต เพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพและเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพดินและสภาพพื้นที่ของแต่ละพื้นที่ โดยที่ปุ๋ยเป็นต้นทุนสำคัญของการทำสวนส้ม คิดเป็นประมาณ 20% ของต้นทุนทั้งหมด เนื่องจากการให้ปุ๋ยจะเน้นให้ปุ๋ยในรูปของปุ๋ยสำเร็จหรือปุ๋ยสูตรต่างๆ ในปริมาณไม่เหมาะสม มากหรือน้อยเกินไป มีการวิเคราะห์ดินก่อนใส่ปุ๋ยน้อยมาก ซึ่งอาจจะมีความเสี่ยงสูงต่อการขาดหรือการได้รับธาตุอาหารในปริมาณมากเกินไปของธาตุอาหารบางชนิด ซึ่งจะส่งผลถึงสมดุลของธาตุอาหาร ทำให้ขาดธาตุอาหารรองและจุลธาตุได้ ทำให้ส้มเกิดอาการต้นโทรมส่งผลให้โรคเข้าทำลายได้ง่ายขึ้นและส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต ตลอดจนต้นทุนค่าปุ๋ยสูงเกินความจำเป็น ดังนั้น การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมจึงต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส้มและธาตุอาหารในดินเพื่อประมาณความต้องการธาตุอาหารในส้ม และเป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตส้มบนพื้นที่สูง

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

ส้มบนพื้นที่สูง 06

ดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืช 08

ธาตุอาหารพืช 12

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปุ๋ย 14

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน 16

แนวทางการจัดการธาตุอาหาร
สำหรับพืชตระกูลส้ม 24

ความต้องการธาตุอาหารและ
แนวทางการจัดการปุ๋ยพืชตระกูลส้ม 26

การวิเคราะห์พืช 30

การใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพ 32

การให้ปุ๋ยอินทรีย์ และการจัดการเศษวัชพืชในสวนไม้ผล 35

ส้ม บนพื้นที่สูง

พืชตระกูลส้ม (*Citrus spp.*) เป็นไม้ผลที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่มูลนิธิโครงการหลวงศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกเป็นอาชีพ โดยได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ดร.วิทยา สุริยาภณานนท์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้นำเข้าสายพันธุ์พืชตระกูลส้มจากประเทศญี่ปุ่นและจากแหล่งต่างๆ ในประเทศ และได้ดำเนินการต่อเนื่องโดยมูลนิธิโครงการหลวงเพื่อปลูกทดสอบพันธุ์และการให้ผลผลิตก่อนส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูก โดยเน้นพันธุ์ที่แตกต่างจากพื้นราบและให้ผลผลิตได้ดีบนพื้นที่สูงซึ่งมีอากาศที่เย็น ปัจจุบันมูลนิธิโครงการหลวงได้คัดเลือกชนิดและพันธุ์ส้มที่มีศักยภาพเพื่อผลิตและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ เลมอน เกรปฟรุต และคัมควัท

คัมควัท (Kumquat :ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus japonica* Thunb.) หรือที่คนไทยรู้จักกันในชื่อ ส้มจี๊ด หรือกิมจ๊อ เป็นพืชท้องถิ่นในประเทศจีน แล้วจึงแพร่กระจายพันธุ์ไปญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลี เป็นไม้พุ่ม ผลมีลักษณะเหมือนผลส้มทั่วไป แต่จะมีขนาดเล็กมีทั้งกลมและรี เป็นส้มที่สามารถกินได้ทั้งเปลือก นำมาใช้ปรุงแยม แช่อิ่ม เชื่อม ชาส้มจี๊ด หรือนำเปลือกไปดองเค็มที่เรียกว่า “กิมจ๊อ“ เปลือกผลสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการทำน้ำมันหอมระเหย และสามารถปลูกเป็นไม้ประดับได้อีกด้วย

เลมอน (Lemon:ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus limon* (L.) Osbeck) หรือที่เรียกกันว่า มะนาวฝรั่ง เป็นไม้พุ่ม มีหนามเฉพาะปลายยอด เมื่อขยี้ใบจะได้กลิ่นหอมแรง ผลสุกเป็นสีเหลือง เนื้อในฉ่ำน้ำ นิยมนำมาแปรรูปเป็นน้ำเลมอน มีการนำเลมอนมาสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย มีการใช้เปลือกเป็นส่วนประกอบในการทำอาหารหรือของหวาน

เกรปฟรุต (Grapefruit: ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus paradisi* เป็นผลไม้กึ่งเขตร้อนที่จัดอยู่ในสกุลส้ม (Citrus) เป็นผลไม้ที่มีรสหวานอมเปรี้ยวถึงเปรี้ยวจัด มีรสฝาดปน มีขนาดผลใหญ่กว่า คัมควัทและเลมอน นิยมนำแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ เพราะมีสีสวยงามน่าบริโภค

โดยพืชตระกูลส้มทั้ง 3 ชนิด มีผลผลิตที่จำหน่ายผ่านฝ่ายตลาดของมูลนิธิโครงการหลวง โดยเฉลี่ยปีละประมาณ 8-10 ตัน และมีแนวโน้มที่ตลาดมีความต้องการผลผลิตมากขึ้น ซึ่งพืชตระกูลส้ม เป็นพืชที่ต้องการทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองอย่างเหมาะสมในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต ทั้งนี้ต้องมีการจัดการดิน การปรับปรุงดินให้เหมาะสม รวมทั้งการใส่ปุ๋ย เพื่อส่งผลต่อปริมาณคุณภาพของผลผลิต ในต้นทุนที่เหมาะสม โดยอาศัยการจัดการดินและการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ

ดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืช

ดิน เกิดจากการสลายตัวผุพังของอนินทรีย์สาร ได้แก่ หิน และแร่ กับอินทรีย์สาร ได้แก่ ซากพืชซากสัตว์ ผสมคลุกเคล้ากันอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน ช่วยค้ำจุนและเป็นแหล่งอาหารของพืช

ส่วนประกอบของดิน

ดินในแต่ละพื้นที่จะมีส่วนประกอบ 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. อนินทรียวัตถุ เป็นส่วนที่ได้จากการสลายตัวผุพังของหินและแร่ อันเป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารพืชและควบคุมโครงสร้างของดิน

2. อินทรียวัตถุ เป็นส่วนที่เน่าเปื่อยผุพัง หรือเกิดจากการสลายตัวของเศษพืช อันเป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารพืช ให้พลังงานแก่จุลินทรีย์ดิน และควบคุมสมบัติทางกายภาพของดิน และจุลินทรีย์ดิน

3. อากาศ เป็นส่วนของก๊าซต่าง ๆ ที่อยู่ในช่องว่างระหว่างก้อนดินหรืออนุภาคดิน

4. น้ำ เป็นส่วนของน้ำที่พบอยู่ในช่องว่างของดินหรืออนุภาคของดิน

ดิน ในอุดมคติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ควรมีส่วนประกอบของอนินทรียวัตถุหรือแร่ธาตุร้อยละ 45 น้ำหรือสารละลายร้อยละ 25 อากาศร้อยละ 25 และอินทรียวัตถุร้อยละ 5

