การปลูกผัก
ไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT

พิชาดา ศรีจันทร์
เบญจรัตน์ เตรียมแรง
สิราณี คำลือ
อรุโณทัย ดาโน

แก้วปัญญา Kaewpanya
ISBN 978-974-625-921-7 (E-book)

การปลูกผัก
ไฮโดรโปนิกส์
แบบ NFT

คำนำ

องค์ความรู้การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (Nutrient Film Technique) เล่มนี้ เป็นส่วนหนึ่งจากโครงงานของนักศึกษาคณะคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ในภาควิชา สหกิจศึกษา ร่วมกับสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาดำเนินงานการทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในโรงเรือนระบบปิด

การรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลหนังสือองค์ความรู้เรื่อง"การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ แบบ NFT" เล่มนี้ เพื่อถ่ายทอดความรู้จากการดำเนินงานโดยออกมาในรูปแบบของหนังสือเล่มเล็ก เพื่อส่งเสริมให้สร้างองค์ความรู้ของมหาวิทยาลัยและเกิดการถ่ายทอดองค์ความรู้เหล่านี้สู่ภาคประชาชน โดยคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือองค์ความรู้เล่มนี้จะเป็นส่วนหน่งในการให้ผู้ที่กำลังศึกษาหรือผู้ที่สนใจสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาชุมชนสังคมประเทศให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

สารบัญ

7 บทนำ

9 การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (NutrientFilm Technique)

12 การปลูกพืชไร้ดินด้วยเทคนิควัสดุปลูก (Substrate Culture)

16 การควบคุมการเป็นกรด-ด่าง pH และค่าการนำไฟฟ้า EC ของสารละลายธาตุอาหารพืช

21
ขั้นตอนและ
วิธีการปลูกผัก
ไฮโดรโปนิกส์

26
การตรวจสอบ
ค่า pH

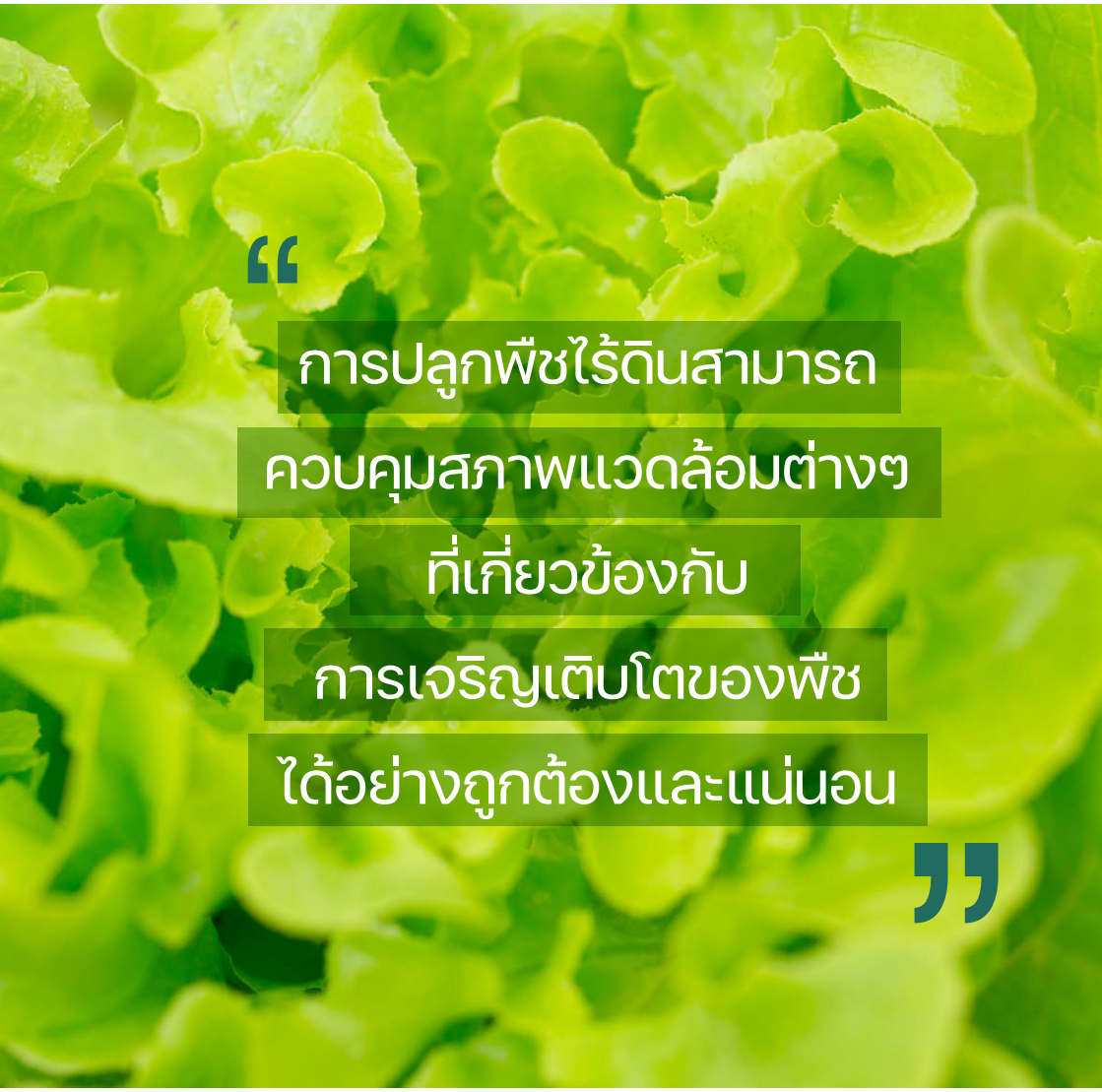
31
การสังเคราะห์แสง

25
ตารางการให้ปุ๋ย

28
การตรวจสอบ
ค่า EC

32
สูตรการคำนวณ
หาค่าปุ๋ย

34
บทสรุป


“
การปลูกพืชไร้ดินสามารถ
ควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ
ที่เกี่ยวข้องกับ
การเจริญเติบโตของพืช
ได้อย่างถูกต้องและแน่นอน
”

บทนำ

การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (Nutrient Film Technique) เป็นการปลูกพืชแบบหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างมากในปัจจุบัน สามารถปลูกพืชได้ในทุกสถานที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัด ไม่ว่าจะปลูกจำนวนน้อยหรือการปลูกแบบเศรษฐกิจเชิงการค้า สามารถใช้เทคนิคการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT โดยไม่ใช้ดินกับพืชได้แทบทุกชนิด ตั้งแต่ผัก ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ พืชไม้เลื้อย จนถึงพืชยืนต้น โดยส่วนใหญ่นิยมใช้กับพืชผัก ไม้ผลที่มีระยะเก็บเกี่ยวในช่วงอายุสั้น การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สามารถหลีกเลี่ยงสภาวะต่าง ๆ ที่ไม่อำนวยในสภาพการผลิตจากวิธีการปลูกพืชโดยทั่ว ๆ ไป อาทิเช่น สภาพดินที่ไม่เหมาะสม ดินเค็ม ดินเปรี้ยว สภาพอากาศ ฤดูกาล รวมถึงการขยายตัวของชุมชนทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง และราคาที่ดินสูงขึ้น นอกจากนี้การปลูกพืชไร้ดินยังสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้องและแน่นอน จึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชที่ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สูงกว่าการปลูกพืชในดิน ยิ่งไปกว่านั้นการผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ยังประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายที่ไม่ต้องเตรียมดินและกำจัดวัชพืชก่อนการเพาะปลูกเกษตรกรสามารถปลูกพืชได้ต่อเนื่องตลอดปีในพื้นที่เดิมโดยไม่มีปัญหาการทำลายสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินมาเกี่ยวข้อง ในเรื่องการตลาดเกษตรกรสามารถควบคุมคุณภาพ ปริมาณของผลผลิตให้ได้ตรงกับความต้องการของตลาดมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวโน้มว่าการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย

การปลูกผักแบบระบบ NFT (Nutrient Film Technique)

การปลูกผักสลัด นิยมใช้ระบบ NFT (Nutrient Film Technique) เป็นผักทรงพุ่ม เหมาะกับรูปแบบการปลูกที่ได้รับการออกแบบไว้แต่ก่อนอื่น เราควรทำความรู้จักกับระบบ NFT กันให้ละเอียดขึ้น ระบบ NFT ไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFT (Nutrient Film Technique) เป็นการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์โดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 1-3 มิลลิเมตร) ในรางปลูกผักกว้างได้ตั้งแต่ 5-35 เซนติเมตร สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร ความกว้างรางขึ้นอยู่กับชนิดผักที่ปลูก ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร สารละลายจะไหลอย่างต่อเนื่องอัตราไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที/ราง รางอาจทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำ หนา 80-200 ไมครอน หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูปทำจากโฟมขึ้นรูปเป็นรางติดกัน 3-5 รางและต่อกันตามแนวยาวและบุภายในด้วยแผ่นพลาสติกกันน้ำรั่ว หรืออาจทำจากโลหะ เช่น สังกะสีหรืออะลูมิเนียมและบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรากพืชและเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย โดยระบบ NFT ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำเนื่องจากระบบนี้จะมีการให้น้ำแก่ผักไฮโดรโปนิกส์ตลอดเวลา ระบบการให้สารละลายแก่ผักไม่ยุ่งยาก ทำการป้องกันและกำจัดเชื้อโรคพืชต่างๆ ในสารละลายได้ง่าย เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ไม่มีวัสดุปลูกที่ต้องกำจัดสามารถปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี ไม่เสียเวลาในการเตรียมระบบปลูก เช่น สามารถปลูกผักสลัดได้ถึง 8-10 ครั้ง/ปี

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิกส์

1.ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม

ยีน (gene) เป็นตัวกำหนดลักษณะการเจริญเติบโตของพืช ไม่ว่าจะเป็นส่วนของราก ลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ ตลอดจนดอกและผล การสะสมมวลชีวภาพได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพืชเอง พันธุ์พืชที่จะใช้กับการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์โดยเฉพาะยังไม่มีหรือมีน้อยมาก

2. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.1 แสง

ตามธรรมชาติพืชจะใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน เพื่อทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ใบ หรือส่วนที่มีสีเขียว โดยมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ซึ่งเป็นรงค์วัตถุสีเขียวชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่เป็นตัวรับแสงเพื่อ เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) เป็นกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) และก๊าซออกซิเจน (O_2) พืชที่ปลูกในบ้านหรือเรือนทดลอง อาจใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าทดแทนแสงอาทิตย์ได้แต่ก็เป็นการสิ้นเปลืองและไม่ สมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับ แสงธรรมชาติ

2.2 อากาศ

พืชจำเป็นต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีอยู่ประมาณ 0.033 เปอร์เซ็นต์ ในบรรยากาศในการผลิตกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์เริ่มต้น เหตุการณ์ที่พืชจะขาดคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นไปได้ยากหเนื่องจากมีแหล่งคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเหลือเฟือ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานและรถยนต์ ตลอดจน การผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนก๊าซออกซิเจน (O_2) พืชต้องการเพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ (Respiration) เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่ง ถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานเคมี ในรูปของน้ำตาลกลูโคสและสามารถให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism) ต่าง ๆ การหายใจของส่วนเหนือดินของพืชมักไม่มีปัญหาเพราะในบรรยากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรากพืช มักจะขาดออกซิเจนโดยเฉพาะการปลูกพืชไร้ดินด้วยเทคนิคการปลูกด้วยสารละลาย (Water Culture หรือ Liquid Culture) จำเป็นต้องให้ออกซิเจนในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช การให้ออกซิเจนแก่รากพืชจะให้ในรูปของฟองอากาศที่แทรกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งให้โดยใช้เครื่องสูบ ลม หรือการใช้ระบบน้ำหมุนเวียน

2.3 น้ำ

คุณภาพน้ำเป็นเรื่องสำคัญมากเรื่องหนึ่ง การปลูกพืชเพียงเล็กน้อยเพื่อการทดลองจะไม่มีปัญหาแต่การปลูกเป็นการค้า จะต้องพิจารณาเรื่องของน้ำก่อนอื่น หากใช้น้ำคุณภาพไม่ดีทั้งองค์ประกอบทางเคมีและความสะอาด จะก่อให้เกิดความล้มเหลว น้ำ เป็นตัวประกอบที่สำคัญ โดยจะถูกนำไปใช้ 2 ทาง คือ

2.31 ใช้เป็นองค์ประกอบของพืช พืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พืชใช้น้ำเพื่อก่อให้เกิดกิจกรรมที่มีประโยชน์

2.32 ใช้เป็นตัวทำละลายธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูป ไอออนหรือ สารละลายธาตุอาหารพืชโมเลกุลเพื่อให้รากดูดกิน เข้าไป ปกติน้ำประปาถือว่าใช้ได้ แต่สำหรับการทดลอง มักใช้น้ำกลั่น หรือ น้ำประปาที่ทิ้งให้คลอรีนหมดไป แหล่งของน้ำที่ดีที่สุด สำหรับการปลูก พืชไร้ดิน เชิงพาณิชย์ คือ น้ำฝนหรือน้ำจากคลองชลประทาน

2.4 วัสดุปลูก

วัสดุปลูกหมายถึงวัตถุ (material) ต่างๆ ที่เลือกสรรค์มาเพื่อใช้ปลูกพืชและทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตได้เป็นปกติ วัสดุดังกล่าวอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดผสมกัน ชนิดของวัสดุปลูกอาจเป็นอินทรีย์วัตถุก็ได้ โดยทั่วไปวัสดุปลูกจะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช 4 ประการ ได้แก่

ก. ค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้

ข. เก็บสำรองธาตุอาหารพืช

ค. กักเก็บน้ำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช

ง. แลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูก

การปลูกพืชไร้ดินด้วยเทคนิค วัสดุปลูก (Substrate Culture)

วัสดุปลูกพืชนับว่ามีความสำคัญยังวัสดุปลูกอาจจะเป็นวัสดุอนินทรีย์ (Inorganic media) เช่น ทราย กรวด หนิ ภูเขาไฟ เปอร์ไลท์ (Perlite) เวอร์มิคิวไลท์ (Vermiculite) และร็อกวูล (Rockwool) เป็นต้น หรือวัสดุอินทรีย์ (Organic media) เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว เปลือกไม้และแกลบ เป็นต้น วัสดุปลูกควรมีอนุภาคสม่ำเสมอ ราคาถูก ปราศจากพิษและศัตรูพืช และ เป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นนั้น ในญี่ปุ่นส่วนใหญ่จะใช้แกลบเป็นวัสดุปลูก แต่แกลบจะมีรูพรุนมากจึงดูดซับน้ำควรเก็บไว้ระยะหนึ่งหรือผสมกับวัสดุอื่นที่กักเก็บน้ำได้ เช่น ขุยมะพร้าว ความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของอากาศและน้ำ ในช่องว่างที่เหมาะสม วัสดุปลูกที่เป็นของแข็ง สามารถจำแนกตามที่มาและแหล่งกำเนิดของวัสดุได้ดังต่อไปนี้

1. วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรีย์สาร เช่น

- วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ทราย ก้อนกรวด หินภูเขาไฟ หินชีลท์ ฯลฯ

- วัสดุที่ผ่านขบวนการโดยใช้ความร้อน ทำให้วัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น ดินเผา เม็ดดินเผา ที่ได้จากการเผาเม็ดดินเหนียวที่อณุหภูมิ สูง 1,100 องศาเซลเซียส ใยหินที่ได้จากการหลอมหินภูเขาไฟที่ทำให้เป็นเส้นใยแล้วผสมด้วยสารเลซิน เปอร์ไลท์ ที่ได้จากทรายที่มีต้นกำเนิดจากภูเขาที่อุณหภูมิสูง 1,200 องศาเซลเซียส เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) ที่ได้จากการเผาแร่ไม้กาที่อุณหภูมิสูง 800 องศาเซลเซียส เป็นต้น

- วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เศษจากการทำอิฐมอญ เศษดินเผาจากโรงงานเครื่องปั้นดินเผา

2.วัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร เช่น วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ขุยและเส้นใยมะพร้าว แกลบและ ขี้เถ้า เปลือกถั่วพีท หรือ วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย กากตะกอนจากโรงงานน้ำตาล วัสดุเหลือใช้จากโรงงานกระดาษ

3. วัสดุสังเคราะห์ เช่น เม็ดโฟม แผ่นฟองน้ำ และเส้นใยพลาสติกลักษณะของวัสดุปลูกที่ดีภาพรวมในการเลือกใช้ วัสดุปลูกให้คำนึงถึง คือ ต้องสะอาดและทำความสะอาดง่าย มีความแข็งแรง มีคณุสมบัติทางกายภาพที่ดี เช่น ไม่ทรุดตัวง่าย ถ่ายเทน้ำและอากาศได้ดีมีคุณสมบัติที่เหมาะสมทางเคมี เช่น ระดับของความเป็นกรดด่าง ไม่มีสารทำลายรากพืช เป็นวัสดุที่สามารถเพาะเมล็ดได้ทุกขนาดและทุกประเภท ควรเป็น วัสดุที่มีราคาถูกที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นและไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

สารละลายธาตุอาหารพืชธาตุอาหาร

สารละลายธาตุอาหารพืชธาตุอาหารที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตมีทั้งหมด 16 ธาตุ ซึ่ง 3 ธาตุ คือคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ได้จากน้ำและอากาศ และอีก 13 ธาตุ ได้จากการดูดกินผ่านทางราก ทั้ง 13 ธาตุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณที่พืชต้องการ คือ

1.ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก
2.ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย

1. ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrient elements)

ไนโตรเจน (N) พืชสามารถดูดกินไนโตรเจนได้ทั้งในรูปของแอมโมเนียมไอออน ($NH4^+$) และไนเตรทไอออน ($NO3^-$) ซึ่งไนโตรเจนส่วนใหญ่ในสารละลายธาตุอาหารพืชจะอยู่ในรูปไนเตรทไอออน เพราะถ้ามี แอมโมเนียมไอออนมากจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ สารเคมีที่ให้ไนเตรทไอออน คือ แคลเซียมไอออน และโปแตสเซียมไนเตรท นอกจากนี้ยัง อาจได้จากกรดดินประสิว (HNO_3^-) ที่ใช้ในการปรับความเป็นกรดด่างของสารละลาย ธาตุอาหารพืช

ฟอสฟอรัส (P) ในการปลูก พืชไร้ดิน พืชต้องการธาตุฟอสฟอรัส ไม่มากเท่ากับ ไนโตรเจน และโปแตสเซียม ประกอบกับ ไม่มีปัญหาในเรื่องความไม่เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเหมือนในดิน พืชจึงได้รับฟอสฟอรัสอย่างงเพียงพอ รูปของฟอสฟอรัส ที่พืชสามารถดูดกินได้คือ mono-hydrogenphosphate ion ($HPO4^{2-}$) ส่วนจะอยู่ในรูปใดมากกว่ากัน ขึ้นอยู่กับความเป็น กรดด่างของสารละลายในขณะนั้นโปแตสเซียม (K) รูปของโปแตสเซียมที่พืชใช้ดูดกินได้คือ potassium ion (K^+) โปแตสเซียมที่มีมากเกินพอ จะไปรบกวนการดูดกิน แคลเซียมและแมกนีเซียมสารเคมีที่ให้โปแตสเซียม คือpotassuimnitrate และ potassium phosphate

แคลเซียม (Ca) รูป ของแคลเซียมที่พืชดูดกินได้คือ calcium ion (Ca^{2+}) แหล่ง Ca^{2+} ที่ดีที่สุด คือ calcium nitrate เนื่องจากละลายง่าย ราคาไม่แพง และยังให้ธาตุไนโตรเจนด้วย แคลเซียมที่มีมากในสารละลายธาตุอาหารพืช จะไปรบกวนการดูดกินโปแตสเซียมและแมกนีเซียมในน้ำตามธรรมชาติจะมีแคลเซียมอยู่ปริมาณหนึ่ง การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช จึงควรคิดแคลเซียมในน้ำด้วยจะได้ไม่เกิดปัญหาในการมีแคลเซียมมากเกินไป

