

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

พริกหวาน (Sweet pepper)

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum annuum* พริกหวานมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมถึงหกเหลี่ยมเนื้อหนามีหลายสีทั้งเขียว แดง เหลือง ส้ม และสีช็อกโกแลต รสชาติหวานไม่เผ็ด สามารถรับประทานสดได้ หรือนำมาผัดกับผักชนิดต่างๆ ให้สีสันท่ารับประทานยิ่งขึ้น มีคุณค่าทางวิตามิน A B1 B2 และ C มีสารแคปไซซิน ช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือด โรคต่อกระจุก และโรคมะเร็ง พริกหวานจัดอยู่ในตระกูล Solanaceae เช่นเดียวกับมะเขือ มะเขือเทศ ยาสูบ และ มันฝรั่ง เป็นพืชข้ามปี แต่นิยมปลูกฤดูเดียว ในระยะแรกพืชจะเจริญเป็นลำต้นเดี่ยว หลังจากติดดอกแรกตรงยอดของลำต้นเดี่ยว จะแตกกิ่งแขนงในแนวตั้งอีกสองกิ่ง เมื่อกิ่งแขนงมีดอกเจริญที่ปลายกิ่ง จะเกิดกิ่งแขนงเจริญเป็นสองกิ่งทำให้จำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น ผลผลิตจะขึ้นอยู่กับจำนวนกิ่งและจำนวนผลต่อต้น โดยทั่วไปต้นจะสูง 0.5 - 1.5 เมตรเป็นใบเดี่ยว เจริญสลับกัน ลักษณะดอกเดี่ยว สมบูรณ์เพศสามารถเจริญได้ทั้งในสภาพช่วงแสงสั้นหรือช่วงแสงยาว เป็นพืชผสมตัวเอง แต่อาจมีโอกาสมผสมข้ามโดยธรรมชาติสูง (อัญชัย และคณะ, 2557)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สภาพที่มีความชื้นในอากาศต่ำ จะทำให้อัตราการติดผลลดลง อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการผสมเกสรอยู่ระหว่าง 20 - 25 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ในสภาพอุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส จะจำกัดการผสมเกสร อัตราการติดผลต่ำ พริกหวานสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทรายระบายน้ำได้ดี และมีค่าความเป็นกรดต่ำอยู่ระหว่าง 6.0 - 6.8

วันเพ็ญและคณะ, 2557 ได้ศึกษาการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน ภายใต้โรงเรือนโดยใช้เปลือกมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 6 กรรมวิธี 5 ซ้ำ และ 9 ต้นต่อซ้ำ พบว่าพริกหวานเริ่มมีอาการขาดธาตุอาหารตั้งแต่ 14 วัน โดยจะสังเกตได้ว่าพริกหวานมีอาการใบเหลืองที่ใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนส่งผลให้ต้นมีความสูงที่ต่ำสุด น้ำหนักแห้งของใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนและโพแทสเซียมน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น การขาดไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมทำให้ได้ผลผลิตน้อยกรรมวิธีควบคุม การขาดธาตุอาหารอาจส่งผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหาร และกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนทำให้ระดับธาตุโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมลดลง

จุไรรัตน์และคณะ, 2565 ได้รวบรวมข้อมูลการจัดการปุ๋ยพริกหวานของเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงขุนสถาน โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงถ้ำเวียงแก้ว จ.น่าน และโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงห้วยน้ำขาว จ.เพชรบูรณ์ พบว่าเกษตรกรทั้ง 3 พื้นที่ใช้ปุ๋ย AB สูตรการค้า แบ่งเป็นสูตรต้นกล้า และสูตรให้ผลผลิต

เมลอน (musk melon)

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucumis melo* L. อยู่ในวงศ์ cucurbitaceae เช่นเดียวกับแตงกวาและแตงโมมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและตอนใต้ของทวีปแอฟริกา จัดเป็นพืชผักที่ใช้ส่วนผลสดในการบริโภค เนื่องจากมีความหวานกลิ่นหอมและรสชาติดี สีของเนื้อผลยังมีหลากหลาย ทั้งมีครีม เหลือง เขียว ส้ม และ แสด จัดเป็นทั้งผลไม้และผักขึ้นกับลักษณะของการนำไปใช้บริโภค แตงหอมตาข่ายได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศรวมทั้งประเทศไทย ผลผลิตแตงหอมตาข่ายมีราคา ค่อนข้างแพงจึงมีการขยายพื้นที่