ลักษณะดินบนพื้นที่สูง

ทรัพยากรดินในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวงมีการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใน 6 ลักษณะ ได้แก่ พืชผัก ไม้ผล พืชไร่ ข้าวนาน้ำขัง ไม้ดอกไม้ประดับ ไม้ยืนต้น มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำของกรมพัฒนาที่ดิน ได้แก่ ตะพักขั้นบันได ปลูกพืชตามแนวระดับ ปลูกพืชหมุนเวียน ปลูกพืชเป็นแถบ ส่วนใหญ่วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัตถุตกค้างและเศษหินเชิงเขาของ หินแกรนิต หินพาราไนส์ หินแกรโนไดโอไรต์ (อินทนนท์ แม่หลอด หมอกจ๋าม หนองหอย) หินดินดาน หินฟิลไลต์ หินปูนหินแกรนิต หินพาราไนส์ (แม่สาใหม่ แม่แพะ ทุ่งเริง ทุ่งเรา) และ หินดินดาน หินฟิลไลต์ หินกรวดมน หินตะกอนเนื้อปูน ตะกอนน้ำพาเก่า (ห้วยเสี้ยว พระบาทห้วยต้ม) ทรัพยากรดินมีพัฒนาการสูง หน้าตัดดินลึกถึงลึกมาก มีเนื้อดินปานกลางถึงเนื้อดินละเอียด ได้แก่ ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทราย และดินเหนียว พบมีการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่างอย่างชัดเจน ชนิดแร่ดินเหนียวที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ เคโอลิไนต์ กิบบ์ไซต์ และเซสควิออกไซด์ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มแร่ดินเหนียวกิจกรรมต่ำ ความหนาแน่นรวมของดินบนและดินล่างต่ำถึงปานกลาง ความพรุนรวมของดินร้อยละ 30-60 ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินร้อยละ15-30 โดยมวล ความคงทนของเม็ดดินไม่ดี โดยเม็ดดินจัดอยู่ใน กลุ่ม small macro aggregates และ large macro aggregates และสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินบนปานกลางถึงเร็วมาก แต่ในดินล่างช้าถึงช้ามาก ทำให้ชั้นดินตอนบน

เกิดสภาพดินอิ่มตัวด้วยน้ำค่อนข้างเร็ว ดังนั้นในเขตพื้นที่ลาดชันสูงจึงเกิดการกร่อนดินและเกิดสภาพดินคืบได้ง่ายเมื่อมีฝนตกหนักติดต่อกัน สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชของทรัพยากรดินในแปลงเกษตรกรรมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงถึงสูงมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงกรดรุนแรงมาก (pH 4.0-6.5) ส่วนใหญ่สภาพความเป็นกรดของดินเกิดจากประจุเหล็กและประจุอะลูมินัม ทรัพยากรดินมีสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงสูงมาก โดยปริมาณโพแทสเซียมและแมงกานีสสูงถึงสูงมาก แคลเซียมต่ำ เหล็กปานกลางถึงสูงมาก แมกนีเซียมต่ำถึงสูง ฟอสฟอรัส สังกะสี ทองแดงปานกลางถึงต่ำมาก และโบรอนต่ำถึงต่ำมาก โดยทั่วไปในแปลงปลูกพืชผักและไม้ผลมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปริมาณสูงมากเกินไป อันเป็นผลเนื่องจากเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูงและติดต่อกันนานหลายปี ทำให้เกิดการแก่งแย่งและลดความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็ก สังกะสี และแมกนีเซียม ส่งผลให้พืชที่ปลูกเกิดการขาดธาตุอาหารพืชดังกล่าวได้ง่าย ทั้งนี้พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการจัดการดินอย่างไม่เหมาะสมและมีการกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการฉีดพ่นสารละลายเกลือแกง นอกจากนี้การใส่ปูนโดโลไมต์ด้วยวิธีการหว่านบนผิวดินเพื่อปรับสภาพกรดของดิน สภาพดินเนื้อปูน และน้ำชลประทานซึ่งมีสารประกอบคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาดินเป็นสภาพด่างจัด ทำให้พืชที่ปลูกเกิดการขาดจุลธาตุในบางช่วงเวลาของรอบปี ได้แก่ ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส และโบรอน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไม้ผล พืชผัก และพืชไม้ดอก

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมายถึง ความมากน้อยของธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ธาตุอาหารแต่ละธาตุที่มีอยู่ในดินนั้นพืชจะไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด พืชจะนำไปใช้เฉพาะส่วนที่ละลายได้เท่านั้น การปลูกพืชในดินดีหรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงย่อมให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีกว่าที่ปลูกในดินเลวหรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงนั้น หมายถึง ดินที่สามารถให้ธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืชได้อย่างครบทุกธาตุอย่างเพียงพอ ได้แก่ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน และจุลธาตุอาหาร เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน เป็นต้น นอกจากปริมาณธาตุอาหารในดินแล้ว สมบัติด้านอื่นของดินก็มีความสำคัญ เช่น อินทรียวัตถุของดิน และลักษณะทางกายภาพ เช่น เนื้อดิน จะส่งผลถึงความแน่นทึบ ความอุ้มน้ำ และการระบายน้ำ ระบายอากาศของดินว่าดีหรือไม่

ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินตามธรรมชาตินั้นมาจากส่วนประกอบของดิน 2 แหล่งด้วยกัน คือ

1. อินทรียวัตถุในดิน ซึ่งสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ออกมา

2. อนินทรีย์สารซึ่งผุพังมาจากหินและแร่ต่างๆ ส่วนนี้เป็นองค์ประกอบหลักของดินทั่วไป เมื่อแร่เหล่านี้สลายก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นส่วนประกอบในแร่นั้นออกมา ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงขึ้นอยู่กับชนิดของหินแร่ที่เป็นต้นกำเนิดของดินนั้น ดินที่เป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายจะมีปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่าดินเหนียว เนื่องจากส่วนใหญ่เกิดมาจากหินและแร่ที่มีธาตุอาหารน้อยกว่า นอกจากนี้ดินที่มีอินทรียวัตถุสูง จะเป็นดินที่มีลักษณะทางกายภาพดี ให้ธาตุอาหารอย่างครบถ้วน ซึ่งธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติจะเริ่มลดน้อยลงเมื่อเรามีการนำผลผลิต ออกนอกพื้นที่หรือเพื่อจำหน่ายมากยิ่งขึ้น ส่งผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ชาวสวนจำเป็นต้องเข้าใจการจัดการดินธาตุอาหารที่เหมาะสมจึงจะทำให้พืชตระกูลส้มให้ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพในระยะยาวได้

ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืช หมายถึง ธาตุที่พืชต้องการเพื่อดำรงชีพ ธาตุเหล่านั้นมีบทบาทในกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) อย่างเฉพาะเจาะจงในพืช ไม่มีธาตุอื่นใดทำหน้าที่แทนได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อพืชขาดธาตุอาหารใดธาตุหนึ่งจะชะงักการเจริญเติบโต มีอาการผิดปกติอันเป็นลักษณะเฉพาะและอาจฟื้นตัวได้เมื่อได้รับปุ๋ยซึ่งมีธาตุนั้นจนเพียงพอ โดยหน้าที่ของธาตุอาหารพืชนั้นสรุปไว้ในตารางที่ 1

การให้ธาตุอาหารแก่พืชจะมีการตอบสนองของพืชในระดับต่างๆ ตามปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับ ดังนี้

ระดับการขาดธาตุอาหาร (Nutrient deficiency) หมายถึง การที่พืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอยู่ในระดับที่ขาดแคลน ผลที่ตามมาคือทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก พืชจะแสดงอาการขาดให้เห็นซึ่งลักษณะอาการขาดนี้อาจจะแสดงให้เห็นชัดเจนมากน้อยแล้วแต่ปริมาณที่พืชได้รับ ในกรณีที่พืชได้รับในระดับที่ขาดแคลนมากอาจจะทำให้ตาย