แมกนีเซียม (Mg) รูป ของแมกนีเซียมที่พืชดูดกินได้คือ magnesium ion (Mg^{2+}) สารเคมีที่ให้แมกนีเซียม คือ magnesium sulfate ($MgSO_4$) ในน้ำธรรมชาติจะมีแมกนีเซียมอยู่ด้วย ฉะนั้นในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช จึง ควรคำนึงถึงด้วย แมกนีเซียมที่มีมากเกิน พอในสารละลายจะไปรบกวนการดูด กินธาตุ โปแตสเซียม และแคลเซียม

กำมะถัน (S) รูปของกำมะถัน ที่พืชสามารถดูดกินได้ คือ sulfate ion (SO_4^{2-}) พบว่าไม่ค่อยมีปัญหาการขาดกำมะถัน ในระบบการปลูกพืชไร้ดินเพราะพืชต้องการกำมะถันในปริมาณน้อย และจะได้รับจากสารเคมีพวกเกลือซัลเฟตของ K, Mg, Fe, Cu, Mn และ Zn เป็นต้น

2. ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อยหรือจุลธาตุ (micronutrient elements)

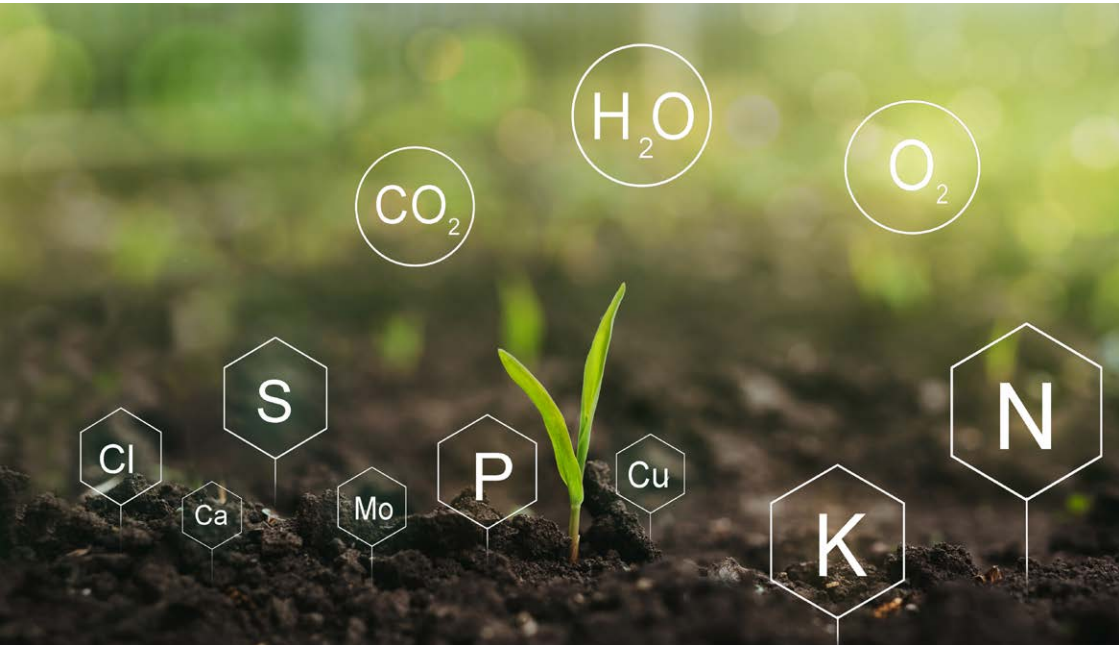
โบรอน (B) การแสดงอาการขาดธาตุโบรอนของพืชพบเห็นได้ยากเนื่องจากพืชต้องการในปริมาณน้อย ซึ่งในน้ำธรรมชาติก็มีโบรอนอยู่ด้วย สารเคมีที่ให้ borate ion (BO_3-) ซึ่งพืชสามารถดูดกินได้ คือ boric acid (H_3BO_3) สังกะสี (Zn) รูปที่พืชสามารถดูดกินได้คือ zinc ion (Zn^{2+}) ซึ่งได้จาก zinc sulfate ($ZnSO_4$)หรือ zinc chloride ($ZnCl_2$)ทองแดง (Cu) สารเคมีที่ให้ Copper ion (Cu^{2+}) คือ copper sulfate ($CuSO_4$) หรือ copperchloride ($CuCl_2$)

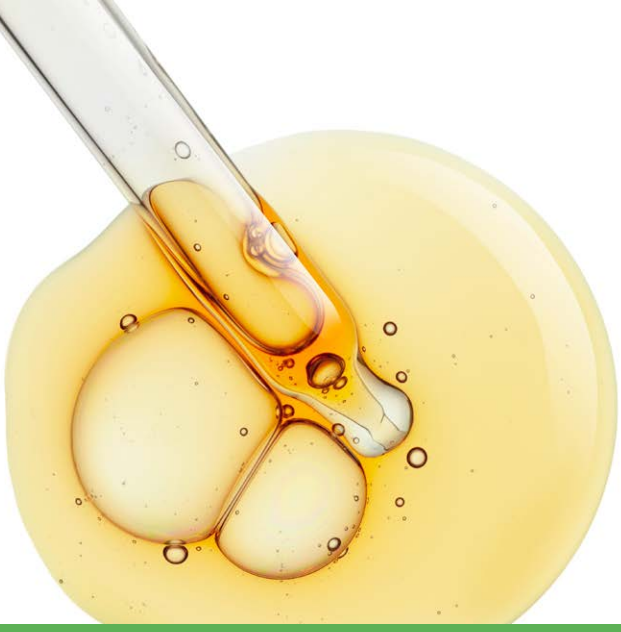
เหล็ก (Fe) พืชดูดกินในรูป Fe^{2+} หรือ Fe^{3+} สารเคมีที่ให้ธาตุเหล็กที่มีราคาถูกที่สุด คือ ferrous sulfate ($FeSO_4$) ซึ่งละลายน้ำได้ง่ายแต่ก็จะตกเป็นตะกอนได้เร็ว จึงต้องควบคุมสภาพความเป็นกรดด่างของสารละลายเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ โดยการใช้เหล็กในรูป คีเลต (Fe-chelate) ซึ่งเป็นสารเกิดจากการทำ ปฏิกิริยาระหว่างเหล็กและสารคีเลต ซึ่งเป็นสารประกอบอนินทรีย์ เหล็กคีเลต เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสามารถคงตัวอยู่ในรูปสารละลายธาตุอาหารพืชและพืช ดูดกินได้ เหล็กคีเลตที่นิยมใช้กันอยู่ในรูปของ EDTA หรือ EDDHA

แมงกานีส (Mn) มีลักษณะเหมือนกับเหล็ก คือ ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีสจะถูกควบคุม โดยความเป็นกรดด่างถ้าสารละลายธาตุอาหารพืชมีลักษณะด่าง ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีสจะลดลง manganese ion (Mn^{2+}) ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถดูดกินได้จะได้จากสารเคมี manganese sulfate ($MnSO_4$) หรือ manganese chloride ($MnCl_2$)

โมลิบดีนัม (Mo) รูปที่พืชสามารถดูดกินได้คือ molybdate ion ($MoO_4$2-) ซึ่งได้จากสาร sodium molybdate หรือ ammonium molybdate

คลอรีน (Cl) ในน้ำจะมีคลอรีนในรูปของคลอไรด์ chloride ion (Cl^-) ซึ่งเป็นรูปที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์เจือปนอยู่ด้วย จากการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจะได้คลอไรด์จากสารเคมี potassium chloride รวมทั้งจากจุลธาตุบางธาตุที่อยู่ในรูปของสารประกอบคลอไรด์ ถ้าสารละลายมี Cl^- มากเกินพอจะไปมีผลยับยั้งการดูดกิน anions ตัวอื่นเช่น nitrate (NO^{3-}) และซัลเฟต ($SO_4$2-)





การควบคุมความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารพืช

การรักษาหรือควบคุมความเป็นกรดด่างและค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายอาหารเพื่อให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ย หรือ สารอาหารพืชได้ดีและเพื่อให้ปริมาณสารอาหารแก่พืชตามที่ต้องการ

1. การรักษาหรือ ควบคุม pH

เนื่องจากค่าความเป็นกรดด่างในสารละลายจะเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความสามารถของรากที่จะดูดธาตุอาหารต่าง ๆที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชได้ ปกติแล้วควรรักษาค่าความเป็นกรดด่างที่ 5.8-7.0 เพราะเป็นค่าหรือช่วงที่ธาตุอาหารพืชต่าง ๆสามารถคงรูปในสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้ดี ค่าความเป็นกรดด่างในสารละลายธาตุอาหารพืชเปลี่ยนแปลงได้หลายสาเหตุ เช่น การเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการที่รากพืชดูดธาตุในสารละลายธาตุอาหารแล้วพืชปลดปล่อยไฮโดรเจน (H^+) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) จากรากสู่สารละลายธาตุอาหารพืชทำให้ pH เปลี่ยนแปลงไป เช่น - ประจุไฟฟ้าลบ หรือแอนไอออน (anions) เช่น ไนเตรท (NO_3^-), ซัลเฟต (SO_4^-), ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) แล้ว จะปลดปล่อยไฮดรอกไซด์ (OH^-) สู่สารละลายธาตุอาหาร - ประจุไฟฟ้าบวก หรือแคตไอออน (cations) เช่น แคลเซียม (Ca^{2+}), แมกนีเซียม (Mg^{2+}),โปแตสเซียม (K^+), แอมโมเนียม (NH_4^+) แล้วจะปลดปล่อยไฮโดรเจน (H^+) สู่สารละลายธาตุอาหารปกติแล้วธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืชมีประจุไฟฟ้าบวก หรือแคตไอออนมากกว่าค่าของประจุไฟฟ้าลบหรือแอนไอออนแล้วค่าความเป็นกรดด่างจะลดลง