เพราะปลูกออกไปในหลายพื้นที่เกษตรกรสามารถปลูกเป็นพืช ลักษณะเป็นพืชเสริมรายได้ แต่งหอมตาข่ายจึงเป็นพืชที่น่าสนใจเหมาะแก่การลงทุนเป็นอย่างมาก ต่อมาได้แพร่ขยายไปใน อเมริกา เอเชีย และยุโรป ส่วนในประเทศไทย ก็มีการนำมาเพาะปลูกมานานกว่า 40 ปี แหล่งเพาะปลูกที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย เพชรบุรี ปราจีนบุรี สระแก้ว และนครสวรรค์ พันธุ์ที่นำมาปลูกสามารถทนต่อสภาพอากาศในเขตร้อนได้ดี และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้อย่างดี (สราวุธและคณะ, 2560) แต่งหอมตาข่ายยังมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในปริมาณสูง มีวิตามิน ซี วิตามินเอ เบต้าแคโรทีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็ก ไม่มีไขมันและคอเลสเตอรอล อีกทั้งแคลอรีต่ำจึงเหมาะกับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก นอกจากนี้ยังเชื่อว่าเอนไซม์ในน้ำแต่งหอมตาข่ายชื่อว่า “superoxide dismutase” สรรพคุณช่วยต้านอนุมูลอิสระและลดกระบวนการทางเคมีภายในร่างกาย ส่งผลให้สามารถลดระดับความเครียดได้

Warncke, 2007. ศึกษาธาตุอาหารในพืชตระกูลแตง แต่งหอมตาข่าย ฟักทอง แตงโม พบว่าพืชตระกูลแตงสามารถพัฒนาระบบรากได้ดีในดินที่มีความลึก 12 นิ้ว ซึ่งทำให้รากสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่อยู่ในดินอย่างมีประสิทธิภาพ ดินที่ได้รับการปรับปรุงโดยการปลูกพืชหมุนเวียนที่ดี มีการไถกลบอินทรีย์วัตถุต่างในรูปของพืชคลุมดิน ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก จะมีสภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ต่อพืชตระกูลแตง ในการจัดการธาตุอาหารของพืชอาจผันแปรตามการจัดการในการเพาะปลูกและชนิดหรือพันธุ์พืช โดยเฉพาะ ฟักทอง แตงโม แต่งหอมตาข่าย และบวบ โดยทั่วไปในสวนเหนือดินและผลจะสะสม ไนโตรเจน 25.98 - 28.67 กิโลกรัม/ไร่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2.35 - 3.52 กิโลกรัม/ไร่ และโพแทสเซียม 23.80 - 26.78 กิโลกรัม/ไร่ ดินที่จะใช้ปลูกแต่งหอมตาข่ายควรจะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ pH ควรอยู่ที่ 6.0 - 6.5 แต่เมื่อ pH ดินสูงเกิน 6.5 การฉีดพ่น แมงกานีส (Mn) ในปริมาณ 0.56 - 1.12 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 0.0896 - 0.1792 กิโลกรัม/ไร่ 2 - 3 ครั้ง การรักษาระดับ pH ของดินให้อยู่ในระดับ 6.0 - 6.8 จะช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของแมกนีเซียม (Mg) และแคลเซียม (Ca) การขาดไนโตรเจนในช่วงติดผลจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ผลร่วงเพิ่มขึ้นเนื่องจากผลมีรูปร่างผิดปกติและมีขนาดเล็ก (Rafael et al. 2022) นอกจากพบว่าการพ่นแคลเซียม-โบรอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทำให้ความหวานสูงขึ้น และแคลเซียมส่งเสริมให้ผลมีความแน่นเนื้อและความกรอบมากขึ้น (ธีรยุทธ และคณะ, 2564)

ดารารกรและคณะ (2564) ได้รวบรวมข้อมูลการจัดการปุ๋ยเมลอนของเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงห้วยเป้ง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ และโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงคลองลาน อ.ชาณุวรลักษบุรี จ.กำแพงเพชร พบว่าเกษตรกรพื้นที่ฯ ห้วยเป้งใช้ปุ๋ย AB โดยให้ไปกับระบบน้ำโดยมีสูตรปุ๋ย AB ดังตารางที่ 1 โดยค่า pH เท่ากับ 5.5 - 6.0 และค่า EC 2.8 - 3.5 และเกษตรกรในพื้นที่ฯ คลองลานให้ปุ๋ยทางดิน

มะเขือเทศเชอร์รี่ (Cherry Tomato)

