เอกสารประกอบการอบรม

เรื่อง

"เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน"

วันที่ 28 , 29 พฤษภาคม 2548

เวลา 08.30 - 12.00 น.

ณ ห้องประชุม 3 คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์

ศูนย์การแสดงสินค้าอิมแพ็ค เมืองทองธานี

631.589.2
กรอ

จัดโดย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

เนื่องในงานเปิดโลกทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 42 ปี วว.

เอกสารประกอบการอบรม

เรื่อง

“เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน”

วันที่ 28 , 29 พฤษภาคม 2548

เวลา 08.30 - 12.00 น.

ณ ห้องประชุม 3 คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์

ศูนย์การแสดงสินค้าอิมแพ็ค เมืองทองธานี

จัดโดย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

เนื่องในงานเปิดโลกทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 42 ปี วว.

ศูนย์บริการเอกสารการเรียน
ห้องสมุด
วว.

014884
631.589.2
กรอ

30 มี.ค. 2548

คำนำ

การปลูกพืชไร้ดิน เป็นการปลูกพืชแบบหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างมากในปัจจุบัน สามารถปลูกพืชได้ในทุกสถานที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัด ไม่ว่าจะปลูกจำนวนน้อยหรือการปลูกแบบเศรษฐกิจเชิงการค้า สามารถใช้เทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินกับพืชได้แทบทุกชนิด ตั้งแต่ผัก ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ พืชไม้เลื้อย จนถึงพืชยืนต้น แต่ส่วนมากนิยมปลูกกับพืชผัก ไม้ผลที่มีระยะเก็บเกี่ยวในช่วงอายุสั้น การปลูกพืชไร้ดินสามารถหลีกเลี่ยงสภาวะต่าง ๆ ที่ไม่อำนวยในสภาพการผลิตจากวิธีการปลูกพืชโดยทั่ว ๆ ไป อาทิเช่น สภาพดินที่ไม่เหมาะสม ดินเค็ม ดินเปรี้ยว สภาพอากาศ ฤดูกาล รวมถึงการขยายตัวของชุมชนทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง และราคาที่ดินสูงขึ้น นอกจากนี้การปลูกพืชไร้ดินยังสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้องและแน่นอน จึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชที่ปลูกแบบไร้ดินสูงกว่าการปลูกพืชในดิน ยิ่งไปกว่านั้นการปลูกพืชไร้ดินยังประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายที่ไม่ต้องเตรียมดินและกำจัดวัชพืชก่อนการเพาะปลูก เกษตรกรสามารถปลูกพืชได้ต่อเนื่องตลอดปีในพื้นที่เดิม โดยไม่มีปัญหาการทำลายสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินมาเกี่ยวข้อง ในเรื่องการตลาดเกษตรกรสามารถควบคุมคุณภาพ ปริมาณของผลผลิตให้ได้ตรงกับความต้องการของตลาดมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวโน้มว่าการปลูกพืชไร้ดินจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพได้จัดทำหนังสือ " เทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture) " เพื่อเผยแพร่ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปลูกพืชไร้ดิน สำหรับเกษตรกรและประชาชนทั่วไปที่สนใจ ได้นำไปศึกษาและสามารถนำไปทดลองปฏิบัติได้จริง ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นเสมือนการจุดประกายเรื่องการปลูกพืชแนวใหม่โดยไม่ใช้ดินให้แก่ทุกท่านต่อไปในอนาคต

คณะผู้จัดทำ

พฤษภาคม 2548

นายราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์

นายสยาม สินสวัสดิ์

นายศิริธรรม สิงห์โต

นายประธาน โพธิสวัสดิ์

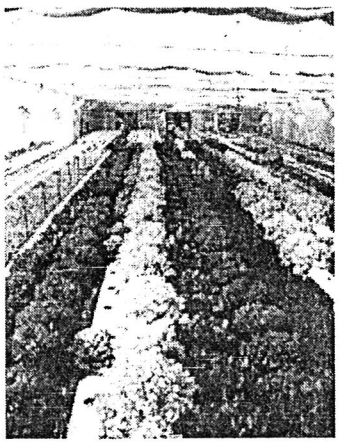
ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สารบัญ