ในขณะที่การดูดกินแอนไอออนมากกว่า แคตไอออนจะเพิ่มความเป็นกรดด่างใน สารละลายธาตุอาหารพืช สำหรับการให้ธาตุอาหารบางชนิดที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก คือ ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen, N) ซึ่งมีการให้ทั้ง 2 รูปแบบ คือ ในรูปแบบของประจุลบในสารอาหารในรูปของไนเตรส (NO_3-) และ ในรูปแบบของประจุบวกในสารอาหารในรูปของแอมโมเนียม (NH_4+) นั้นต้องพิจารณาถึงอัตราส่วนของสารนี้ให้ดีเพราะจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่างและการใช้ประโยชน์ของพืชมาก การปรับเพื่อลดหรือเพิ่มค่าความเป็นกรดด่างนั้นสามารถทำได้โดยเติมสารลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น

1.1 การปรับเพื่อลดค่าความเป็นกรดด่าง โดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Sulfuric acid (H_2SO_4) หรือ Nitric acid (HNO_3) หรือ Hydrochloric acid (HCl) หรือ Acetic acid

1.2 การปรับเพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรดด่าง ให้สูงขึ้น โดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Potassium hydroxide (KOH) หรือ Sodium hydroxide (NaOH) หรือ Sodium bicarbonate หรือ Bicarbonate of soda ($NaHCO_3$)

ลักษณะรากผักไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics)

2. การควบคุมค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)

เนื่องจากปุ๋ยที่ละลายในน้ำมีค่าของไอออน (ion) ที่สามารถให้กระแสไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นโมห์(Mho) แต่ค่าของการนำกระแสไฟฟ้านี้ค่อนข้างน้อยมากจึงมีการวัดค่าที่มีหน่อยเป็น มิลลิโมห์/เซนติเมตร (milliMhos/cm) อันเป็นค่าที่ได้จากการวัดการนำกระแสไฟฟ้าจากพื้นที่หนึ่งคิวบิกเซนติเมตรของสารอาหาร

การวัดค่าการนำไฟฟ้าจะทำให้เราทราบเพียงค่ารวมของการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารพืช (คือ น้ำกับปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารพืช ทั้งหมดในถังที่ใส่สารอาหารทั้งหมด) เท่านั้น แต่ไม่ทราบค่าของสัดส่วนของธาตุอาหารใดธาตุอาหารหนึ่งที่อยู่ในถังที่อาจเปลี่ยนไปตามเวลาเนื่องจากพืชนำไปใช้หรือตกตะกอน

ดังนั้น หลังจากมีการปรับค่าการนำไฟฟ้าไปได้ระยะหนึ่งแล้วจึงควรเปลี่ยนสารละลายในถังใหม่เป็นระยะ ๆ โดยเฉพาะประเทศที่มีอากาศร้อนอย่างประเทศไทย ควรเปลี่ยนสารละลายใหม่เป็นระยะ ๆ เช่น ทุก ๆ 3 สัปดาห์ ซึ่งการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารพืชแต่ละครั้งก็ หมายถึงการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นปกติแล้วควรรักษาค่าการนำไฟฟ้าของสารอาหารระหว่าง 2.0-4.0 มิลลิโมห์/เซนติเมตร (milliMhos/cm) การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแม้ว่าปกติแล้วควรรักษาค่าการนำไฟฟ้าของสารอาหารระหว่าง 2.0-4.0 มิลลิโมห์/เซนติเมตร (milliMhos/cm=mMhos/cm) 1 (mMho/cm) = 1Millisiemen/cm (mS/cm) 1 Millisiemen/cm (mS/cm) = 650 ppm ของความเข้มข้นของสารละลาย (salt)

ปกติแล้วความเข้มข้นของสารอาหารควรอยู่ในช่วง 1,000-1,500 ppm เพื่อให้แรงดันออสโมติกของกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของรากพืชได้สะดวกค่าการนำไฟฟ้าจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ระยะการเติบ โตและความเข้มของแสง เช่น ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำคือ (1.5-2.0 mMho/cm) เหมาะสมต่อการปลูกแตงกวา ค่าการนำไฟฟ้าที่สูงคือ (2.5-3.5 mMho/cm) เหมาะสมต่อการปลูกมะเขือเทศ ค่าการนำไฟฟ้า (1.8-2.0 mMho/cm) เหมาะสำหรับการปลูกผัก และไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป ค่าการนำไฟฟ้า จะแตกต่างกันไปตามระยะการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นพืช เพราะค่าการนำไฟฟ้าที่สูงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นต่อการให้ผล (Vegetative growth) และสูงขึ้นเมื่อพืชให้ผลผลิต (Reproductive growth) ดังนั้นการปลูกพืชที่ให้ผลผลติ เช่น มะเขือเทศ ควรคำนึงถึงข้อนี้ด้วย

นอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้านี้ จะแตกต่างกันไปตามความเข้มข้นของแสง เช่น กล่าวคือ ถ้าแสงมีความเข้มข้นมากพืชต้องการสารละลายทีมีความเข้มข้นน้อยลง คือ พืชจะดูดน้ำมากกว่าธาตุอาหาร การเปลี่ยนสารละลายใหม่เนื่องจากการวัดค่าการนำไฟฟ้า จะทำให้เราทราบเพียงค่ารวมของการนำไฟฟ้าของสารอาหารคือ น้ำกับธาตุอาหารทั้งหมดในถัง ที่ใส่สารละลายธาตุอาหารพืชเท่านั้น แต่ไม่ทราบค่าของสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่เปลี่ยนไปตามเวลาที่ให้ เนื่องจากธาตุอาหารบางพืชนำไปใช้น้อยจึงเหลือสะสมในสารอาหาร (เช่น โซเดียมและคลอรีน) ซึ่งจะมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์หรือองค์ประกอบของสารละลายตัวอื่นๆ เปลี่ยนแปลงไป หรือ ตกตะกอน

ดังนั้นจึง ควรเปลี่ยนสารละลายในถังใหม่เป็นระยะๆ โดยเฉพาะประเทศที่มีอากาศร้อนอย่างประเทศไทย ควรเปลี่ยนสารละลายใหม่เป็นระยะ เช่น ทุกๆ 3 สัปดาห์ การรักษาหรือควบคุมค่าความเป็นกรดด่าง และค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารพืชนี้ สามารถกระทำโดยใช้แรงงานหรือใช้ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติก็ได้

องค์ประกอบของระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT

1. ส่วนควบคุมสารละลาย

1.1 ถังเก็บสารละลาย โดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดิน เพื่อป้องกันความร้อนและขณะที่น้ำจากรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ไหลตกลงในถังก็จะเป็นการเพิ่มการละลายตัวของออกซิเจนอีกทีหนึ่ง ขนาดของถังเก็บสารละลายขึ้นอยู่กับปริมาณผักไฮโดรโปนิกส์ในระบบ และชนิดผักที่ปลูก และความถี่ในการปรับค่า pH และ EC ถ้าถังที่ใช้มีขนาดเล็กจะต้องมีการเติมและปรับสารละลายบ่อย และโอกาสที่ผักจะได้รับสารละลายที่มีองค์ประกอบไม่เหมาะสมจะมากด้วย (อาจจำเป็นต้องใช้ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ)

โดยทั่วไปถ้าถังสารละลายมีขนาดใหญ่ขึ้น การเปลี่ยนค่าต่างๆ ของสารละลายจะช้าลง ผักจะเจริญเติบโตได้ดี แต่จะเปลืองสารละลายมากโดยเฉพาะเมื่อต้องมีการเปลี่ยนสารละลายทั้งหมด ซึ่งถังละลายที่ใช้อาจเป็นถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 4,000 ลิตร หรือก่อเป็นถังปูนฝังอยู่ใต้ดิน แต่จะมีราคาแพง ถ้าเป็นระบบขนาดเล็กอาจใช้ถังพลาสติก

1.2 ปั๊มสารละลาย อาจเป็นแบบปั๊มแช่อยู่ในสารละลาย หรือเป็นแบบอยู่นอกถัง ถ้าเป็นแบบแช่อาจใช้ปั๊มไดโว เนื่องจากราคาถูกหาซื้อได้ทั่วไป แต่ถ้าปั๊มไม่ดีจะเสียหายง่าย และเกิดการถ่ายเทความร้อนให้สารละลายโดยตรงทำให้สารละลายร้อน ปั๊มที่เหมาะสมเป็นปั๊มอยู่นอกถังจะต้องเป็นปั๊มที่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลานานๆ และต้องทนการกัดกร่อนของสารละลาย จึงทำให้มีราคาแพง

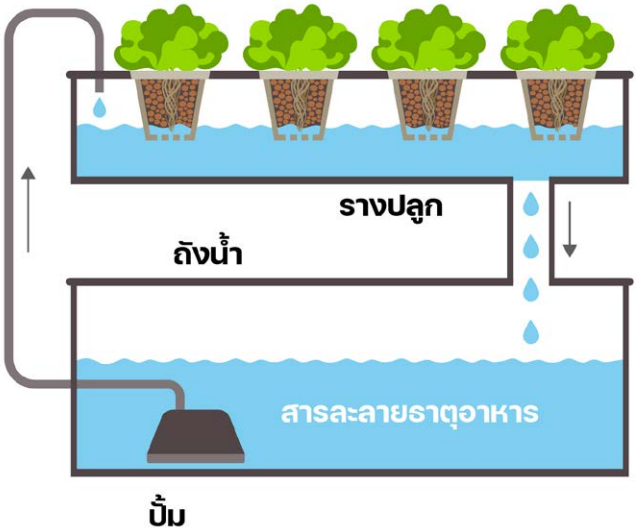
ถ้าเป็นระบบใหญ่จะใช้ปั๊มที่ใช้กับสระว่ายน้ำซึ่งใบพัดจะทำจากไฟเบอร์ ทนการกัดกร่อน เช่น ระบบการปลูกขนาด 30 โต๊ะ จะใช้ปั๊มขนาดประมาณ 1 1/5 แรงม้า ราคาประมาณ 23,000 บาท อัตราไหลประมาณ 22,000 ลิตร/นาที ที่ความสูงของน้ำ 10 เมตร