มะเขือเทศเชอร์รี่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* เป็นมะเขือเทศสำหรับรับประทานสด ผลมีขนาดเล็กพอดีกิน มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้แถบประเทศเปรู ชิลี และอาร์เจนตินา เป็นพืชในตระกูลเดียวกับพริก ยาสูบ มันฝรั่ง มีลำต้นและระบบกิ่งก้านที่แตกแขนง สลับกันเป็นจำนวนมาก ลำต้นอ่อนมีขนปกคลุม ลำต้นแก่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ในระยะแรกของการเจริญเติบโต ลำต้นตั้งตรงในระยะหนึ่ง ต่อมาเมื่อลำต้นสูง 1 - 2 ฟุต จะทอดไปในแนวนอน ใบเป็นใบประกอบเจริญสลับกัน มีขนอ่อนขึ้นบนใบและมีต่อมสารระเหยที่ขน เมื่อถูกรบกวนจะปลดปล่อยสารที่มีกลิ่นออกมาสายพันธุ์ส่วนใหญ่ชอบใบเป็นหยัก ระบบรากมะเขือเทศเป็นระบบรากแก้วเจริญเติบโตได้เร็ว ดอกมะเขือเทศเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกมะเขือเทศจะอยู่สลับกันในข้อ ช่อดอกสามารถแตกกิ่งได้มากกว่าสองกิ่ง และการ

เจริญเติบโตของกิ่งจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งดอกช่อแรกบาน การเพิ่มจำนวนช่อดอกจะทำได้โดยการใช้
อุณหภูมิต่ำ มะเขือเทศส่วนใหญ่ผสมตัวเอง ผลเป็นแบบ berry จะมีรูปร่างลักษณะ เช่น กลม กลมแป้น กลม
ยาว หรือเป็นเหลี่ยม ผิวของมะเขือเทศจะไม่มีสีผิว ส่วนผลสีชมพู หรือเหลืองเกิดจากเนื้อผล (อัญชลี และ
คณะ, 2557)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน จะให้ผลผลิตและ
คุณภาพที่แตกต่างกัน โดยผลผลิตจะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการติดและการพัฒนาของ
ผล อุณหภูมิต่ำกว่า 12.8 องศาเซลเซียส และสูงกว่า 32.2 องศาเซลเซียส ละอองเกสรจะเป็นหมันไม่สามารถ
งอกท่อละอองเกสรลงไปในรังไข่ได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 15 - 25 องศา
เซลเซียส ช่วงแสงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญ และผลผลิตมะเขือเทศอยู่ระหว่าง 8 - 16 ชั่วโมงต่อวัน ในช่วง
แสงไม่เกิน 12 ชั่วโมงต่อวัน ช่อดอกจะเจริญเติบโตและติดผลเร็ว คุณภาพแสงสีน้ำเงินจะช่วยให้มะเขือเทศมี
ข้อสั้นกว่าสีแดง มะเขือเทศสามารถเจริญได้ดีในดินที่ร่วนซุย มีหน้าดินลึก ระบายน้ำได้ดี มีอินทรีย์วัตถุสูง pH
6.0 - 6.8 ข้อสำคัญพื้นที่ปลูกไม่ควรปลูกซ้ำกับพืชชนิดอื่นในตระกูลเดียวกัน เพราะเป็นแหล่งสะสมโรคแมลง

เกษตรแบบประณีต

ธวัชชัย และคณะ (2562) เกษตรประณีตเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ที่ดินอันจำกัดอย่างคุ้มค่า
สามารถพึ่งตนเองนำองค์ความรู้ต่างๆ มาจัดการพืช ดิน น้ำและสัตว์ เพื่อให้มีกินมีใช้ช่วยลดหนี้สินในครัวเรือน
ได้อย่างยั่งยืนมุ่งมั่นทำเกษตรทางเลือกบนฐานของการพึ่งตนเอง ปลูกทุกอย่างที่กินและกินทุกอย่างที่ปลูก เพื่อ
กลับสู่วิถีชีวิตแบบพอเพียงซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่า หลักการออมไม่ใช่เพียงการออมเงิน แต่มี
ความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออมน้ำให้พอเพียงในการทำเกษตร ออมดินด้วยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก รวมทั้ง
เทคนิคทางชีวภาพต่างๆ ที่จะทำให้นิคมดินดี ออมพืช และออมสัตว์ให้มีพันธุกรรมที่หลากหลาย ขยายพันธุ์พืชพันธุ์
สัตว์และอนุรักษ์พืช สัตว์ที่แข็งแรงทนแล้งและทนโรคให้อยู่ร่วมกันแบบเกื้อกูลกันตามธรรมชาติ หลักสำคัญ
ของเกษตรประณีต คือ หนึ่งเอาความสุขเป็นตัวตั้งไม่ใช่เป็นตัวเงินตั้ง แต่อาศัยเงินเป็นเครื่องมือในการทำงาน
ให้บรรลุความสุข พอใจในตนเองและสิ่งที่มี สองพึ่งตนเอง รู้จักพอเพียง อดออม อดรวยง่าย ออมน้ำ ออมดิน
ออมพืช และออมสัตว์ และสามพึ่งพากันเอง ส่งเสริมกลยุธยมิติและภูมิปัญญาในการแก้ปัญหา