	หน้า
ประวัติการปลูกพืชไร้ดิน	1
ประโยชน์ของการปลูกพืชไร้ดิน	3
ข้อดีและข้อด้อยของการปลูกพืชไร้ดิน	4
ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินตามธรรมชาติกับปลูกพืชไร้ดิน	5
ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของการปลูกพืชแบบไร้ดิน	6
การควบคุมความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารพืช	10
การเพาะต้นกล้า	12
อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการปลูกพืชไร้ดิน	13
เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน	14
ปัญหาและแนวทางแก้ไขสำหรับการผลิตในประเทศไทย	21
การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจในการปลูกพืชไร้ดิน	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	31

การปลูกพืชไร้ดิน



การปลูกพืชไร้ดินหมายถึง วิธีการใดก็ตามที่ทำให้การปลูกพืชได้โดยไม่ต้องใช้ดิน แต่จะใช้วัสดุอื่นๆ แทน เช่น การปลูกพืชให้รากลอยอยู่ในอากาศ การปลูกพืชในสารละลาย หรือการปลูกพืชในวัสดุปลูกเช่น ทราย แกลบ และวัสดุอื่นๆ โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแก่รากโดยตรง ในปริมาณที่เหมาะสมแทนธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลูกในส่วนที่เกี่ยวข้องกับดิน เช่น ดินมีคุณภาพต่ำ มีความเค็มสูงหรือมีโรคระบาด อีกทั้งการปลูกพืชไร้ดินนี้ยังสามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลผลิตให้ได้ตามต้องการ

ประวัติการปลูกพืชไร้ดิน

การปลูกพืชแบบไร้ดินมีมานานแล้วเช่น สวนลอยฟ้าของบาบิโลนถือว่าเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลก ถูกสร้างขึ้นในปี 372-287 ก่อนคริสต์ศักราช สวนลอยฟ้าของชาวพื้นเมือง Aztec ที่อาศัยอยู่ในเม็กซิโก และสวนลอยฟ้าของประเทศจีน ในประเทศอียิปต์ก็มีการบันทึกว่า ร้อยปีก่อนคริสต์ศักราชชาวอียิปต์มีการปลูกพืชในน้ำ แต่ตามประวัติที่ได้กล่าวถึงการปลูกพืชไร้ดินที่เข้าหลักการทางวิทยาศาสตร์ ดูเหมือนจะเริ่มมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1600 โดย นายเฮลมอนท์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยี่ยม แสดงให้เห็นว่าพืชได้รับสารประกอบจากน้ำโดยปลูกต้นวิลโล หนัก 5 ปอนด์ ในท่อที่มีดินแห้งอยู่ 200 ปอนด์ แล้วรดด้วยน้ำฝนเป็นเวลา 5 ปี พบว่าต้นวิลโลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นถึง 169 ปอนด์ ในขณะที่น้ำหนักดินหายไปน้อยกว่า 2 ออนซ์ เขาสรุปว่าพืชได้รับสารประกอบจากน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต แต่ไม่ได้สรุปว่าพืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนจากอากาศด้วย ในปี ค.ศ. 1699 นายวูดวาดชาวอังกฤษได้พิสูจน์ว่าสามารถปลูกพืชในน้ำที่ใช้ละลายดิน ซึ่งน้ำนี้จะมีธาตุอาหารพืชต่างๆ จากดินละลายอยู่ ส่วน Nicolas de Saussure (1804) กล่าวว่าพืชต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 นายบูซิงเกาล์ ได้แนะนำการปลูกพืชในทราย หิน และถ่าน โดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ต่อมาวิธีนี้ถูกพัฒนาโดย Horstmar ในปี ค.ศ. 1856-60 ผู้ที่คิดค้นสารละลายธาตุอาหารพืชมาตรฐานขึ้นเป็นคนแรก คือ Sachs ในปี ค.ศ. 1860 หลังจากนั้นก็มีการค้นคว้าธาตุอาหารพืชสูตรต่างๆ กันเรื่อยมา จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1925 ศาสตราจารย์เกอริค ชาวอเมริกันแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ได้พัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มเติม จนกระทั่งสามารถนำเอาเทคโนโลยีนี้ออกมาใช้นอกห้องปฏิบัติการได้ และเริ่มศักราชของการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ทั้งนี้เป็นสวนครัวและเชิงพาณิชย์ ต่อมา ศาสตราจารย์เกอริคได้รับการยกย่องให้เป็นบิดาของเทคโนโลยีไฮโดร-โปนิกส์สมัยใหม่

จากการสำรวจพื้นที่การปลูกพืชไร้ดินในประเทศต่างๆ ทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ. 2535 พบว่ามีพื้นที่ปลูกประมาณ 8,386 เฮกแตร์ หรือประมาณ 52,406 ไร่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พื้นที่การปลูกพืชไร้ดินในประเทศต่างๆ เมื่อ ปี พ.ศ. 2535