1.3 ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ หากปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ในเชิงการค้า อาจจำเป็นต้องมีระบบเตรียมสารละลายอัตโนมัติ โดยจะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำในถังและค่า pH และ EC ของสารละลายให้อยู่ในช่วงที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา อย่างเช่นในการปลูกผักสลัดจะควบคุมให้ค่า pH และ EC อยู่ที่ 1.0-1.2 mS/cm ตลอดเวลา ซึ่งข้อดี คือสารละลายจะมีค่า pH และ EC คงที่อยู่ในช่วงที่ผักต้องการ แต่ข้อเสียคือราคาแพงประมาณ 40,000-80,000 บาท และต้องมีการดูแลรักษาอยู่ตลอดเวลา

นอกจากนี้ ถ้าหากเครื่องเสียอาจมีการเติมสารละลายเข้มข้น (AB) หรือเติมกรดมากหรือน้อยเกินไป ถ้าเติมน้อยเกินไปจะไม่ค่อยมีปัญหากับการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิกส์ แค่ผักจะโตช้าลงหรือถ้าเติมกรดน้อยเกินไปสารละลายก็จะมี pH ที่สูงเกินไป แต่ผักก็ยังเจริญเติบโตได้ถ้ามีผู้มาตรวจสอบหรือวัดค่าสารละลายทดสอบแก้ไขได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นไม่มากนัก

แต่ในทางกลับกันถ้าเครื่องมือเสียและสั่งให้มีการเติมกรดหรือสารละลายเข้มข้นมากเกินไป จะมีผลกระทบกับผักรุนแรงมาก เช่น มีการเติมกรดมากไป pH สารละลายจะลดลงอย่างรวดเร็ว เช่น อาจลดจาก pH6 ไปเป็น pH3 พืชอาจจะตายได้หรือรากเกิดเป็นสีน้ำตาล การเจริญเติบโตของผักจะหยุดทันทีถ้าแก้ไขหรือปรับ pH สารละลายไม่ทันผักจะตายได้

หรือถ้าแก้ไขได้เร็วแต่ถ้ารากเสียไปแล้วจะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ รากจึงจะงอกออกมาใหม่ และผักจะเริ่มเจริญเติบโตเป็นปกติ ในทำนองเดียวกับเครื่องควบคุม EC ก็จะอันตรายคล้ายๆ กับ pH



ดังนั้น การใช้เครื่องควบคุมโดยอัตโนมัติจะต้องคอยตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา ถ้าต้องการให้ปลอดภัยอาจใช้วิธีเติมกรดหรือสารละลายเข้มข้นให้พอกับการใช้ 1-2 วัน ถ้าเกิดเครื่องมือเสียสารละลายกรดก็จะหมดก่อนที่ pH และ EC จะเปลี่ยนจนเกิดความเสียหายแก่ผักที่ปลูกได้ แต่ถ้าเป็นระบบขนาดเล็กก็ไม่จำเป็นต้องมีระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ แต่จะใช้คนเป็นผู้วัดและปรับค่า pH และ EC ตามที่ต้องการ โดยทั่วไปจะทำตอนเช้า

2. ระบบท่อนำสารละลายและรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

2.1 ระบบท่อนำสารละลายสู่รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ เป็นท่อที่นำสารละลายจากปั๊มไปสู่หัวรางปลูกผัก ท่อนำสารละลายโดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่พ้นดินจะใช้ท่อสีขาวเพื่อป้องกันการสะสมความร้อน ต้องมีการคำนวณขนาดให้พอเหมาะกับปั๊มที่ใช้ โดยทั่วไป ถ้ารางปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์และถังสารละลายไม่ไกลกันมากนักอาจใช้ท่อขนาด 2-2 ½ นิ้ว

2.2 รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ จะมีขนาดความกว้างและความยาวต่างๆ กันตามชนิดของผักที่ปลูก ตัวรางอาจทำจากวัสดุต่างๆ เช่น PVC พลาสติก หรือโลหะปลอดสนิม ซึ่งต้องบุภายในด้วยพลาสติก ขนาดรางมีตั้งแต่ 10-30 เซนติเมตร ความยาว 5-50 เมตร ควรใช้รางสีขาวทำจากวัสดุ PVC และไม่ควรยาวเกิน 20 เมตร เพื่อป้องกันการสะสมความร้อนทำให้รากผักขาดออกซิเจน

2.3 ท่อนำสารละลายกลับสู่ถังสารละลาย จะเป็นท่อขนาดใหญ่ เนื่องจากการไหลกลับของน้ำจะอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกอย่างเดียวและท่อฝังอยู่ใต้ดิน และโดยทั่วไปจะมีลูกลอยอยู่ในถังผสมสารละลาย ในกรณีที่ฝนตกน้ำเข้าไปในรางปลูก ลูกลอยจะปิดไม่ให้น้ำฝนเข้าในถังน้ำส่วนเกินจะระบายออกทางท่อระบายน้ำ โดยทั่วไปท่อจะมีขนาด 2 ½ - 3 นิ้ว

ขั้นตอนและ
วิธีการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

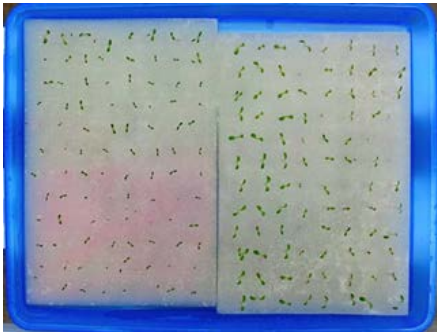
อุปกรณ์ :

1. เมล็ดพันธุ์ผัก
2. ถาดเพาะเมล็ด
3. ผ้าขาวบาง
4. ถ้วยปลูก
5. รางสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
6. ปุ๋ย A - B
7. ฟองน้ำขนาด 1x1 นิ้ว

วิธีการ :

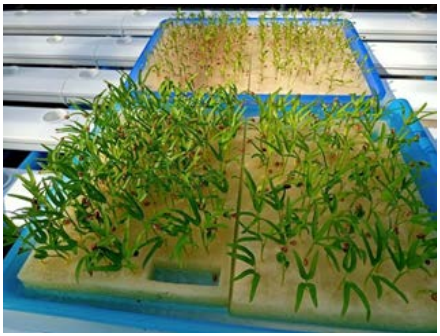
1.ทำการเพาะเมล็ดก่อนโดยวางเมล็ดผักลงบนผ้าขาวบางชุ่มน้ำ จากนั้นวางไว้ในที่ทึบแสง

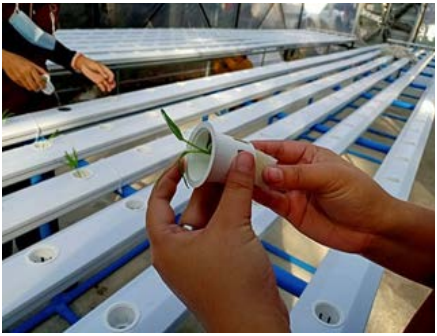
2. เมื่อรากแก้วเริ่มงอกแล้ว ย้ายเมล็ดผักมาปลูกฟองน้ำ จากนั้นรดน้ำให้มีความชุ่มชื้นอย่างสม่ำเสมอ



3. ผสมปุ๋ย A - B อัตราส่วน 5 มล. ต่อน้ำ 1 ลิตร จากนั้นเติมน้ำที่ผสมสารอาหารปริมาณ 10 ลิตร ลงไปในราง

4.นำฟองน้ำที่เพาะเมล็ดจนเป็นต้นกล้าสูงประมาณ 1.5 นิ้ว มามาวางลงในหลุมบนรางสำหรับปลูกผัก ดูแลด้วยการเติมน้ำและสารอาหารในรางอย่างสม่ำเสมอ





5. ระยะการเก็บเกี่ยวครบ 45 วัน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะมีการจัดการอยู่ 2 ส่วน

ความสำเร็จของการผลิตอยู่ที่ความแข็งแรงและความสมบูรณ์ของต้นกล้าเพราะจะทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตและตั้งตัวได้เร็ว วิธีการเพาะกล้ามีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การเพาะกล้าในถ้วยเพาะแบบสำเร็จรูป โดยใช้เพอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์ เป็นวัสดุที่ใช้เพาะ การเพาะกล้าในแผ่นฟองน้ำ ส่วนมากจะนิยมปลูกในรูปแอบของแผ่นโฟม และ การเพาะกล้าในวัสดุปลูก ซึ่งใช้วัสดุที่ได้จากทั้งในและต่างประเทศ เช่น เวอร์มิคูไลท์ หินฟอสเฟต เพอร์ไลท์ ขุยมะพร้าว แกลบ ขี้เถ้า แกลบ หินกรวด ทราย เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้ปลูก

การจัดการด้านสารละลาย

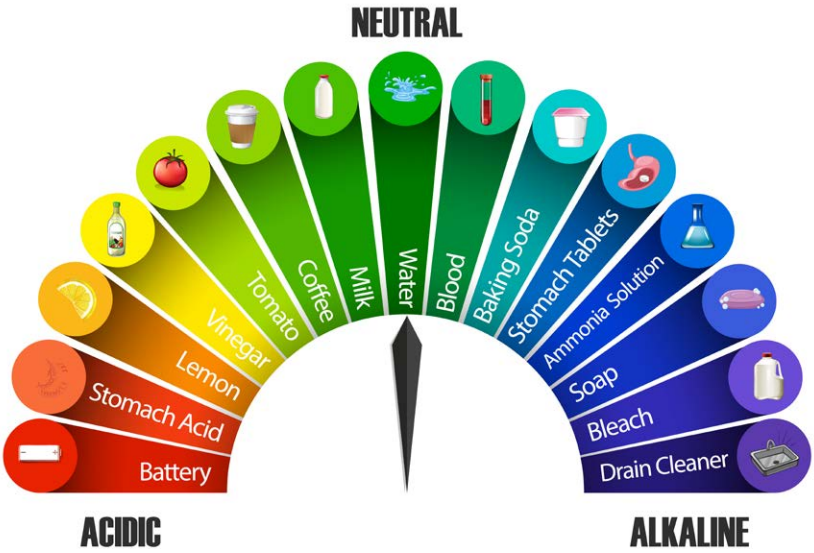
ในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืชจำเป็นต้องมีการควบคุมค่า pH และ EC ของสารละลายเพื่อให้พืชสามารถดูดปุ๋ยหรือสารละลายธาตุอาหารได้ดี ตลอดจนต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ ละออกซิเจนในสารละลายธาตุ