การหลักการจัดการธาตุอาหารพืช

คือ การให้ธาตุอาหารแก่พืชในปริมาณและช่วงระยะเวลาที่พืชต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดที่อยู่ใน
ดินจะมีการเคลื่อนย้ายได้แตกต่างกันไป ซึ่งจะมีผลต่อความเป็นประโยชน์สำหรับพืช (Dobermann and
Fairhu, 1999) และดินจะสูญเสียธาตุอาหารจากการดูดใช้ของพืชที่ปลูกในทุกๆ ปี เกิดการสูญเสียไปจากดิน
เช่น การกร่อนดิน การชะล้าง การระเหย เป็นต้น และเกิดจากการสูญเสียไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวออกไป ทำ
ให้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินค่อยๆ หมดไป ส่งผลต่อผลผลิตพืช ดังนั้น การเพิ่มธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอและการ
เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตพืชได้อย่างรวดเร็ว และการฟื้นฟูความอุดม
สมบูรณ์ของดินส่งผลให้ผลผลิตพืชสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การจัดการธาตุอาหารพืชเป็นกระบวนการจัดการเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ให้อยู่ในระดับ
ที่สมดุล และสามารถสร้างความสมบูรณ์แก่ต้นพืชในสภาพปกติ จนสามารถให้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ พืชมี
การตอบสนองต่อธาตุอาหารแบ่งได้ 3 ระดับ คือ ภาวะขาดแคลน เพียงพอ และเป็นพิษ ในสภาพที่มีปริมาณ
ธาตุอาหารในดินต่ำมากจนทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ พืชจะมีการเจริญเติบโตลดลงและให้ผลผลิตต่ำ
แต่ปริมาณธาตุอาหารในดินที่มากเกินไปจนอยู่ในภาวะเป็นพิษก็เป็นผลลบในการลดปริมาณผลผลิต

เช่นเดียวกัน ปริมาณธาตุอาหารในดินต้องอยู่ในภาวะสมดุลจึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการเพิ่มผลผลิต (ยงยุทธ, 2546)

การจัดการธาตุอาหาร พืชไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับการชดเชยธาตุอาหารที่ถูกนำออกไป แต่ยังหมายรวมถึงการใส่ธาตุอาหารให้พืชใน ปริมาณที่เพียงพอเท่าที่พืชต้องการด้วย ความต้องการธาตุอาหารพืชมีความแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ระยะการเจริญเติบโต และยังมีการสูญเสียไปโดย การกร่อน (Erosion) การชะละลาย (Leaching) การตรึง (Fixation) และการระเหย (Denitrification) ด้วย ในการทำการเกษตรอย่างยั่งยืน การจัดการธาตุอาหารควรทำให้เกิดความสมดุล ระหว่างปัจจัยนำเข้า (Inputs) และปัจจัยนำออก (Outputs) ตลอดระยะการผลิต หากธาตุอาหารถูกนำออกจากดิน อย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีการเพิ่มเติมชดเชยลงไปในดินให้ อย่างเพียงพอแล้ว ก็จะเป็นผลให้ปริมาณธาตุอาหารใน ดินลดลง ในการจะรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของ ดินให้ยั่งยืน ธาตุอาหารที่นำออกไปโดยติดไปกับส่วนที่เก็บเกี่ยวของพืช หรือสูญเสียไปจากระบบโดยวิธีการต่าง ๆ ควรจะถูกแทนที่ทุกปี ดังนั้น ปริมาณของธาตุอาหารที่ถูกนำออกไปจึงเป็นส่วนสำคัญของการวางแผนการ จัดการธาตุอาหารและการผลิตพืช คำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามปริมาณธาตุอาหารที่ถูกนำออกไปจากดิน โดยถูก นำไปสร้างมวลของต้น รวมถึงปริมาณธาตุอาหารที่ถูกนำออกไปโดยติดไปกับผลผลิต จึงเป็นวิธีการหนึ่ง ที่นำมาใช้ทั่วไปในการปรับปรุงคำแนะนำปุ๋ยในพืชยืนต้น (กรภัทร, 2560)