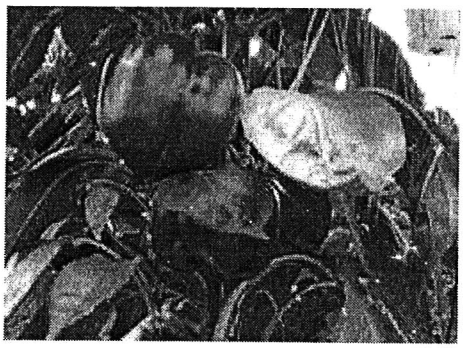
ประเทศ	พื้นที่ปลูก (เฮกแตร์)
เนเธอร์แลนด์	3,600
อิสราเอล	650
ฝรั่งเศส	600
สเปน	500
สหราชอาณาจักร (อังกฤษ เวลส์ และสก๊อตแลนด์)	500
เบลเยี่ยม	400
ญี่ปุ่น	400
แอฟริกาใต้	400
เยอรมันนี	250
ออสเตรเลีย	200
แคนาดา	200
รัสเซีย (สหภาพโซเวียตรัสเซีย แต่ยกเว้น อามิเนีย)	150
นิวซีแลนด์	100
สวีเดน	100
อิตาลี	50
สหรัฐอเมริกา	50
โปรตุเกต	40
ไต้หวัน	35
บัลกาเรีย	30
ไอร์แลนด์	25
อามิเนีย	20
สวิสเซอร์แลนด์	20
ฟินแลนด์	15
กรีก	15
โปแลนด์	15
จีน	10
อินโดนีเซีย	5
สิงค์โปร์	5
ฮ่องกง	1
รวม	8,386

ที่มา : International Congress on Soilless Culture. 1993. หมายเหตุ 1 เฮกแตร์ เท่ากับ 6.25 ไร่

ประโยชน์ของการปลูกพืชไร้ดิน

การปลูกพืชไร้ดินนี้ สามารถปลูกพืชได้ในทุกสถานที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัดไม่ว่าจะปลูกจำนวนน้อยหรือการปลูกแบบเศรษฐกิจเชิงการค้า สามารถปลูกได้ในเมืองที่แออัดคับแคบ เช่น การปลูกแบบเชิงการค้าในเมืองที่แออัดคับแคบในประเทศญี่ปุ่น และไต้หวัน เนเธอร์แลนด์ เบลเยี่ยม เป็นวิธีที่เหมาะสมกับความต้องการสำหรับผู้ปลูกที่มีพื้นที่ปลูกน้อย พืชปลูกด้วยการให้สารละลายที่ไม่เปื้อนดินจึงมีความสะอาดสวยงามกว่าการปลูกในดินแล้วยังให้ความเพลิดเพลินตาความสุขให้แก่ผู้ปลูกและผู้ที่พบเห็น อีกทั้งพืชผลเก็บเกี่ยวมีความน่ารับประทาน

สำหรับการปลูกแบบเล็กๆ หรือปลูกเป็นงานอดิเรกก็มีความยุ่งยากไม่มากนัก เป็นเหมือนกับการทำสวนตามปกติ แต่สำหรับการปลูกแบบเป็นเชิงการค้านั้นก็เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่ต้องมีเทคนิคต่างๆ ในการควบคุมให้รัดกุมมากยิ่งขึ้น



วิธีการปลูกพืชไร้ดินสามารถใช้ปลูกพืชได้หลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นกับความยากง่ายของการปลูกพืชแต่ละชนิด สามารถใช้เทคนิคการปลูกพืชไร้ดินกับพืชได้แทบทุกชนิดตั้งแต่ผัก ผลไม้ ไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้เลื้อย จนถึงพืชยืนต้น แต่ส่วนมากนิยมปลูกพวกพืชผัก ไม้ผลที่เป็นพืชที่เก็บเกี่ยวช่วงอายุสั้นดังตัวอย่างที่แสดงให้เห็นใน ตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างของพืชที่สามารถปลูกโดยการปลูกพืชไร้ดิน

พืชผัก	ไม้ผล/ผักรับประทานผล	ไม้ดอก	พืชสมุนไพร	พืชอาหารสัตว์
มะเขือเทศ	ส้ม	กุหลาบ	ว่านหางจระเข้	หญ้า
ผักกาดขาว	สตรอเบอรี่	คาร์เนชั่น	พืชสวนครัว	บาร์เล่ย์
คื่นฉ่าย	กล้วย		ต่างๆ เช่น	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
ผักชี	แตงกวา		กระเพรา	
ผักบุ้ง	แตงแคนตาลูบ		แมงลัก	
ผักสลัด	ถั่วฝักยาว		โหรพา	
	พริก			
	มะเขือ			