ตารางการให้ปุ๋ย

ชนิดพืช	ค่า pH	ค่า EC สัปดาห์ที่ 1-2 หลังจากเพาะต้นกล้า	ค่า EC สัปดาห์ที่ 3	ค่า EC สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5 เปลี่ยนจากน้ำปุ๋ยเป็นน้ำสะอาด	อายุปลูก - เก็บเกี่ยว
ผักสลัดใบเขียว	6.0-7.0	900 mS/cm	1600 mS/cm	2000 mS/cm	2 วัน	40-50 วัน
ผักสลัดใบแดง	6.0-7.0	900 mS/cm	1600 mS/cm	2000 mS/cm	2 วัน	40-50 วัน
ผักบุ้ง	5.0-7.0	900 mS/cm	1400 mS/cm	1800 mS/cm	2 วัน	30-35 วัน
ผักกวางตุ้ง	6.0-7.0	900 mS/cm	1700 mS/cm	2500 mS/cm	2 วัน	35-40 วัน
ผักคะน้า	6.0-6.5	900 mS/cm	2000 mS/cm	3000 mS/cm	2 วัน	45-55 วัน
ผักชี	6.0-6.5	900 mS/cm	1600 mS/cm	2500 mS/cm	2 วัน	40-45 วัน
ผักกาดหอม	6.0-7.0	900 mS/cm	1500 mS/cm	2000 mS/cm	2 วัน	40-45 วัน
ขึ้นฉ่าย	6.0-6.5	900 mS/cm	2000 mS/cm	3000 mS/cm	2 วัน	40-45 วัน
สะระแหน่	5.5-6.0	900 mS/cm	1600 mS/cm	2400 mS/cm	2 วัน	40-45 วัน

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) เรียกว่า EC meter ก่อนใช้ควรปรับความเที่ยงตรงเสียก่อน โดยปรับที่ปุ่มของเครื่องในสารละลายมาตรฐาน ซึ่งมีค่าที่วัดได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสารละลาย กล่าวคือ ยิ่งสารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น ค่า EC ก็จะสูงขึ้น ตามด้วย Hydroponics

การตรวจสอบค่า PH



ค่า pH ในความหมายของการปลูกพืชไร้ดิน คือค่าความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย (น้ำผสมธาตุอาหารที่ใช้ใน การปลูกพืช) โดยค่า pH จะมีช่วงการวัด อยู่ที่ 1 - 14 โดยจะนับค่า ที่ 7 เป็นกลาง กล่าวคือ หากวัดค่า ได้ต่ำกว่า 7 แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นกรด หากวัดได้สูงกว่า 7 ขึ้นไปแสดงว่าเป็นเบส สำหรับการปลูกพืช ด้วยน้ำนั้นค่า pH มี ส่วนสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับธาตุอาหารที่ใช้เลี้ยงพืช โดยธรรมชาติน้ำที่มีความเป็นกรดจะทำให้ธาตุอาหารพืชละลายตัวได้ดี และพืชสามารถดูดซึมไปใช้งานได้อย่างสะดวก แต่ถ้าหากน้ำที่ใช้ผสม ธาตุอาหารพืชมีความเป็นเบสสูงจะทำให้ธาตุอาหารพืชตกตะกอนจนพืชไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้ ดังนั้น การปรับค่า pH ผู้ปลูกจะต้องปรับให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับอายุการปลูกและชนิดของพืชนั้นๆ ด้วย โดยปกติ ค่า pH ที่ใช้ในการปลูกพืชจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 - 7.0 แต่ค่าที่ดีที่สุดต่อการละลายตัวของธาตุอาหารพืชจะอยู่ที่ 5.8 - 6.3

การปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์นั้นจะมีการกำหนดค่า pH ของการปลูกพืช เป็น 2 ระยะ คือ

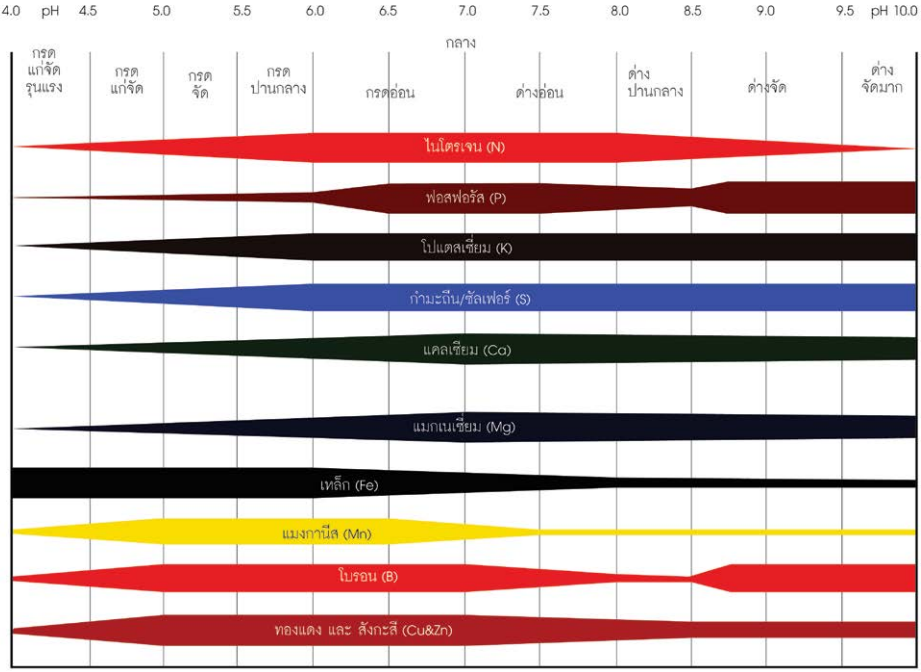
ระยะที่ 1 (ระยะเจริญเติบโต) อยู่ในช่วงวันที่ 1 - 28 กำหนดค่า pH อยู่ที่ 5.8 - 6.5

ระยะที่ 2 (ระยะสร้างผลผลิต) อยู่ในช่วงวันที่ 29 ขึ้นไป กำหนดค่า pH อยู่ที่ 6.5 - 7.0

การลดค่า pH นิยมใช้ กรดไนตริก (Nitric Acid) มีสูตรทางเคมี คือ (HNO_3) ซึ่งกรดชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัว เป็นอนุมูลย่อย เป็นไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช และกรดที่นิยมใช้อีกชนิดหนึ่ง คือ กรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) มีสูตรทางเคมี คือ H_3PO_4 ซึ่งกรดชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็นอนุมูลย่อย เป็น ฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชเช่นกัน การใช้กรดทั้งสองชนิดนี้จึงมีผลพลอยได้จากการปรับลดค่า pH แล้วยังได้ธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้นมาในระบบอีกด้วย การเพิ่มค่า pH นิยมใช้ โพแทสเซียมคาร์บอเนต (Potassium Carbonate) หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide) ซึ่งเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็น อนุมูลย่อย ได้โพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชเช่นกัน

ข้อควรระวังในการปรับค่า pH

การปรับค่า pH ค่อยปรับด้วยความระมัดระวัง และค่อยปรับลดลงอย่าปรับค่า pH ให้ต่ำเกินกว่า 4 จะทำให้รากพืชได้รับอันตรายจากการกัดกร่อนของกรด จนทำให้รากพืชอ่อนแอ และเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่ายขึ้น ค่า pH ที่ต่ำเกินไปยังส่งผลให้ความเข้มข้นของธาตุเหล็กในระบบปลูกมีสูงขึ้น ถ้าธาตุเหล็กในระบบปลูกมีมาก เกินไปจะเป็นพิษกับพืชได้ ในทางกลับกันถ้าปล่อยให้ค่า pH สูงเกินกว่า 7 เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 2 - 3 วัน จะส่งผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารพืช เช่น ฟอสฟอรัส, เหล็ก, แมงกานีส โดยค่า pH ที่เหมาะสมคือ 5.8 - 6.3



ตารางแสดงปริมาณความเข้มข้นของธาตุ อาหารพืชในค่า pH ระดับต่าง ๆ (ค่า pH ที่สมบูรณ์ที่สุด ต่อ ปริมาณธาตุอาหารคือ 6.25)

การตรวจสอบค่า EC

ค่า EC (Electric Conductivity)

ค่า EC คือ ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในของเหลว ในการปลูกไฮโดรโปนิกส์หมายถึงปริมาณแร่ธาตุที่ ละลายอยู่ในของเหลว โดยปกติน้ำบริสุทธิ์จะมีค่านำกระแสไฟฟ้าต่ำหรือมีค่าเป็น ศูนย์ แต่เมื่อมีการเติมสารละลาย ต่างๆ ลงในในน้ำนั้นจะทำให้ค่าสารละลาย หรือค่านำกระแสไฟฟ้าในน้ำนั้นๆ สูงขึ้นด้วย พืชแต่ละชนิดจะมีความ ต้านทานต่อค่า EC หรือ (ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช) ที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธ์อายุของพืช และ สภาพแวดล้อมในการปลูกขณะนั้นด้วยหากเราใช้ค่า EC ไม่เหมาะสมกับพืช แล้วจะทำให้พืชนั้นเจริญเติบโตไม่เป็นปกติ หรือขาดความสมบูรณ์ได้ ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดค่า EC คือ

1. ชนิดและสายพันธุ์พืช กล่าวคือ พืชต้องอาศัยการคายน้ำทางใบเพื่อให้เกิดแรงดันที่รากพืชเพื่อให้น้ำ ที่ผสมธาตุอาหารซึมผ่านจากรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ หากค่า EC สูงกว่าค่ามาตรฐาน ของพืชชนิดนั้นๆ พืช จะไม่สามารถนำพาน้ำที่มีธาตุอาหารไปยังส่วนต่างๆของพืชได้ ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดีและเกิดขาดธาตุ อาหารต่างๆ ได้