การวินิจฉัยการขาดธาตุอาหารโดยการวิเคราะห์ดินและพืช

การใช้การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นการบ่งบอกสถานะของธาตุอาหารในพืชนั้น ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกัน ทั่วไปว่า ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชจะบ่งถึงสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารได้ ดีกว่าการวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว เพราะสามารถพิจารณาแก้ไขปัญหานั้นเนื่องจากธาตุอาหาร โดยอาศัยข้อมูลระดับธาตุอาหารที่มีอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืช การวิเคราะห์พืชมีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนา ให้ใช้เป็นแนวทางในการแนะนำการจัดการธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับไม้ผล เมื่อพบว่าระดับธาตุใดอยู่ ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม จะได้แก้ไขก่อนที่จะพืชจะแสดงอาการผิดปกติจนส่งผลเสียหายกับผลผลิต นอกจากนี้ การวิเคราะห์พืชยังใช้เป็นข้อมูลในการวินิจฉัยว่าอาการผิดปกติของพืชที่มองเห็น เกิดขึ้นเกิดมาจากปัญหาด้าน ธาตุอาหารหรือไม่ (Weir and Cresswell, 1995)

นอกจากนี้ Smith (1962) ได้สรุปประโยชน์ของการใช้การวิเคราะห์พืชไว้ดังนี้ คือ

- (1) วินิจฉัยการขาด การเป็นพิษ หรือความไม่สมดุลของธาตุอาหาร
- (2) ติดตามประสิทธิภาพของการจัดการธาตุอาหาร
- (3) ทำนายการขาดธาตุอาหารของพืชในขณะนั้น
- (4) ประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตเพื่อที่จะเพิ่มเติมกลับคืน
- (5) ประเมินสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละท้องถิ่น

ยุทธนาและคณะ (2563) การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในผลผลิตระยะต่างๆ ตลอดจนปริมาณธาตุ อาหารที่ติดไปกับผลผลิต (crop removal) จะให้ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินปริมาณและสัดส่วน ของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่พืชต้องการใช้ในระยะการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้

การใส่ปุ๋ยในระบบน้ำ

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ (Fertigation) คือ การให้ปุ๋ยโดยผสมปุ๋ยที่สามารถละลายน้ำได้หมดลงไปใน ระบบน้ำซึ่งเมื่อพืชดูดน้ำไปใช้ก็จะมีธาตุอาหารขึ้นไปด้วยเป็นการให้ทั้งน้ำและปุ๋ยพร้อมกันในเวลาและ บริเวณที่พืชต้องการ สามารถลดแรงงานในการให้ปุ๋ย ลดการชะล้างปุ๋ยเลยเขตรากพืช การแพร่กระจายปุ๋ย

สม่ำเสมอบริเวณที่รากพืชอยู่ ระบบน้ำที่สามารถให้ปุ๋ยร่วมในระบบต้องเป็นการให้น้ำแบบประหยัดคือ ระบบน้ำหยด หรือ mini sprinkler การให้ปุ๋ยในระบบน้ำเป็นการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะสามารถจำกัดอัตราการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้างปุ๋ยลึกลงไปเกินกว่าระดับราก และมีการกระจายตัวของปุ๋ยสม่ำเสมอ ลดแรงงานการให้ปุ๋ย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้ 10-50% ลดอันตรายจากการเค็มของปุ๋ยที่ให้ทางดิน ลดอัตราการแน่นของดิน สามารถปรับสูตรปุ๋ยได้รวดเร็วทันความต้องการของพืช สามารถใช้ปุ๋ยธาตุอาหารจุลธาตุลงไปในระบบน้ำในรูปของเกลือละลายน้ำง่าย เช่น ZnSO_4 MnSO_4 และ CuSO_4 ทำให้ประหยัดการฉีดยาพ่นปุ๋ยทางใบ แต่ข้อเสียการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำคือ ปุ๋ยต้องละลายน้ำหมด และมีความบริสุทธิ์สูง ส่วนใหญ่มีราคาแพง แต่ถ้าสามารถผสมปุ๋ยเองจากแม่ปุ๋ย จะสามารถทำให้ปุ๋ยราคาถูกลง แต่ผู้ที่ทำได้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของปุ๋ยเป็นอย่างดีนอกจากนั้นแล้วต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติของดินและน้ำ เพราะคุณสมบัติของดินและน้ำเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาในระบบการให้ปุ๋ยทางน้ำ (สุดชล และคณะ, 2564)