อนึ่ง การปลูกพืชไร้ดิน มิใช่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตและความเป็นอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น แต่อาจจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาชีวิตในอนาคต ดังที่อดีตประธานาธิบดีโลแนน เรแกน แห่งสหรัฐอเมริกาได้กล่าวว่า การปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) จะเป็นเทคโนโลยีที่ดีเด่นใช้ในการผลิตอาหารในอนาคตแล้ว ยังมีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านกำลังวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์การปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture) ในด้านต่างๆ เช่น มหาวิทยาลัยเพอร์ดู และสถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยอลิโซนากำลังพัฒนาสิ่งที่ใช้ในการช่วยเหลือโครงการอวกาศให้แก่องค์การนาซ่า (National Aeronautic and Space Administration, NASA) ในโครงการ Controlled Ecologycal Life Support Systems (CELSS) ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ในโครงการเดินทางอวกาศ เช่นโครงการเดินทางไปยังดาวพุธ

ข้อดีและข้อด้อยของการปลูกพืชไร้ดิน

ข้อดี

1. สามารถทำการเพาะปลูกพืชในบริเวณพื้นที่ดินไม่ดีหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการปลูก
2. ใช้พื้นที่เพาะปลูกน้อยและสามารถทำการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ
3. ลดค่าขนส่งเพราะสามารถเลือกผลิตใกล้เขตชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมฯ ที่รับซื้อ ทำให้มีศักยภาพในเชิงการค้าสูง
4. ประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช
5. ใช้แรงงานน้อยแต่มีประสิทธิภาพสูง
6. สามารถปลูกพืชอย่างต่อเนื่องได้ตลอดปีในพื้นที่เดียวกัน

7. พืชเจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตที่มากกว่าการปลูกแบบธรรมดาอย่างน้อย 2 สัปดาห์
8. สามารถตัดปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชที่เกิดจากดิน ทำให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่เดียวกันได้ตลอดปี ถึงแม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกัน
9. สามารถใช้น้ำและธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เช่น ปริมาณน้ำใช้ลดลงไม่ต่ำกว่า 10 เท่าตัวของการปลูกแบบธรรมดา
10. สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอนและรวดเร็ว โดยเฉพาะในระดับรากพืช ได้แก่ การควบคุมปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิความเข้มข้นของออกซิเจน ฯลฯ ซึ่งการปลูกพืชแบบทั่วไปทำได้ยาก ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชที่ได้จึงสูงกว่าการปลูกแบบทั่วๆ ไปมาก

ข้อด้อย

1. เป็นระบบที่มีต้นทุนการผลิตเริ่มต้นค่อนข้างสูง เนื่องจากประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ มากมายและมีราคาแพง

2. จะต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญและประสบการณ์มากพอสมควรในการควบคุมดูแล
3. ต้องมีการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ
4. ถ้าหากไม่มีความรู้และความสามารถในการจัดการที่ดีพอ อาจทำให้ผลผลิตมีปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตพืช เช่น ไนเตรท สูงจนเป็นอันตรายต่อการบริโภคได้
5. วัสดุปลูกบางชนิดเน่าเปื่อยหรือเน่าสลายตัวยาก ทำให้อาจมีปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้สารอาหารพืชที่ใช้แล้วหากไม่มีการจัดการที่ดีก็อาจสร้างปัญหาให้น้ำ เช่น ไนเตรท เป็นต้น

ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินตามธรรมชาติกับปลูกพืชไร้ดิน

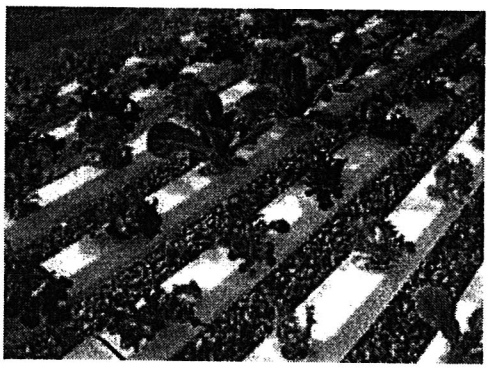
ปกติแล้วพืชจะเจริญเติบโตได้ดีนั้นต้องมีการเจริญเติบโตที่เหมาะสม คือ แสง น้ำ ธาตุอาหารพืช อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง (pH) ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งที่รากส่วนเหนือดิน