2. อายุของพืช กล่าวคือ พืชในแต่ละช่วงอายุจะมีการใช้ธาตุอาหารไม่เท่ากัน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงของการเจริญเติบโต ดังนี้

2.1 ช่วงต้นเกล้า : ช่วงสัปดาห์แรกของการเจริญเติบโต เมื่อพืชงอกออกจากเมล็ดพืชจะใช้พลังงานและอาหารจากใบเลี้ยงเป็นหลัก ทำให้การกำหนดค่า EC ในช่วงสัปดาห์แรกนี้จะอยู่ที่ประมาณ 30 - 50 % ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในสัปดาห์ต่อไป

2.2 ช่วงเจริญเติบโต : ช่วงสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป ช่วงนี้เป็นช่วงที่พืชต้องการใช้พลังงานและธาตุอาหารสูงมาก เพื่อใช้ในการสร้างส่วนต่างๆ ของใบ, ลำต้น, ดอก โดยจะใช้ธาตุอาหารประมาณ 80 - 100% ของค่า EC ในพืช ชนิดนั้นๆ

2.3 ช่วงขยายพันธ์ : เป็นช่วงที่พืชผ่านการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่มาแล้วพืชได้ท้าการสะสมอาหารและพลังงานมาไว้อย่างเต็มที่แล้ว พืชจะเริ่มใช้ธาตุอาหารใหม่น้อยลง โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 50 - 70% ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ

3. สภาพอากาศและฤดูกาล

หากช่วงเวลาดังกล่าวมีปัจจัยที่ทำให้พืชต้องคายน้ำสูง เช่น แสงแดดจัด, อากาศร้อน พืชจำเป็นต้องมีการดูดซึมน้ำมากขึ้นเพื่อนำมาชดเชยน้ำที่สูญเสียไป หากมีการใช้ค่า EC ที่สูง ในช่วง เวลาดังกล่าวแล้วพืชจะนำน้ำไปชดเชยน้ำที่เสียไปได้ลำบาก เราจึงเห็นพืชเหี่ยวเฉาในช่วงเวลาที่อากาศร้อนและ แสงแดดจัด ดังนั้นช่วงเวลาที่อากาศร้อนมากๆ และแสงแดดแรงเกินไปเราต้องปรับลดค่า EC ลง พร้อมกับลดกิจกรรมการคายน้ำของพืชลง เช่น พรางแสง, สเปรย์น้ำ เพื่อลดอุณหภูมิลง

ค่ามาตรฐานสำหรับน้ำที่จะนำมาใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ จะต้องมีค่าเริ่มต้นก่อนใส่ปุ๋ยไม่เกิน 0.3 mS/cm หากค่าเกินจะทำให้มีข้อจำกัดในการใส่ธาตุอาหารพืช (ใส่ธาตุอาหารพืชได้น้อยลง) เพราะกังวลว่า ค่า EC จะเกินกว่าที่พืชนั้นๆจะรับได้ จนกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้นำที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ในการ ปลูกพืชไฮโดรฯ ได้แก่ น้ำฝน, น้ำประปาส่วนภูมิภาคและประปานครหลวง ฯลฯ

เนื่องจากมีค่า EC ต่ำและเป็นแหล่งน้ำที่ประหยัด ส่วนน้ำที่ไม่แนะนำมาใช้ในการปลูก เช่น น้ำบาดาล เนื่องจากส่วนใหญ่น้ำบาดาล จะมี ค่า EC สูง แล้วยังมี แคลเซียมคาบอเนท (หินปูน) สาเหตุของความกระด้างในน้ำทำให้ปุ๋ย ตกตะกอนได้ง่าย หาก ไม่สามารถหาน้ำได้จากแหล่งดังกล่าวจริงอาจจะต้องมีการบำบัดด้วยวิธีกรองเพื่อลดค่าสารละลายในน้ำลงก่อน เพื่อให้มีค่า EC อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่จะนำมาปลูกพืชได้ โดยวิธีการกรองต้องใช้เครื่องกรองที่สามารถกรอง สารละลายในน้ำได้ เช่น ระบบกรอง Reverse Osmosis (R.O.) หรือ การกรองด้วยระบบกรอง Softener ด้วยสารกรอง Resin เป็นต้น

การสังเคราะห์แสง

การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis)

เป็นกระบวนการสำคัญที่พืชสีเขียว ซึ่งมีรงค์วัตถุพวกคลอโรฟิลล์เป็นตัวนำพลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการสร้างอาหารจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ไปเป็นคาร์โบไฮเดรตคือน้ำตาลหรือแป้ง รวมทั้งการปลดปล่อยออกซิเจนออกมา ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. ปัจจัยเกี่ยวกับพืช หมายถึง ชนิดของพืช สภาพทางสรีรวิทยาของพืช เช่น ในใบพืชที่อ่อนหรือแก่เกินไปพบว่าความสามารถ ในการสังเคราะห์แสงต้นใบที่อ่อนเกินไปพัฒนาของคลอโรฟิลล์ยังไม่เต็มที่ ส่วนใบที่แก่เกินไปจะมีการสลายตัว ของรงค์วัตถุในคลอโรพลาส การสูญเสียโครงสร้างที่สำคัญนั้นมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง

2. ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่

2.1 แสง เป็นส่วนจำเป็นอย่างยิ่งเพราะการสังเคราะห์แสงเป็นการใช้พลังงานจากแสงมาสร้างเป็นอาหาร และเก็บสะสมพลังงานนั้นไว้ในอาหารที่สร้างขึ้น พลังงานธรรมชาติที่พืชได้รับคือพลังงานจากแสงแดด เราอาจใช้ แสงจากไฟฟ้าหรือตะเกียงก็ได้ แต่สู้แสงแดดไม่ได้ พืชแต่ละชนิดมีความต้องการความเข้มของแสงไม่เท่ากัน ถ้าความเข้มของแสงมากเกินจุดอิ่มตัว แสงอาจทำให้ใบไหม้เกรียมตายได้ ถ้าปริมาณความเข้มของแสงต่ำพืชก็จะมี อัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ แต่พืชไม่สามารถลดอัตราการหายใจให้ต่ำลงไปด้วย จะทำให้พืชไม่เจริญและตายได้ในที่สุด

2.2 อุณหภูมิ พืชแต่ละชนิด มีช่วงอุณหภูมิในการสังเคราะห์ที่ต่างกัน ตั้งแต่ 5-40 องศาเซลเซียส พืชเขตร้อนอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างสูง ส่วนพืชเขตอบอุ่นหรือเขตหนาวจะทำการสังเคราะห์แสงได้ดีใน อุณหภูมิค่อนข้างต้น ถ้าอุณหภูมิสูง หรือ ต่ำเกินไปมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยา

2.3 ปริมาณก๊าซในบรรยากาศ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงในสภาพที่มีแสงและอุณหภูมิ พอเหมาะอัตราการสังเคราะห์แสงจะขึ้นกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว พืชจะไม่เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงอีก

2.4 ธาตุอาหาร การขาดธาตุอาหารมีผลต่ออัตราการ สังเคราะห์ด้วยแสงทั้งทางตรงและทางอ้อม แมกนีเซียมและไนโตรเจน เป็นธาตุที่สำคัญในองค์ประกอบของ คลอโรฟิลล์การขาดสารเหล่านั้นทำให้พืชมีอาการใบเหลืองซีด ที่เรียกว่า คลอโรซิสเนื่องจากใบขาดคลอโรฟิลล์

2.5 ปริมาณน้ำ ที่พืชได้รับน้ำ เป็นแหล่งของอิเล็กตรอนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเมื่อพืชขาดน้ำ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงนอกจากนี้น้ำมีผลต่อการปิดเปิดของปากใบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในใบ ถ้าสภาพขาดน้ำปากใบจะปิดเพื่อลดการคายน้ำ ทำให้ขาดแคลนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง

สูตรการคำนวณหาค่าปุ๋ย A และปุ๋ย B อย่างละกี่ cc หรือ ml

วิธีทำ

เราต้องการใส่ค่าปุ๋ยให้ได้ (EC) 0.9 mS/cm

จากสูตร $\frac{(1000 \times 10 \times 0.9)}{156} = 58$

ดังนั้น ต้องใส่ปุ๋ย

A = 58 ml และใส่ปุ๋ย B = 58 ml

ผงธาตุอาหารสำหรับเตรียม STOCK ปุ๋ย A และ ปุ๋ย B สูตร KMITL3 สำหรับ คะน้า กวางตุ้ง ผักกาดขาว สลัด ผักบุ้ง ฯลฯ เตรียมได้ 1,000 ลิตร (เตรียมสต็อค 1:200 ได้ขวดละ 5L)

สูตรสารละลาย(ปุ๋ย) ที่ใช้จะเป็นสูตร KMITL3 ที่สามารถเตรียมสารละลายเข้มข้น 200 เท่าได้จำนวนอย่างละ 5 ลิตร มีองค์ประกอบดังนี้

สต็อค A

- $Ca(NO_3)_2$ แคลเซี่ยมไนเตรท สูตรปุ๋ย(15-0-0) = 1.063kg
- Fe-EDTA เหล็กคีเลต (12 % Fe) = 37.5g

สต็อค B

- KNO_3 โปแตสเซี่ยมไนเตรท สูตรปุ๋ย(13-0-46) = 750g
- KH_2PO_4 โมโนโปแตสเซี่ยมฟอสเฟต สูตรปุ๋ย(0-52-34) = 125g
- $NH_4H_2PO_4$ โมโน แอมโมเนียมฟอสเฟต สูตรปุ๋ย(12-60-0) = 125g
- $MgSO_4$ แมกนีเซี่ยมซัลเฟต = 475g
- Nicspray นิคสเปรย์ (ธาตุอาหารรอง) = 25g

วิธีการเตรียมสารละลายเข้มข้น

เหตุที่ต้องเตรียมสารละลายเข้มข้นเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา ในที่นี้จะเตรียมสารละลายเข้มข้น 200 เท่า จำนวนอย่างละ 5 ลิตร (สารละลาย A 5 ลิตร และ สารละลาย B 5 ลิตร) จากสารละลายอย่างละ 5 ลิตรนี้ สามารถนำไปละลายน้ำเพื่อใช้ปลูกผักได้ = 5x200 = 1000 ลิตร