ระดับที่พืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ (Insufficient) หมายถึงพืชได้รับธาตุอาหารในระดับที่ต่ำกว่าระดับความต้องการที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือในระดับที่ก่อให้เกิดความไม่สมดุลกับธาตุอาหารอื่น ๆ มีผลทำให้พืชมีการเจริญเติบโตช้าลง ให้ผลผลิตน้อยลง ในกรณีเช่นนี้พืชอาจจะไม่แสดงอาการขาดธาตุอาหารออกมาให้เห็น

ระดับเป็นพิษ (Toxic) หมายถึงพืชได้รับธาตุอาหารหรือธาตุใด ๆ ก็ตามในระดับที่สูงเกินความต้องการมาก จนมีผลทำให้พืชพืชลดการเจริญเติบโต ในกรณีที่พืชได้รับในระดับสูงมากพืชจะแสดงอาการออกมาให้เห็น หรืออาจทำให้พืชตายได้

ระดับมากเกินพอ (Excessive) หมายถึง พืชได้รับธาตุอาหารมากเกินความต้องการ จนมีผลทำให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดการขาดธาตุอาหารอื่น

ตารางที่ 1 หน้าที่สำคัญของธาตุอาหาร

ธาตุ	หน้าที่สำคัญ
ไนโตรเจน	เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ และเอนไซม์ในพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ และกิ่งก้าน
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช เป็นองค์ประกอบของสารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่างๆ เช่น การสังเคราะห์แสงและการหายใจ
โพแทสเซียม	ช่วยสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลจากใบไปยังผล ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว พืชแข็งแรง มีความต้านทานต่อโรคบางชนิด
แคลเซียม	เป็นองค์ประกอบในสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ดและช่วยให้เอนไซม์บางชนิดทำงานได้ดี
แมกนีเซียม	เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไขมัน และน้ำตาล
กำมะถัน	เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีนและวิตามิน
โบรอน	ช่วยในการออกดอกและการผสมเกสรมีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์
ทองแดง	ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้งกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด
คลอรีน	มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช
เหล็ก	ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ
สังกะสี	เกี่ยวกับการสร้างฮอร์โมน เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด การสร้างโปรตีน

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปุ๋ย

ปุ๋ย คือ วัสดุที่มีธาตุอาหารพืชเป็นส่วนประกอบ หรือสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดธาตุอาหารพืชเมื่อใส่ลงไปในดินแล้วปลดปล่อยหรือสังเคราะห์ธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืช แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ

1. ปุ๋ยเคมี คือ สารประกอบอนินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารพืช เป็นสารประกอบที่ผ่านกระบวนการผลิตทางเคมี เมื่อใส่ลงไปในดินที่มีความชื้นที่เหมาะสม ปุ๋ยเคมีจะละลายให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว

ปุ๋ยเคมีแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ย คือ ปุ๋ยที่มีธาตุอาหาร คือ ไนโตรเจน (N) หรือ ฟอสฟอรัส (P) หรือ โพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบอยู่หนึ่งหรือสองธาตุแล้วแต่ชนิดของสารประกอบที่เป็นแม่ปุ๋ยนั้น ๆ มีปริมาณของธาตุอาหารที่คงที่ และมีความเข้มข้นสูง มักนำมาใช้ผสมเป็นปุ๋ยสูตรต่าง ๆ ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

1.2 ปุ๋ยผสม ได้แก่ ปุ๋ยที่มีการนำเอาแม่ปุ๋ยหลายชนิดมาผสมรวมกัน เพื่อให้ปุ๋ยที่ผสมได้มีปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหาร N P และ K ตามที่ต้องการเพื่อให้ได้ปุ๋ยที่เหมาะที่จะใช้กับพืชและดินที่แตกต่างกัน

2. ปุ๋ยอินทรีย์ คือ สารประกอบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ผ่านกระบวนการผลิตทางธรรมชาติ ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี ทำให้รากพืชซอนไซไปหาธาตุอาหารได้ง่ายขึ้น

ปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณธาตุอาหารน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี และธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ พืชไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดินก่อน แล้วจึงปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในรูปสารประกอบอินทรีย์ พืชจึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ปุ๋ยอินทรีย์ มี 3 ประเภท ได้แก่

2.1 ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์ เช่น โค กระบือ สุกร เป็ด ไก่ และห่าน โดยอาจจะใช้ในรูปปุ๋ยคอกแบบแห้ง หรือนำไปหมักให้เกิดการย่อยสลายก่อนแล้วค่อยนำไปใช้

2.2 ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งได้จากการนำชิ้นส่วนของพืช วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น หญ้าแห้ง ใบไม้ ฟางข้าว ซังข้าวโพด กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบจากโรงสีข้าว ขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้ เป็นต้น มาหมักในรูปของการกองซ้อนกันบนพื้นดิน หรืออยู่ในหลุม เพื่อให้ผ่านกระบวนการย่อยสลายให้เน่าเปื่อย โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

2.3 ปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งได้จากการไถกลบต้น ใบและส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วในระยะช่วงออกดอกจนถึงดอกบานเต็มที่ ซึ่งเป็นช่วงที่มีธาตุไนโตรเจนในลำต้นสูงสุด แล้วปล่อยไว้ให้เน่าเปื่อยผุพัง ย่อยสลายเป็นอาหารแก่พืชที่จะปลูกตามมา พืชตระกูลถั่วที่ควรใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วลาย ปอเทือง ถั่วขอ ถั่วแปป และโสน เป็นต้น ปุ๋ยพืชสด นอกจากจะให้ธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักแก่พืชแล้ว ยังให้ธาตุอาหารรองอื่น ๆ ที่จำเป็นแก่พืชด้วย

3. ปุ๋ยชีวภาพ คือ ปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่และมีคุณสมบัติพิเศษสามารถสังเคราะห์สารประกอบธาตุอาหารพืชได้เองหรือสามารถเปลี่ยนธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ให้มาอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ปุ๋ยชีวภาพแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 กลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถสังเคราะห์สารประกอบอาหารพืชไนโตรเจนได้เอง ได้แก่ ไรโซเบียมที่อยู่ในปมรากพืชตระกูลถั่ว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อยู่ในโพรงใบของแหนแดง และยังมีจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินอย่างอิสระอีกมาก ที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้แก่พืชได้เช่นกัน

3.2 กลุ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยทำให้ธาตุอาหารพืชในดิน ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด เช่น ไมคอร์ไรซาที่ช่วยให้ฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่ในดินละลายออกมาในรูปที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นต้น

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การผลิตพืชให้ผลผลิตดีอย่างต่อเนื่อง จะต้องรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน หากดินขาดธาตุอาหารก็เพิ่มเติมธาตุอาหารลงไปให้กับพืชตะกูลส้มโดยการใส่ปุ๋ย แต่ถ้าไม่มีการจัดการปุ๋ยที่ดีพอจะส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตและอาจเริ่มแสดงอาการขาดธาตุอาหารออกมา ***ดังนั้นควรต้องมีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพื่อจะทำให้ทราบว่าดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์เพียงใด มีปริมาณธาตุอาหารอยู่เท่าใด*** โดยที่ การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมายถึง กระบวนการตรวจสอบหรือประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในลักษณะของปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ตลอดจนสมบัติของดินที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินซึ่งการนำข้อมูลจากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนี้ไปปรับปรุงดินโดยวิธีการต่างๆ เพื่อทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ทั้งปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารพืช ตลอดจนความเหมาะสมของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