การปลูกพืชบนดินโดยทั่วไปแม้ดินจะมีธาตุอาหารและอากาศอันเป็นปัจจัยที่พืชต้องการนั้นมักมีข้อเสีย คือ ดินจะมีคุณสมบัติที่ไม่แน่นอนแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ เช่น โครงสร้างของดิน ปริมาณธาตุอาหารหรือความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ความเป็นกรดด่างไม่เหมาะสม ยุ่งยากต่อการปรับปรุงและเสียค่าใช้จ่ายสูง ปัญหาเหล่านี้ทำให้ได้ผลผลิตที่ไม่แน่นอน

ส่วนการปลูกพืชไร้ดินนั้นพืชจะได้รับสารละลายที่มีธาตุอาหารเรียกว่าสารละลายธาตุอาหารพืชที่ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) และความเป็นกรดด่าง (pH) ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชอยู่ตลอดเวลา ที่จริงแล้วไม่มีความแตกต่างทางสรีรวิทยาระหว่างพืชที่ปลูกบนดินตามธรรมชาติและการปลูกพืชไร้ดิน

ในการปลูกพืชบนดินตามธรรมชาติ “สารอาหารในดิน” เป็นอาหารพืชที่อยู่ในน้ำในดิน ซึ่งมาจากวัตถุที่เป็นสิ่งที่เน่าเปื่อยผุพังย่อยสลาย ที่มาจากอนินทรีย์สาร และอินทรีย์สาร

ในขณะที่การปลูกพืชที่ไร้ดินนั้น พืชจะได้รับ “สารละลายธาตุอาหาร มาจากการละลายของปุ๋ยเคมีในน้ำเรียกว่า “สารละลายธาตุอาหารพืช”



ทั้งสารอาหารในดินของการปลูกพืชบนดินที่ได้จากการเน่าเปื่อยผุผังตามธรรมชาติ และสารละลายธาตุอาหารจากการปลูกพืชไร้ดิน จะสัมผัสกับรากพืชซึ่งพืชจะดูดเอาไปใช้ในการเจริญเติบโตด้วยกระบวนการต่างๆ ต่อไป

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไร้ดิน

1. ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม

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

2. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.1 แสง

ตามธรรมชาติพืชจะใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน เพื่อทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ใบหรือส่วนที่มีสีเขียว โดยมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่เป็นตัวรับแสงเพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) เป็นกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) และก๊าซออกซิเจน (O_2) พืชที่ปลูกในบ้านหรือเรือนทดลอง อาจใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าทดแทนแสงอาทิตย์ได้แต่ก็เป็นการสิ้นเปลืองและไม่สมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับแสงธรรมชาติ

2.2 อากาศ

พืชจำเป็นต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีอยู่ประมาณ 0.033 เปอร์เซ็นต์ ในบรรยากาศในการผลิตกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์เริ่มต้น เหตุการณ์ที่พืชจะขาดคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีแหล่งคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเหลือเฟือ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานและรถยนต์ ตลอดจนการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนก๊าซออกซิเจน (O_2) พืชต้องการเพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ (Respiration) เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานเคมี ในรูปของน้ำตาลกลูโคสและสามารถให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism) ต่างๆ การหายใจของส่วนเหนือดินของพืชมักไม่มีปัญหา เพราะในบรรยากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรากพืชมักจะขาดออกซิเจน โดยเฉพาะการปลูกพืชไร้ดินด้วยเทคนิคการปลูกด้วยสารละลาย (Water Culture หรือ Liquid Culture) จำเป็นต้องให้ออกซิเจนในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช การให้ออกซิเจนแก่รากพืชจะให้ในรูปของฟองอากาศที่แทรกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งให้โดยใช้เครื่องสูบลม หรือการใช้ระบบน้ำหมุนเวียน

2.3 น้ำ

คุณภาพน้ำเป็นเรื่องสำคัญมากเรื่องหนึ่ง การปลูกพืชเพียงเล็กน้อยเพื่อการทดลองจะไม่มีปัญหา แต่การปลูกเป็นการค้า จะต้องพิจารณาเรื่องของน้ำก่อนอื่น หากใช้น้ำคุณภาพไม่ดีทั้งองค์ประกอบทางเคมีและความสะอาด จะก่อให้เกิดความล้มเหลว น้ำเป็นตัวประกอบที่สำคัญ โดยจะถูกนำไปใช้ 2 ทาง คือ