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้วิธีให้ปุ๋ยในระบบน้ำ

- 1) ปุ๋ยที่ใช้ต้องละลายน้ำหมดและมีความบริสุทธิ์สูง จึงมีราคาแพง และถ้าจะผสมปุ๋ยใช้เองซึ่งมีราคาถูกกว่าปุ๋ยสำเร็จรูปมาก ต้องใช้แม่ปุ๋ยทำให้หาซื้อได้ยาก
- 2) ต้องมีความรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของดิน ปุ๋ย และน้ำที่ใช้ เนื่องจากปุ๋ยบางชนิดไม่สามารถผสมด้วยกันได้ที่มีความเข้มข้นสูงๆ นอกจากนี้ผลของเกลือที่ละลายอยู่เดิมในน้ำ และค่า pH ของน้ำก็จะมีผลต่อการละลายของปุ๋ยบางชนิด และมีผลต่อการตกตะกอนของปุ๋ยด้วย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยในระบบน้ำควรมีการหาความรู้ในส่วนนี้
- 3) ค่าติดตั้งระบบขั้นต้นมีราคาสูงในที่นี้รวมถึงการให้น้ำด้วย คือ อาจเป็นแบบน้ำหยด หรือ แบบ mini sprinkler ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียอยู่แล้วส่วนอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ปุ๋ยในระบบน้ำเมื่อเทียบกับทั้งระบบถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นมาน้อยมาก ดังนั้นหากมีการเดินระบบให้น้ำอยู่แล้วควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีการให้ปุ๋ยในระบบน้ำเพิ่มเข้าไปด้วย

สารละลายธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต มีทั้งหมด 16 ธาตุ ซึ่ง 3 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ได้จากน้ำและอากาศ และอีก 13 ธาตุ ได้จากการดูดกินผ่านทางราก ทั้ง 13 ธาตุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณที่พืชต้องการ คือธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากและธาตุที่พืชต้องการปริมาณน้อย (เลิศภูมิ, 2566)

ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrient elements)

ไนโตรเจน (N) พืชสามารถดูดกินไนโตรเจนได้ทั้งรูปของแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรทไอออน (NO_3^-) ซึ่งไนโตรเจนส่วนใหญ่ในสารละลายธาตุอาหารพืชในรูปไนเตรทไอออนเพราะถ้ามีแอมโมเนียมไอออนมากจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ สารเคมีที่ให้ไนเตรทไอออน คือ แคลเซียมไนเตรท และโปแตสเซียมไนเตรท นอกจากนี้ยังอาจได้จากกรดดินประสิว (NHO_3^-) ที่ใช้ในการปรับความเป็นกรดต่างของสารละลายธาตุอาหารพืช

ฟอสฟอรัส (P) ในการปลูกพืชไร่ดิน พืชต้องการฟอสฟอรัสไม่มากเท่ากับไนโตรเจนและโปแตสเซียม ประกอบกับไม่มีปัญหาในเรื่องความไม่เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเหมือนในดิน พืชจึงได้รับฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอ รูปของฟอสฟอรัสที่พืชดูดกินได้คือ mono-hydrogen phosphate ion (HPO_4^{2-}) ส่วนที่อยู่ในรูปใดมากกว่ากันขึ้นอยู่กับความเป็นกรดต่างของสารละลายในขณะนั้น

โปแตสเซียม (K) รูปของโปแตสเซียมที่พืชดูดกินได้ คือ potassium ion (K^+) โปแตสเซียมที่มีมากเกินไป จะไปรบกวนการดูดกินแคลเซียมและแมกนีเซียม สารเคมีที่มีโพแทสเซียมคือ potassium nitrate และ potassium phosphate

แคลเซียม (Ca) รูปของแคลเซียมที่พืชดูดกินได้คือ calcium ion (Ca^{2+}) แหล่ง Ca^{2+} ที่ดีที่สุดคือ calcium nitrate เนื่องจากละลายง่าย ราคาไม่แพงและยังให้ธาตุไนโตรเจนด้วย แคลเซียมที่มีมากเกินไปในสารละลายธาตุอาหารพืช จะไปรบกวนการดูดกินโปแตสเซียมและแมกนีเซียม ในน้ำตามธรรมชาติจะมีแคลเซียมอยู่ปริมาณหนึ่ง การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจึงควรคิดแคลเซียมในน้ำด้วยจะได้ไม่เกิดปัญหาในการมีแคลเซียมมากเกินไป

แมกนีเซียม (Mg) รูปของแมกนีเซียมที่พืชดูดกินได้คือ magnesium ion (Mg^{2+}) สารเคมีที่ให้แมกนีเซียมคือ magnesium sulfate ($MgSO_4$) ในน้ำธรรมชาติจะมีแมกนีเซียมอยู่ด้วย ฉะนั้นในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจึงควรคำนึงถึงด้วย แมกนีเซียมที่มีมากเกินไปในสารละลายจะไปรบกวนการดูดกินธาตุโปแตสเซียมและแคลเซียม