สัดส่วนของธาตุอาหารพืชในดิน หมายถึง ปริมาณของธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินที่มีอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ถ้าหากปริมาณของธาตุอาหารพืชในดินมีเพียงพอและมีสัดส่วนที่เหมาะสม พืชจะเจริญเติบโตและสามารถให้ผลผลิตที่ดีได้ แต่ถ้าหากมีธาตุอาหารบางชนิดมากหรือน้อยเกินไปจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชผิดปกติไป ในกรณีที่มีธาตุอาหารบางชนิดมากเกินไปอาจจะเป็นพิษต่อพืช (Toxicity) หรือถ้ามีน้อยเกินไปอาจจะทำให้เกิดการขาดแคลนธาตุอาหารพืชชนิดนั้นๆ (Deficiency) ดังนั้นระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงเกี่ยวข้องกับปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารในดินตลอดจนสมบัติของดินด้านอื่นๆ ที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินด้วย แนวทางการพิจารณาการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินเบื้องต้น แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการพิจารณาการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินเบื้องต้น

การประเมิน	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน		
	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
การเจริญเติบโตของพืชคุณภาพและปริมาณผลผลิตพืช	โตช้า มีอาการผิดปกติ หรือตายผลผลิตต่ำมาก หรือไม่ได้ผลผลิต	การเจริญเติบโตปานกลางผลผลิตค่อนข้างต่ำ	เจริญเติบโตดีผลผลิตสูง
ธาตุอาหารแต่ละธาตุที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์	มีน้อยเกินไปถึงขาดแคลนมาก การเปลี่ยนแปลงจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์มาเป็นประโยชน์แก่พืชช้าเกินไป	มีปานกลาง ไม่ขาดแคลนนัก ดินชดเชยธาตุอาหารแก่พืชได้ในอัตราที่เกือบจะเพียงพอแก่พืช	ทุกธาตุมีเพียงพอและดินชดเชยธาตุอาหารแก่พืชได้เร็วและเพียงพอ
ธาตุอาหารที่เข้าข่ายขาดแคลนและสมดุลของธาตุอาหาร	อาจขาดแคลนหลายธาตุหรือบางธาตุมีมากแต่บางธาตุมีน้อยเกินไปจึงไม่สมดุล	อาจขาดแคลนเพียง 1 ธาตุ และขาดแคลนไม่มากนักอาจมีปัญหาด้านความสมดุลของธาตุอาหารในดินบ้าง	ดินมีธาตุอาหารเพียงพอและสมดุลกัน
ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช	มีต่ำมาก	ค่อนข้างต่ำ	อยู่ในขั้นเพียงพอ
ปริมาณปุ๋ยแต่ละชนิดที่ต้องใช้ เพื่อให้พืชได้รับธาตุเหล่านั้นอย่างเพียงพอ	ต้องใช้ปุ๋ยมาก	ใช้ปุ๋ยไม่มาก	ใช้เพียงเล็กน้อยเพื่อชดเชยส่วนที่ติดไปกับพืชที่สูญหายไประหว่างฤดูปลูก
ปัญหาอื่นๆ ที่อาจพบ	ดินเป็นกรดหรือด่างจัดเป็นดินเค็มหรือดินโซดิก มีกษัยการของดินอย่างรุนแรง หรือมีธาตุอาหารที่เป็นพิษในดิน	ดินเป็นกรดหรือด่างปานกลาง เป็นดินเค็มหรือดินโซดิกอย่างอ่อน อาจมีกษัยการของดินบ้างและมีธาตุอาหารที่เป็นพิษในดินไม่มากนัก	ดินไม่มีปัญหาใดๆ

การวิเคราะห์ดิน

การวิเคราะห์ดิน เป็นการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ทำได้โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณทรงพุ่มพืชตระกูลส้ม ส่งให้กับหน่วยงานที่มีบริการวิเคราะห์ดิน ปัจจุบันมีหน่วยงานการศึกษาหลายแห่งที่ให้บริการด้านนี้ อาจจะต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายเพราะการวิเคราะห์ต้องอาศัยเครื่องมือและสารเคมีที่มีราคาแพง แต่เมื่อเทียบกับผลที่จะได้รับนั้น ถือว่าคุ้มค่า เพราะสามารถที่จะให้ธาตุอาหารที่เหมาะสมแก่พืช ซึ่งหากปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณมากแล้ว อาจไม่จำเป็นต้องให้ปุ๋ยชนิดนั้นเลยก็ได้ และหากดินมีสภาพความเป็นกรดด่างไม่เหมาะสมก็จะมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารได้

การเก็บตัวอย่างดิน

หลักสำคัญของการเก็บตัวอย่างดิน

1.เก็บตัวอย่างดินจากบริเวณขอบของทรงพุ่มรอบต้น

2.เครื่องมือที่ใช้ขุดดิน และภาชนะบรรจุตัวอย่างดินจะต้องสะอาด ไม่มีดิน ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง หรือผงสกปรกอื่นๆ ติดอยู่ เพราะจะไปปนเปื้อนกับตัวอย่างดิน

3.จุดที่จะเก็บตัวอย่างดิน ให้หลีกเลี่ยงบริเวณ กองปุ๋ยเก่า กองปูนเก่า หรือกองปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักเก่า หากต้นพืชตระกูลส้มในสวนมีอาการแตกต่างกันให้แยกเก็บคนละตัวอย่าง เป็นต้น

อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน

1.เครื่องมือสำหรับขุดตัวอย่างดินเช่น จอบ เสียม พลั่วหรืออุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินโดยเฉพาะ

2. ภาชนะสำหรับรวบรวมตัวอย่างดิน เช่น ถังพลาสติก หรือกะละมัง

3.ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุตัวอย่างดินได้ประมาณครึ่งกิโลกรัมเพื่อส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์

วิธีเก็บดิน

การเก็บตัวอย่างดินไม่ควรเก็บขณะที่ดินแฉะหรือมีความชื้นมากเกินไป ในกรณีของสวนไม้ผลควรเก็บตัวอย่างหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วทุก 1-2 ปี โดยเก็บตัวอย่างรอบทรงพุ่มทั้ง 4 ทิศใต้ทรงพุ่ม 3-4 จุดต่อต้น(ภาพที่1) ควรใช้สว่านเจาะดินเพื่อสะดวกในการเก็บให้ได้ตัวอย่างดินตามระดับความลึกที่ต้องการ แต่หากไม่มีสว่านเจาะดินก็สามารถใช้จอบและพลั่วแทนได้ โดยใช้จอบ เสียม หรือพลั่ว ให้เป็นรูปตัววี (V) ลึก 20-30 เซนติเมตรดังภาพที่ 3 หลังจากนั้นใช้พลั่วจอบหรือเสียมแซะดินด้านข้างของหลุมหนา ประมาณ 3-5 เซนติเมตร จากปากหลุมให้ขนานกับรูปตัววี (V) ที่ขุดไว้ จนถึงก้นหลุมแล้วงัดขึ้นให้หน้าดินติดมากับพลั่วหรือเสียม ใช้มีดตัดดินบนพลั่ว หรือเสียมออกทั้ง 2 ข้าง เหลือไว้เฉพาะดินตรงกลางกว้างประมาณ 5 เซนติเมตร (ภาพที่ 4) เก็บใส่ถังพลาสติก หลังจากนั้นคลุกเคล้าให้ดีดังภาพที่ 5 นำตัวอย่างดินที่เก็บจากหลายจุดมารวมกันเพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ ผึ่งตัวอย่างดินบนแผ่นพลาสติกหรือกระดาษที่สะอาดในที่ร่มจนแห้ง ใช้ขวดแก้วบดดินให้แตกเป็นก้อนเล็กๆ แล้วผสมคลุกเคล้าดินให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นแบ่งตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์เพียง 0.5 กิโลกรัม

ภาพที่ 1 เก็บตัวอย่างดินใต้ทรงพุ่ม 3-4 จุดต่อต้น

ภาพที่ 2 ใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

ภาพที่ 3 ขุดดิน ให้เป็นรูป V ลึก 30-50 ซม.