โดยมีขั้นตอนการผสมดังนี้

1. นำแกลลอน 5 ลิตร จำนวน 2 ใบ ใส่น้ำลงในแกลลอนๆ ละ 1.5 ลิตร แล้วทำเครื่องหมาย A หนึ่งแกลลอน B หนึ่งแกลลอน
2. นำส่วนผสมของปุ๋ย A ใส่ลงไปในแกลลอน A นำส่วนผสมของปุ๋ย B ใส่ลงไปในแกลลอน B
3. เขย่าให้ส่วนผสมละลาย
4. เติมน้ำให้ได้ปริมาณ 5 ลิตรทั้ง 2 แกลลอน

หมายเหตุ ถ้าต้องการให้ส่วนผสมละลายเร็วให้ใช้น้ำอุ่น 40 องศาเซลเซียส เมื่อผสมปุ๋ยเสร็จแล้วให้เก็บไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้อง จะเก็บไว้ได้นานเป็นปี

สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้น 200 เท่าเมื่อต้องการใช้ก็จะนำมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการ เหตุที่ต้องเตรียมสารละลายแยกเป็น 2 ถัง เนื่องจากปุ๋ยบางชนิดไม่สามารถผสมกันโดยตรงที่ระดับความเข้มข้นสูงๆ ดังนั้นต้องแยกปุ๋ยเหล่านี้ออกจากกันเพื่อไม่ให้ตกตะกอน

สารละลายทั้งสองถังนี้เมื่อจะนำไปใช้ จะทำการเจือจางในอัตราส่วน 1:200 เช่น ถ้าต้องการใช้สารละลายธาตุอาหารพืช 200 ลิตร ต้องใช้สารละลายเข้มข้น ถัง A และถัง B ถังละ 1 ลิตร และปรับปริมาตรโดยเติมน้ำ ให้ครบ 200 ลิตร

แต่ทั้งนี้ พืชแต่ละชนิดจะต้องการปุ๋ยไม่เท่ากัน บางชนิดต้องการธาตุอาหารมาก บางชนิดต้องการน้อย

บทสรุป

ระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นวิธีการปลูกแบบไร้ดินหรือไม่ใช้ดิน โดยพืชจะเติบโตจากการที่สารอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชจะไหลผ่านรากซึ่งแช่อยู่ภายในภาชนะปลูกที่มีรูปทรงคล้ายท่อ ที่มีความแคบและยาว ซึ่งอาหารพืชจะไหลผ่านอย่างต่อเนื่องภายในภาชนะปลูก โดยใช้ระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งระบบจะสูบน้ำจากบ่อกักเก็บน้ำ และวนนำกลับขึ้นมาเพื่อเพิ่มเติมอาหารให้แก่พืช ทั้งนี้ รากของพืชจะเติบโตขึ้นในแผ่นปลูกที่วางอยู่ในภาชนะปลูก โดยส่วนใบของพืชจะวางอยู่ด้านบนของภาชนะปลูก ภาชนะหรือท่อปลูกนั้นจัดทำขึ้นจากวัสดุที่ป้องกันการรั่วน้ำ อาทิ PVC หรือแผ่นฟิล์มและภาชนะปลูกจะจัดวางให้มีความลาดเอียงเพื่อให้อาหารของพืชและน้ำสามารถไหลผ่านจากบนลงล่าง ทั้งนี้ ด้านบนของภาชนะปลูกจะเปิดว่างเพื่อให้ใบของพืชผักเติบโต แม้ว่าพื้นที่ด้านในของภาชนะปลูกจะมีโพรงอากาศซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความชื้นในระดับสูง แต่รากของพืชก็ยังคงสามารถที่จะเติบโตได้ โดยวิธีการปลูกในลักษณะนี้จะเป็นการรักษาปริมาณออกซิเจนที่พอเหมาะในบริเวณรากพืช ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเป็นปัญหาของการปลูกพืชโดยใช้ดิน โดยสรุป ระบบการปลูกแบบ NFT โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย

1. รางน้ำซึ่งมีอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไหลผ่านอย่างต่อเนื่องเพื่อให้รากของพืชเติบโต
2. ท่อน้ำสำหรับปล่อยอาหารพืชเข้าสู่ระบบปลูก
3. ถังน้ำสำหรับเก็บอาหารพืช
4. ระบบสูบน้ำ หรือปั๊มน้ำ เพื่อดึงน้ำจากถังกลับขึ้นมาสู่ระบบปลูก
5. ท่อส่งน้ำสำหรับนำอาหารปลูกจากถังวนกลับขึ้นมาสู่ระบบปลูก
6. ถังน้ำสำหรับกับเก็บอาหารพืชเข้มข้น (เพื่อใช้ในการปรับปรุงสูตรสารอาหารให้มีความเหมาะสมแก่ความต้องการของพืชผักแต่ละชนิด)
7. อุปกรณ์ตรวจวัดค่า pH และค่า EC ในอาหารพืช เพื่อปรับสภาพสารอาหารให้มีความสมดุลและเหมาะสมกับความต้องการของพืชผักแต่ละชนิด
8. ขั้นวาง (หรือโต๊ะ หรือสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ) สำหรับจัดวางชุดปลูกให้มีความลาดเอียงที่เหมาะสม

ภาพกิจกรรม

Hydroponics

การปลูกผัก
ไฮโดรโปนิกส์ แบบ NFT

บรรณานุกรม

เกษตรคนเก่ง.//(2560).//สูตรสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น (AB).//สืบค้นมาจาก 2 กุมภาพันธ์/2564./จากhttps://1th.me/fgXGx/(หน้า 16-20)

ชิติ ศรีตนทิพย์. 2554. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (SoileS5 Culturg) ในเอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเทคโนโลยีการเกษตรเพื่อประยุกต์ใช้ด้านการเรียนการสอนในโรงเรียนระหว่างวันที่ 28-29 กรกฎาคม 2554. คณะเกษตรและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางลำปาง/(หน้า 12-13)

ชิติ ศรีตนทิพย์. 2556. เอกสารประกอบคำสอนวิชาการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง. 247 น./(หน้า 14-15)

ดวงตะวันเพชร.//(2561).//การปลูกพืชในระบบน้ำ (Hydroponics).//สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์/2564./จาก https://1th.me/fHp35 (หน้า 24-25)

ผักไฮโดรโปนิกส์ (ฉบับชาวบ้าน).//(2560).//การปลูกผักสลัดระบบ-NFT.//สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์/2564./จาก https://1th.me/rvCRS (หน้า 9-11)

สภาเกษตรแห่งชาติ.//(2561).//ผักสลัดไฮโดรโปนิกส์.//สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2564./จาก https://1th.me/U8luN (หน้า 14-15)

เอสเอ็มอี แบงค์.//(2560).//การปลูกผักโดยไม่ใช้ดิน.//สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2564./จาก https://1th.me/3ECNk (หน้า 26-33)

กิตติกรรมประกาศ

องค์ความรู้การปลุกผักไฮโดรโปรนิกส์แบบ NFT สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนงบประมาณเครื่องมือและการอำนวยความสะดวกในการดำเนินการต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิสุตร บัวเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอบขอบคุณบุคลากรในสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนที่สนับสนุนให้เกิดพื้นที่ในการบริการวิชาการในรูปแบบหนังสือองค์ความรู้ในครั้งนี้

ผู้เขียน/เรียบเรียง

ชื่อ-สกุล :
นางสาวพิชาดา ศรีจันทร์
การศึกษา
ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
E-mail : Pichada4881@gmail.com

ชื่อ-สกุล :
นางสาวเบญจรัตน์ เตรียมแรง
การศึกษา
ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
E-mail :benjarat14923@gmail.com

ชื่อ-สกุล :
นางสาวสิราณี คำลือ
การศึกษา
ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
E-mail : Siranee8675@gmail.com

ชื่อ-สกุล :
นางสาวอรุโณทัย ตาโน
การศึกษา
ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
E-mail :arunothaitano58@gmail.com

การปลูกผัก**ไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT**

ISBN 978-974-625-921-7 (E-Book)

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ศีลศิริ	สง่าจิตร
ดร.สุรพล	ใจวงศ์ษา

ผู้เขียน/เรียบเรียง

นางสาวพิชาดา	ศรีจันทร์
นางสาวเบญจรัตน์	เตรียมแรง
นางสาวสิราณี	คำลือ
นางสาวอรุโณทัย	ตาโน

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร	ธารพรศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นทีชัย	ผัสดี
นายวิสุทธิ์	บัวเจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีวรรณ	ราชสม
นายพิษณุ	พรมพราย
นายนริศ	กำแพงแก้ว
ว่าที่ ร.ต.รัชต์พงษ์	หอชัยรัตน์
นางสาวทิน	อ่อนนวล
นายวิษณุลักษณ์	คำยอง
นางสาวสุธาสินี	ผู้อยู่สุข
นายจักรรินทร์	ขื่นสมบัติ
นายเจษฎา	สุภาพรเหมินทร์
นางสาวรัตนาภรณ์	สารภี
นางสาวเสงี่ยม	คืนดี
นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงใส
ว่าที่ ร.ต.เกรียงไกร	ศรีประเสริฐ
นางสาวเสาวลักษณ์	จันทร์พรหม
นางสาววราภรณ์	ต้นใส
นายวีรวิทย์	ณ วรรณมา
นายวรพจน์	แซ่เฒ่า
นางสาวน้ำฝน	วิปลาด
นางสาวรัชดาภรณ์	กันทะถ้ำ
ว่าที่ ร.ต.หญิงสิริวลี	บัวเจริญ

จัดทำโดย

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

การปลูกผัก
ไฮโดรโปนิกส์
แบบ NFT

KBS
Knowledge BookStore
สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน : 98 หมู่ 8 ต.ป่าป้อง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220
โทรศัพท์ : 0 5326 6516 #1032 , โทรสาร : 0 5326 6522