กำมะถัน (S) รูปของกำมะถันที่พืชสามารถดูดกินได้ sulfate ion (SO_4^{2-}) พบว่าไม่ค่อยมีปัญหาการขาดกำมะถันในระบบการปลูกพืชไร่นา เพราะพืชต้องการกำมะถันในปริมาณน้อย และจะได้รับจากสารเคมีพวกเกลือซัลเฟตของ K, Mg, Cu, Mn และ Zn เป็นต้น

ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อยหรือจุลธาตุ (micronutrient elements)

โบรอน (B) การแสดงอาการขาดธาตุอาหารโบรอนของพืชพบเห็นได้ยากเนื่องจากพืชต้องการในปริมาณน้อย ซึ่งในน้ำธรรมชาติก็มีโบรอนอยู่ด้วย สารเคมีที่ให้ borate ion (BO_3^{3-}) ซึ่งพืชสามารถดูดกินได้คือ boric acid (H_3BO_3)

สังกะสี (Zn) รูปที่พืชสามารถดูดกินได้คือ zinc ion (Zn^{2+}) ซึ่งได้จาก zinc sulfate ($ZnSO_4$) หรือ zinc chloride ($ZnCl_2$)

ทองแดง (Cu) สารเคมีที่ให้ Copper ion (Cu^{2+}) คือ copper sulfate ($CuSO_4$) หรือ copper chloride ($CuCl_2$)

เหล็ก (Fe) พืชดูดกินในรูป Fe^{2+} หรือ Fe^{3+} สารเคมีที่ให้ธาตุเหล็กที่มีราคาถูกที่สุดคือ ferrous sulfate ($FeSO_4$) ซึ่งละลายน้ำได้ง่าย แต่จะตกเป็นตะกอนได้เร็ว จึงได้ควบคุมสภาพความเป็นกรดต่างของสารละลายเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ โดยใช้เหล็กในรูปคีเลต (Fe-chelate) ซึ่งเป็นสารเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างเหล็กและสารคีเลต ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ เหล็กคีเลต เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสามารถคงตัวอยู่ในรูปสารละลายธาตุอาหารพืชและพืชดูดกินได้ เหล็กคีเลตที่นิยมใช้กินอยู่ในรูปของ EDTA หรือ EDDHA

แมงกานีส (Mn) มีลักษณะเหมือนกับเหล็กคือ ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีส จะถูกควบคุมโดยความเป็นกรดต่าง ถ้าสารละลายธาตุอาหารพืชมีลักษณะต่าง ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีสจะลดลง manganese ion (Mn^{2+}) ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถดูดกินได้ จะได้จากสารเคมี manganese sulfate ($MnSO_4$) หรือ manganese chloride ($MnCl_2$)

โมลิบดีนัม (Mo) รูปที่พืชสามารถดูดกินได้คือ molybdate ion (MoO_4^{2-}) ซึ่งได้จากจากสาร sodium molybdate หรือ ammonium molybdate

คลอรีน (Cl) ในน้ำจากมีคลอรีนในรูปของคลอไรด์ (chloride ion (Cl^-)) ซึ่งเป็นรูปที่พืชพืชจะนำไปใช้ประโยชน์เกือบอยู่ด้วย จากการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจะได้คลอไรด์จากสารเคมี potassium

chloride รวมทั้งจากจุลธาตุบางธาตุที่อยู่ในรูปของสารประกอบคลอไรด์ ถ้าสารละลายมี Cl^- มากเกินไป จะไปมีผลยับยั้งการดูดกิน anions ตัวอื่น เช่น nitrate (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{2-})

การควบคุมความเป็นกรดต่าง (pH) และการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายอาหารพืช

การรักษาหรือควบคุมความเป็นกรดต่าง และการนำไฟฟ้าในสารละลายอาหารนี้เพื่อสามารถดูใช้ปุ๋ยหรือสารอาหารได้ดี และเพื่อให้ปริมาณสารอาหารแก่พืชที่ต้องการ

1. การรักษาหรือควบคุม pH

เนื่องจากค่าความเป็นกรดต่างในสารละลายจะเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความสามารถของรากที่จะดูดธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชได้ปกติแล้วควรรักษาค่าความเป็นกรดต่างที่ 5.8-7.0 เพราะเป็นค่าหรือช่วงธาตุอาหารพืชต่างๆ สามารถงอกงามรสรละลายที่พืชนำไปใช้ได้ดี ค่าความเป็นกรดในสารละลายธาตุอาหารพืชเปลี่ยนแปลงได้หลายสาเหตุ เช่น การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากที่รากดูดธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร แล้วพืชปลดปล่อยไฮโดรเจน (H^+) ไฮดรอกไซด์ (OH^-) จากรากสู่สารละลายธาตุอาหารพืชทำให้ pH เปลี่ยนแปลงไป เช่น