ภาพที่ 4 ตัดดินออกทั้ง 2 ข้าง

ภาพที่ 5 คลุกเคล้าแล้วแบ่งใส่ถุง

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในดินทั่วๆไป

ธาตุอาหาร	ไทย[1]	ออสเตรเลีย[2]
ความเป็นกรด ด่าง(pH)	5.5-6.5	-
อินทรียวัตถุ (%)	2.0-3.0	1-3
ฟอสฟอรัส(มก/กก.)	35-60	20-60
โพแทสเซียม(มก/กก.)	100-120	78-195
แคลเซียม(มก/กก.)	800-1,500	1,200-2,000
แมกนีเซียม(มก/กก.)	250-450	192-384
เหล็ก(มก/กก.)	60-70	2-50
สังกะสี(มก/กก.)	3-15	2-15
ทองแดง(มก/กก.)	3-5	0.3-10
โบรอน(มก/กก.)	4-6	1-5
แมงกานีส(มก/กก.)	20-60	2-50

ที่มา: [1]ยุทธนาและคณะ, 2545
[2]Menzel and Simpson,1987

การปรับปรุงความเป็นกรดของดิน

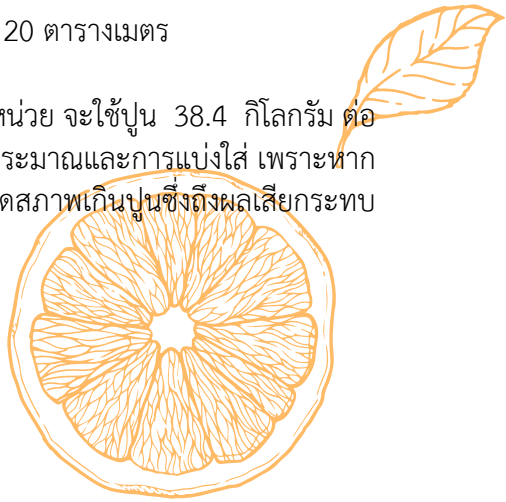
นอกจากการใส่ปุ๋ยแล้ว การปรับปรุงสมบัติต่างๆที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเป็นกรดของดินบนพื้นที่สูงก็มีความจำเป็น เพราะความเป็นกรด ด่าง ของดินมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ซึ่งทำได้ โดยการเติมวัสดุปูนลงดิน ควรใส่ปูนโดยหว่านรอบทรงพุ่มและให้น้ำตามปกติ อาจพรวนดินเล็กน้อยโดยให้กระทบต่อรากน้อยที่สุด ปริมาณปูนที่เติมควรมีการวิเคราะห์ความต้องการปูน หรือการให้วัสดุปูนโดยประมาณดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณปูนขาวและโดโลไมท์(กิโลกรัมต่อต้น) เพื่อใช้ปรับปรุงความเป็นกรดของดิน

pH ของดิน	ปูนขาว	โดโลไมท์
4.5-5.0	3	3.5
5.0-5.5	2	2.5
มากกว่า 5.5	1	1.2

*หมายเหตุ : คำนวนที่ขนาดทรงพุ่ม 20 ตารางเมตร

หรือการปรับปรุงเพื่อเพิ่ม pH 0.1 หน่วย จะใช้ปูน 38.4 กิโลกรัม ต่อไร่ และโดโลไมท์ 64 กิโลกรัม ต่อไร่ โดยประมาณและการแบ่งใส่ เพราะหากใส่ปูนในปริมาณมากครั้งเดียวจะส่งผลให้เกิดสภาพเกินปูนซึ่งถึงผลเสียกระทบต่อต้นพืชได้



การวิเคราะห์ดินโดยใช้ชุดวิเคราะห์ดินอย่างรวดเร็ว

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน นอกจากการส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามหน่วยงานต่าง ๆ แล้ว การใช้ชุดวิเคราะห์ดินอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นชุดที่สามารถนำไปวิเคราะห์ในภาคสนามหรือในแปลงปลูกพืช เป็นแนวทางที่จะช่วยให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารในดินได้ไม่ยากและรวดเร็วกว่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งยังมีราคาที่ถูกกว่า และเพียงพอที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยให้กับเกษตรกรได้ โดยเมื่อนำดินมาวิเคราะห์จะบอกได้ว่าปริมาณธาตุอาหารในดินมีอยู่ในปริมาณสูง ปานกลาง หรือ ต่ำ ซึ่งอาจแปลความหมายได้ดังนี้

ปานกลาง

หมายถึง.หากไม่ใส่หรือเพิ่มปุ๋ยอีกในอนาคต ธาตุอาหารอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช

ต่ำ

หมายถึง ต้องใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำเนื่องจากธาตุอาหารในดินมีไม่เพียงพอ

สูง

หมายถึง มีธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการของพืช อาจไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย หรือ ลดการใส่ปุ๋ยได้

แนวทางการจัดการธาตุอาหาร สำหรับพืชตระกูลส้ม

การจัดการดินและการใช้ปุ๋ยที่ผ่านมา ชาวสวนจะอาศัยข้อมูลจากประสบการณ์ที่เคยปฏิบัติกันมาเป็นหลัก ยิ่งไปกว่านั้นมีชาวสวนจำนวนไม่น้อยที่มีการจัดการปุ๋ยพืชตระกูลส้ม ตามความเชื่อ เช่นเชื่อว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสูงจะช่วยให้ต้นไม้ออกดอกได้ดี เป็นต้น ในกรณีการจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อสมดุลของธาตุอาหารในดิน ซึ่งจะมีปัญหาต่อการจัดการธาตุอาหารและการผลิตพืชในอนาคตได้ นอกจากนี้การจัดการธาตุอาหารไม่เหมาะสม ทำให้ชาวสวนเสียค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นการใช้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการดินและธาตุอาหารจะช่วยให้การให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพ ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะทำให้ต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยลดลง มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

เมื่อปลูกพืชติดต่อกันระยะหนึ่ง ดินจะเริ่มเสื่อมความสมบูรณ์ลง หรือปริมาณธาตุอาหารในดินมีปริมาณลดลงเพราะการสูญเสียธาตุอาหารจากดิน ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

1) ติดไปกับผลผลิตที่นำออกจากสวนไปจำหน่าย

2) ติดไปกับใบและกิ่งก้านสาขาที่ร่วงหล่นและตัดแต่งลงมา

3) สูญเสียไปกับน้ำที่ไหลบ่าไปตามผิวดินหรือซึมลึกลงสู่ใต้ดินเลยระดับรากพืช

4) สูญเสีย เนื่องจากปฏิกิริยาเคมีของดิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยที่ไม่ถูกต้องทำให้สภาพความเป็นกรดด่างของดินไม่เหมาะสม หรือทำให้มีธาตุอาหารบางชนิดตกค้างในดินมากเกิน จนมีผลให้ธาตุอาหารอื่นตกตะกอนอยู่ในรูปที่พืชดูดไปใช้ไม่ได้ เป็นต้น

ดังนั้น การจัดการธาตุอาหารพืชจึงควรยึดหลักการที่สำคัญ คือ ต้องพิจารณาว่า ในแต่ละรอบปี ได้นำเอาธาตุอาหารพืชออกจากดินไปในปริมาณเท่าใด จะต้องใส่กลับคืนไปให้กับดินในปริมาณเท่ากัน ซึ่งจะต้องใส่เผื่อไว้สำหรับการสูญเสียต่างๆที่กล่าวไว้ข้างต้นด้วย และที่สำคัญควรจะต้องทราบด้วยว่าในดินมีธาตุอาหารพืชอยู่แล้วอย่างไร

ความต้องการธาตุอาหารและแนวทางการจัดการปุ๋ยพืชตระกูลส้ม

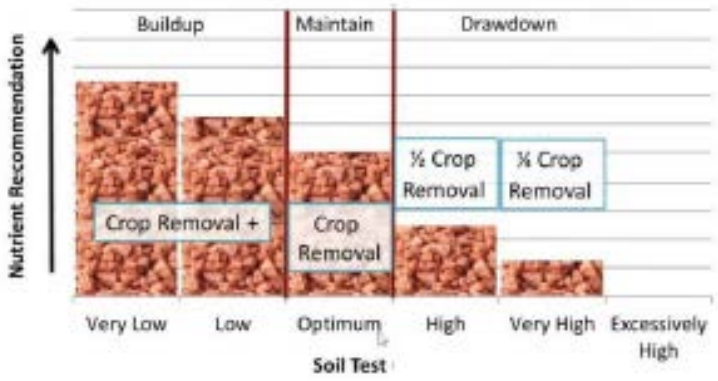
การให้ปุ๋ยพืชตระกูลส้มโดยอาศัยค่าปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ไปในระหว่างการเจริญเติบโต เช่นการแตกใบและที่สูญเสียไปกับผลผลิต(Crop removal) เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยเพราะเป็นการให้ปุ๋ยโดยอาศัยค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารที่พืชตระกูลส้มใช้ในระหว่างการสร้างผลและที่ติดไปกับผลผลิต ซึ่งคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยหรือปุ๋ยสูตรแล้ว ปริมาณปุ๋ยที่ควรให้กับพืชตระกูลส้ม แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตสด 1 กิโลกรัม ที่เก็บเกี่ยวฤดูปลูก พ.ศ. 2559 ของคัมควัท เลมอน และเกรปฟรุต จากหน่วยวิจัยส้มโป่งน้อย อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ (กรัม/กิโลกรัมผลผลิต)

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหาร (กรัม/กิโลกรัมผลผลิต)		
	คัมควัท	เลมอน	เกรปฟรุต
ไนโตรเจน	1.15	0.82	0.51
ฟอสฟอรัส	0.26	0.11	0.10
โพแทสเซียม	1.53	1.26	0.83
แคลเซียม	0.58	0.41	0.35
แมกนีเซียม	0.14	0.11	0.09

จากการทดลองจนถึงปัจจุบัน ควรให้ปุ๋ยแก่พืชตระกูลส้ม ในปริมาณ 1.5 -2 เท่าของปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต นอกจากนี้ ควรมีการวิเคราะห์ดินในสวน ก่อนเพื่อจะทำให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่แล้วในดิน ตลอดจนทราบว่าดินเป็นกรดหรือไม่ เพื่อที่จะได้มีการปรับปรุงดินก่อนใส่ปุ๋ย จะทำให้พืชใช้ปุ๋ยได้ดียิ่งขึ้น และอาจมีวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบร่วมด้วยเพื่อประกอบการให้ปุ๋ยในฤดูการผลิตปีถัดๆไป

การใช้ค่าปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต(Crop removal) และผลการวิเคราะห์ดินมาร่วมพิจารณาในการใส่ปุ๋ยจะทำให้การจัดการดินและปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยหากผลการวิเคราะห์ดินอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ควรให้ปุ๋ยตามคำแนะนำตามปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต หากค่าวิเคราะห์ดินมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ให้ทำการเพิ่มหรือลดการใส่ปุ๋ยตามสัดส่วนตามภาพที่ 6 กล่าวคือ หากดินในสวนมีปริมาณธาตุอาหารในปริมาณมากหรือน้อย จะมีการให้ปุ๋ยเพิ่มเติมหรือ ลดลงตามส่วน โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในดิน เช่นเมื่อธาตุอาหารในดินอยู่ในช่วงระดับที่เหมาะสม จะมีการให้ปุ๋ยเท่ากับปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต (เพิ่มเติมปริมาณประสิทธิภาพและความเป็นประโยชน์ของธาตุลงไปด้วยซึ่งงานวิจัยจนถึงปัจจุบันแนะนำที่ 1.5 เท่าของปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต) เป็นต้น และหากในดินมีธาตุอาหารมากหรือน้อย ให้ลดลงหรือเพิ่มเติมตามส่วน และติดตามผลของการใส่ปุ๋ยเพื่อพิจารณาเพิ่มหรือลดการใส่ปุ๋ยในรอบการผลิตถัดไปร่วมกับการวิเคราะห์ดินและ/หรือ การวิเคราะห์พืช



ภาพที่ 6 แสดงแนวทางการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต

แนวทางติดตามผลของการใส่ปุ๋ย

หลังจากมีการใส่ปุ๋ย ควรมีการวิเคราะห์ดินและวิเคราะห์พืช เพื่อติดตามหรือตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารในดิน และพืช ทั้งก่อนและหลังใส่ปุ๋ย ซึ่งหากมีปริมาณธาตุอาหารในดินเหมาะสมแล้วก็อาจไม่ใส่ปุ๋ยหรือพิจารณาลดปุ๋ยจากที่ใส่อยู่เดิม เพราะการใส่ปุ๋ยมากเกินไปอาจไม่ส่งผลดีกับต้นพืชตระกูลส้มและสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น นอกจากนี้ การสังเกตอาการตอบสนองของพืชตระกูลส้มว่าแสดงอาการผิดปกติใดใดหรือไม่ รวมทั้ง การวิเคราะห์ ธาตุอาหารในใบว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมหรือไม่ ก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย หรือช่วยลดค่าใช้จ่ายได้

การสังเกตอาการตอบสนองของพืชตระกูลส้มหลังจากใส่ปุ๋ย

การให้ปุ๋ยกับพืชตระกูลส้มโดยอาศัยวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ในแต่ละสวนพืชตระกูลส้มอาจจะตอบสนองต่อปุ๋ยที่ให้แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก ดินในแต่ละสวนมีความแตกต่างกัน รวมทั้งการจัดการอื่นๆแตกต่างกัน เป็นต้น ดังนั้น จะต้องมีการปรับลดหรือเพิ่มปริมาณปุ๋ยที่ควรให้กับพืชตระกูลส้มในปีต่อไปด้วย ซึ่งอาจทำได้โดยสังเกตใบส้ม ที่ว่ามีอาการผิดปกติเช่น ใบล่างหรือใบยอดเหลืองหรือไม่ เหลืองมากหรือน้อย อาการเหลืองเป็นอย่างไร เป็นต้น หากพบอาการก็พิจารณาเพิ่มปุ๋ยจากที่เคยให้ ตามอาการ แต่หากไม่พบอาการก็แสดงว่าการให้ปุ๋ยของเราอาจจะเหมาะสมแล้ว ควรใช้การวิเคราะห์ดินและใบ ร่วมพิจารณาปรับลดหรือเพิ่มปริมาณปุ๋ยด้วย จะทำให้การให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ภาพที่ 7 อาการใบล่างเหลืองของต้นที่ได้รับปุ๋ยไม่พอ(ซ้าย) และได้รับเพียงพอ(ขวา)