- ประจุไฟฟ้าลบ หรือแอนไอออน (anions) เช่น ไนเตรท (NO_3^-), ซัลเฟต (SO_4^{2-}), ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) แล้วปลดปล่อยไฮดรอกไซด์ (OH^-) สู่สารละลายธาตุอาหาร
- ประจุบวกแคตไอออน (cations) เช่น แคลเซียม (Ca^{2+}), แมกนีเซียม (Mg^{2+}), โพแทสเซียม (K^+), แอมโมเนียม (NH_4^+), แล้วปลดปล่อยไฮโดรเจน (H^+) สู่สารละลายธาตุอาหารปกติ แล้วธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืช มีประจุไฟฟ้าบวกหรือแคตไอออนมากกว่าค่าของประจุไฟฟ้าลบหรือแอนไอออนแล้ว ค่าความเป็นกรดต่างจะลดลง ในขณะที่การดูดกินแอนไอออนมากกว่าแคตไอออนจะเพิ่มความเป็นกรดต่างในสารละลายธาตุอาหารพืช สำหรับการให้ธาตุอาหารบางชนิดที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก คือ ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen, N) ซึ่งมีทั้ง 2 รูปแบบคือ ในรูปของประจุลบในสารละลายในรูปของไนเตรท (NO_3^-) และในรูปของประจุบวกในสารอาหารในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) นั้น ต้องพิจารณาถึงอัตราส่วนของสารนี้ให้ดีเพราะจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดต่างและการใช้ประโยชน์ของพืชมากกว่าปรับเพื่อลดหรือเพิ่มค่าความเป็นกรดต่างนั้นสามารถทำได้โดยเติมสารลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช
- **1.1 การปรับเพื่อลดค่าความเป็นกรดต่าง** โดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Sulfuric acid (H_2SO_4) หรือ Nitric acid (HNO_3) หรือ Hydrochloric acid (HCl) หรือ Acetic acid
- **1.2 การปรับเพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรดต่าง** ให้สูงขึ้น ทำโดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Potassium hydroxide (KOH) หรือ Sodium hydroxide (NaOH) หรือ Sodium bicarbonate หรือ Bicarbonate of soda (NaHCO_3)

2. การควบคุมค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)

เนื่องจากปุ๋ยที่ละลายในน้ำที่ค่าของไอออน (ion) ที่สามารถให้กระแสไฟฟ้าที่มรหน่วยเพนโมท์ (Mho) แต่ค่าของการนำไฟฟ้านี้ค่อนข้างน้อยมาก จึงมีการวัดเป็นค่าที่มีหน่วยเป็นมิลลิโมท์/เซนติเมตร (milliMhos/cm) อันเป็นค่าที่ได้จากการวัดการนำกระแสไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารพืช (คือน้ำกับปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารพืชทั้งหมดในถังที่ใส่สารอาหารทั้งหมด) เท่านั้น แต่ไม่ทราบค่าของสัดส่วนของธาตุอาหารใด

ธาตุอาหารหนึ่งที่อยู่ไนโตรเจนที่อาจเปลี่ยนไปตามเวลาเนื่องจากพืชนำไปใช้หรือตกตะกอนตั้งนั้นหลังจากมีการปรับค่าการนำไฟฟ้าไปได้ระยะหนึ่งแล้วจึงควรเปลี่ยนสารละลายในถังใหม่เป็นระยะๆ เช่น ทุก 3 สัปดาห์ ซึ่งการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารพืชแต่ละครั้งก็หมายถึงการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นปกติแล้วควรรักษาค่าการนำไฟฟ้าของสารระหว่าง 2.0-4.0 มิลลิโหมท์/เซนติเมตร (milliMhos/cm)

การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แม้ว่าปกติแล้วควรรักษาค่าการนำไฟฟ้าของสารอาหารระหว่าง 2.0-4.0 มิลลิโหมท์/เซนติเมตร (milliMhos/cm = mMhos/cm) $1 \text{ (mMho/cm)} = 1 \text{ Millisiemen/cm (mS/cm)}$ $1 \text{ Millisiemen/cm (mS/cm)} = 650 \text{ ppm}$ ของความเข้มข้นของสารละลาย (salt) ปกติแล้วความเข้มข้นของสารอาหารควรอยู่ในช่วง 1,000-1,500 ppm เพื่อให้แรงดันออสโมติกของกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของรากพืชได้สะดวก ค่าการนำไฟฟ้าจะแตกต่างกันไปตามกันไปตามชนิดพืช ระยะการเติบโต และความเข้มของแสง