การวิเคราะห์พืช

การวิเคราะห์พืชเป็นการติดตามว่าปุ๋ยที่เราใส่ลงไป พืชดูดขึ้นไปใช้เพียงใด ทำได้โดยการเก็บตัวอย่างใบพืชตระกูลส้มตำแหน่งที่ 3-4 จากยอดไม่ติดผลที่ใบอายุ 4-7 เดือนมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และเปรียบเทียบกับค่าที่เหมาะสมของพืชตระกูลส้ม (ตารางที่ 6) เช่นหากมีการวิเคราะห์ใบได้ต่ำหรือสูงกว่าค่าที่เหมาะสม(โดยทั่วไปใช้น้อยหรือมากกว่าค่าที่เหมาะสม 5 %) จะต้องเพิ่มหรือลดปุ๋ยลงไป อีกประมาณ 20-25 % จากอัตราเดิมที่เคยใส่ หลังจากนั้นทำการติดตามสังเกตผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงในปีต่อไป พร้อมตรวจสอบค่าวิเคราะห์ใบในปีต่อไปด้วยโดยรักษาระดับค่าวิเคราะห์ใบให้เหมาะสม

ตารางที่ 6 แสดงช่วงค่าที่เหมาะสมของปริมาณธาตุอาหารในใบส้ม

ธาตุอาหาร	ค่าที่เหมาะสม (ดัดแปลงจาก Mattos *et al.*,2012)	ค่าที่เหมาะสม (นันทรัตน์,2545)
ไนโตรเจน (%)	2.3-2.7	2.4-2.7
ฟอสฟอรัส (%)	0.12-0.16	0.12-0.16
โพแทสเซียม (%)	1.0-1.5	0.8-1.1
แคลเซียม (%)	3.5-4.5	3.0-5.5
แมกนีเซียม (%)	0.3-0.4	0.26-0.60
เหล็ก (ppm)	50-120	-
สังกะสี (ppm)	35-50	25-100
ทองแดง (ppm)	10-20	5-16
แมงกานีส (ppm)	35-50	31-100

สำหรับจุลธาตุอาหารนั้น มีความจำเป็นไม่น้อยไปกว่าการปรับปรุงดินและการให้ปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารหลัก เพราะที่ผ่านมาเกษตรกรละเลยการจัดการดินและมีการให้ธาตุอาหารเพียงธาตุอาหารหลักเท่านั้น แทบจะไม่มีการจัดการให้จุลธาตุอาหารเลย รวมทั้งดินบนพื้นที่สูงมีความเป็นกรด-ด่างไม่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลถึงความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุได้ ซึ่งสามารถพบการแสดงอาการขาดได้ทั่วไป ดังนั้นควรมีการจัดการให้ปุ๋ยจุลธาตุให้กับพืชตระกูลส้ม และควรมีการให้ทางดินซึ่งเป็นวิธีที่พืชนำไปใช้ได้ดีที่สุด (พิจารณาตามค่าวิเคราะห์ดิน) ดังตารางที่ 7 ส่วนการให้ทางใบนั้นควรพิจารณาให้ตามความจำเป็น เท่านั้น

ตารางที่ 7 ปริมาณจุลธาตุอาหารที่ให้ทางดินและการให้ทางใบ

แร่ธาตุอาหาร	การให้ทางใบ (กรัม/ลิตร)	การให้ทางดิน กรัม/ม^{2}ของพื้นที่ทรงพุ่ม/ปี
บอแรกซ์ (Borax)	1.0	2.0
สังกะสี (Zinc sulphate heptahydrate)	2.0	25
ทองแดง(Copper sulphate (bluestone))	2.0	4.0
เหล็ก(Iron sulphate or chelate)	1.0	10.0
แมงกานีส(Manganese sulphate)	2.0	5.0

ที่มา: Menzel and Simpson, 1986

การใช้ปุ๋ยเคมี ให้มีประสิทธิภาพ

การใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูง หมายถึง การใช้ปุ๋ยชนิดที่เหมาะสมโดยวิธีการที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมามีมูลค่าสูงสุด และมีต้นทุนต่ำ ซึ่งหลักการปฏิบัติเพื่อให้ปุ๋ยเคมีที่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดมีดังนี้คือ

1. ใช้ปุ๋ยให้ตรงกับที่พืชขาด เมื่อขาดธาตุไนโตรเจนก็ต้องให้ปุ๋ยไนโตรเจน และต้องให้จนถึงระดับที่เพียงพอ ถ้าขาดแคลน 3 ธาตุ ก็ให้จนครบและเพียงพอทั้ง 3 ธาตุ หากให้ไม่ครบก็จะให้ผลเหมือนกับไม่ให้อะไรเลย เพราะธาตุที่ขาดอยู่จะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืช

2. พยายามให้ดินร่วนซุยและมีความชื้นอย่างเหมาะสม เพราะโดยปกติรากพืชจะแผ่ขยายและชอนไชในดินร่วนซุยได้ดีมาก ย่อมมีโอกาสดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินไปใช้อย่างเต็มที่ เมื่อใส่ปุ๋ยลงไปพืชก็ดูดธาตุอาหารจากปุ๋ยได้มาก ถ้าดินแน่นทึบต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้พอเพียง รวมทั้งควรให้ความชื้นอย่างเพียงพอ เพราะนอกจากจะทำให้ปุ๋ยละลายแล้ว พืชยังต้องการน้ำไปใช้ประโยชน์โดยตรงด้วย หากดินแห้งหรือแฉะเกินไปจะไม่สามารถดูดธาตุอาหารได้ดี

3 .ใส่ปุ๋ยให้ถูกที่ ถูกจังหวะและปริมาณที่เหมาะสม ปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ก็ต่อเมื่อปุ๋ยนั้นละลายในดิน ตรงบริเวณที่รากพืชเจริญเติบโตและแผ่ขยายอย่างหนาแน่น แต่ความเข้มข้นของปุ๋ยในดินนั้นจะต้องไม่มากเกินไปจนเป็นพิษต่อรากพืช

4. ป้องกันการสูญหาย ปุ๋ยอาจสูญหายไปจากดินได้ดังได้กล่าวมาแล้ว หากปุ๋ยที่ละลายน้ำง่าย เช่นปุ๋ยไนโตรเจน จะถูกน้ำชะลงไปในชั้นดินลึก ซึ่งรากพืชดูดมาใช้ไม่ได้ หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต้องรดน้ำแต่พอควรเท่านั้น และควรป้องกันน้ำเซาะกร่อนดินแล้วดินถูกพัดพาไปตามน้ำ ปัญหาอย่างนี้มักเกิดขึ้นเมื่อปลูกพืชในพื้นที่ซึ่งมีความลาดเทมาก สำหรับอีกกรณีหนึ่งคือการสูญเสียปุ๋ยโดยปุ๋ยระเหยไปจากดิน มักเกิดขึ้นเสมอเมื่อใส่ปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยแอมโมเนียในดินที่เป็นด่างจัด หรือการใส่ปุ๋ยยูเรียร่วมกับการใส่ปูน ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการกระทำดังกล่าว

5. การใส่ปุ๋ยไม่เหมาะสมอาจทำให้สมดุลของธาตุอาหารในดินคลาดเคลื่อนได้ ปัญหานี้จะเกิดขึ้นหากชาวสวนใส่ปุ๋ยบางธาตุโดยเฉพาะปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารหลักหรือปุ๋ยสูตรที่มีขายกันอยู่ทั่วๆ ไปเช่น 15-15-15, 8-24-24 ในปริมาณมากและติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่มีการวิเคราะห์ดินว่า ดินในสวนมีปริมาณธาตุอาหารมากน้อยเท่าใด จะทำให้ธาตุอื่นซึ่งพืชยังไม่น่าจะขาดแคลนกลับขาดแคลนได้ โดยเฉพาะฟอสฟอรัสถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะมีผลทำให้พืชขาดจุลธาตุเช่น สังกะสีและทองแดง เช่น ในดินที่มีสังกะสีอยู่ไม่มากนัก แต่พืชยังไม่ขาดสังกะสี ถ้าใส่ปุ๋ยฟอสเฟตค่อนข้างมากในดินประเภทนี้ จะทำให้พืชเริ่มขาดสังกะสีทันที ในดินที่มีโพแทสเซียมปริมาณมากจะไปขัดขวางไม่ให้พืชดูดแคลเซียมและแมกนีเซียมได้ เป็นต้น

6. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโดยการตัดแต่งกิ่ง นอกจากจะเป็นการตัดกิ่งที่ทึบ บังแสงซึ่งกันและกัน ทำให้ใบที่ถูกบังแสงมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง เปรียบรากพืชตระกูลส้มกิ่งตอนซึ่งมีรากน้อยเสมือนปั๊มสูบน้ำที่มีแรงจำกัด และส่วนกิ่งและยอดพืชตระกูลส้มเหมือนกับท่อน้ำ จะเห็นได้ว่าหากมีท่อน้ำอยู่มากเกินไปจะทำให้ปั๊มที่มีแรงจำกัดไม่สามารถส่งน้ำไปปลายท่อได้ในปริมาณที่มากพอ แต่ถ้าปิดหรือลดท่อแยกลงเพื่อให้น้ำจากปั๊มส่งถึงปลายท่อได้แรงขึ้น ต้นพืชตระกูลส้มก็เช่นกัน รากที่มีอยู่จำกัดก็ไม่สามารถส่งอาหารไปเลี้ยงทุกยอดได้อย่างดีพอ ทำให้ต้นพืชตระกูลส้มอาจแสดงอาการขาดธาตุอาหารได้ การตัดแต่งกิ่งพืชตระกูลส้มออกบ้างจะช่วยให้รากสามารถดูดธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนยอดได้ทัน

การให้ปุ๋ยอินทรีย์และการจัดการเศษวัชพืชในสวนไม้ผล

อินทรียวัตถุในดินเป็นสิ่งที่สลายตัวได้ง่าย และรวดเร็วในประเทศเขตร้อนชื้นเช่นประเทศไทย ถ้าใช้แต่ปุ๋ยเคมีจะทำให้อินทรียวัตถุลดลงอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้ดินแน่นทึบ การระบายน้ำ และการถ่ายเทอากาศไม่ดี จึงต้องรักษาระดับอินทรียวัตถุในดินไว้ ถ้าเป็นดินเหนียวและดินร่วนควรมีอินทรียวัตถุอย่างน้อย 2.5 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นดินทรายควรมีอินทรียวัตถุอย่างน้อย 1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทมูลวัว มูลไก่ แกลบ การจัดการเศษปุ๋ยพืชตระกูลส้มที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งโดยการทิ้งให้เน่าเปื่อยสลายตัวคลุมโคนต้นจัดว่าเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดินที่ประหยัดที่สุด การกำจัดวัชพืชโดยการตัดแล้วใช้เศษวัชพืชเป็นปุ๋ยอินทรีย์ก็เป็นอีกทางหนึ่งในการเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน นอกจากนี้การไม่เผาใบ และกิ่งแขนงที่ถูกตัดแต่งออกก็จะทำให้มีธาตุอาหารกลับคืนสู่ดิน 12 – 30 %

อาการขาดธาตุอาหารในพืชตระกูล...ส้ม

อาการขาดธาตุแมกนีเซียมในเลมอน

อาการขาดธาตุสังกะสีในคัมควัท

อาการขาดธาตุเหล็กในคัมควัท

อาการขาดธาตุสังกะสีในคัมควัท

บรรณานุกรม

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด .2545.โครงการวิจัยธาตุอาหารส้ม. ใน ดิเรก ทองอร่าม (บรรณาธิการ). เอกสารประกอบฝึกอบรมการจัดการดินและปุ๋ยพืชสวนเชิงธุรกิจ. อาคารสุโขสโมสร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

พงษ์สันติ์ สิจันทร์ นภาพร พันธ์กมถศิลป์ ปุญญิตา ตระกูลยิ่งเจริญ ศุภชัย อำคาและจิรวัฒน์ พุ่มเพชร. 2555.สภาวะธาตุอาหารพืชและปัจจัยทางดินเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวง ปี2555. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สภาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2543. สภาวะธาตุอาหารในดินและใบลำไยต้นโทรมและต้นปกติในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2543 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิต กรุงเทพมหานคร.

ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2545. ดินและปุ๋ยลำไย. ใน ดิเรก ทองอร่าม (บรรณาธิการ). เอกสารประกอบฝึกอบรมการจัดการดินและปุ๋ยพืชสวนเชิงธุรกิจ. ณ อาคารสุโขสโมสร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2546. การประเมินความต้องการธาตุอาหารของลำไยในการแตกช่อใบแต่ละครั้ง. ว. วิทย. กษ. 34:1-3(พิเศษ) 164-166

ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2560.การศึกษาวิธีการจัดการธาตุอาหารสำหรับพืชตระกูลส้มเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิต รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการย่อยที่ 4 ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชตระกูลส้มปลอดภัยบนพื้นที่สูง สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ริยาภรณ์ ดำรงรักษ์ 2550 ธาตุอาหารพืช กับคุณภาพผลผลิต ส้ม โชกุน วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 2 (1) 59-61

Mattos Jr, D., J. A. Quaggio, H. Cantarella, R. M. Boaretto, and F. C. B. Zambrosi. 2012. Nutrient Management for Hogh Citrus Fruit Yield in Tropical Soil. Better Crop. 69 (1)

Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1986.Lychee growing in subtropical Queenland. In C.M Menzel and G.N.Greer (eds.) The potential of lychee in Australia. Proceeding of the First Lychee Seminar 14-15th Febuary. pp.54-70.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant analysis : An interpretation manual. Inkata Press. Melbourne, Sydney. 218pp.

Weir, R. G. and G.C. Cresswell.,Plant Nutrient Disorders 2: Tropical fruit and Nut Crops.Inkata Press. Melbourne.

แนวทางการจัดการดินและธาตุอาหาร พืชตระกูลส้มบนพื้นที่สูง

ISBN : 978-974-326-675-1
ISBN : 978-974-326-676-8 (E-Book)

ผู้เขียน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุทธนา เขาสุเมรุ
รองศาสตราจารย์ ดร.ชิติ ศรีตนทิพย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ ช่างเจรจา
ว่าที่ร้อยตรีรัชต์พงษ์ หอชัยรัตน์
ดร.อัจฉรา ภาวศุทธิ์
นางสาวดารากร อัดฮาดศรี
นางสาวธันชนิตา จันทร์กระจ่าง
นางสาววันเพ็ญ ศรีแก้ว

ปีที่พิมพ์ : 2563

ครั้งที่พิมพ์ : 1

จัดทำโดย
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ
196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

พิมพ์ที่
บริษัท เชียงใหม่ พริ้นติ้ง จำกัด 213 ถนนมหิดล ตำบลช้างคลาน
อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50100 โทรศัพท์ 0-5320-0480