1. ใช้เป็นองค์ประกอบของพืช พืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พืชใช้น้ำเพื่อก่อให้เกิดกิจกรรมที่มีประโยชน์
2. ใช้เป็นตัวทำละลายธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปไอออนหรือสารละลายธาตุอาหารพืชโมเลกุลเล็ก เพื่อให้รากดูดกินเข้าไป ปกติน้ำประปาถือว่าใช้ได้ แต่สำหรับการทดลอง มักใช้น้ำกลั่นหรือน้ำประปาที่ทิ้งให้คลอรีนหมดไป แหล่งของน้ำที่ดีสุด สำหรับการปลูกพืชไร้ดินเชิงพาณิชย์ คือ น้ำฝนหรือน้ำจากคลองชลประทาน

2.4 วัสดุปลูก

วัสดุปลูก หมายถึงวัตถุ (material) ต่างๆ ที่เลือกสรรมา เพื่อใช้ปลูกพืชและทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตได้เป็นปกติ วัสดุดังกล่าวอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดผสมกัน ชนิดของวัสดุปลูกอาจเป็นอินทรีย์วัตถุก็ได้ โดยทั่วไปวัสดุปลูกจะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช 4 ประการ ได้แก่

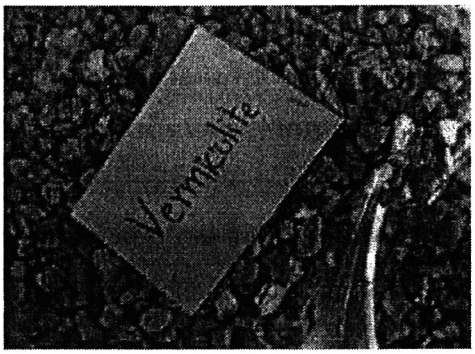
ก. ค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้
ข. เก็บสำรองธาตุอาหารพืช
ค. กักเก็บน้ำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช
ง. แลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูก

การปลูกพืชไร้ดินด้วยเทคนิควัสดุปลูก (Substrate Culture) วัสดุปลูกพืชนับว่ามีความสำคัญยิ่ง วัสดุปลูกอาจจะเป็นวัสดุอนินทรีย์ (Inorganic media) เช่น ทราย กรวด หินภูเขาไฟ เปอร์ไลท์ (Perlite) เวอร์มิคิวไลท์ (Vermiculite) และร็อกวูล (Rockwool) เป็นต้น หรือวัสดุอินทรีย์ (Organic media) เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว เปลือกไม้และแกลบเป็นต้น วัสดุปลูกควรมีอนุภาคสม่ำเสมอ ราคาถูก ปราศจากพิษ และศัตรูพืช และเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นนั้น ในญี่ปุ่นส่วนใหญ่จะใช้แกลบเป็นวัสดุปลูก แต่แกลบจะมีรูพรุนมากจึงไม่ดูดซับน้ำ ควรเก็บไว้ระยะหนึ่ง หรือผสมกับวัสดุอื่นที่กักเก็บน้ำได้ เช่น ขุยมะพร้าว ความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของอากาศและน้ำในช่องว่างที่เหมาะสม

วัสดุปลูกที่เป็นของแข็ง สามารถจำแนกตามที่มาและแหล่งกำเนิดของวัสดุได้ดังต่อไปนี้

1. *วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรีย์สาร* เช่น
   - วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ทราย ก้อนกรวด หินภูเขาไฟ หินซีลท์ ฯลฯ
   - วัสดุที่ผ่านขบวนการโดยใช้ความร้อน ทำให้วัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น ดินเผา เม็ดดินเผา ที่ได้จากการเผาเม็ดดินเหนียวที่อุณหภูมิสูง 1,100 องศาเซลเซียส ใยหิน ที่ได้จากการหลอมหินภูเขาไฟที่ทำให้เป็นเส้นใยแล้วผสมด้วยสารเลซิน เปอร์ไลท์ ที่ได้จากทรายที่มีต้นกำเนิดจากภูเขาที่อุณหภูมิสูง 1,200 องศา-

เซลเซียส เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) ที่ได้จากการเผาแร่ไมก้าที่อุณหภูมิสูง 800 องศาเซลเซียส เป็นต้น



- วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เศษจากการทำอิฐมอญ เศษดินเผาจากโรงงานเครื่องปั้นดินเผา

2. *วัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร* เช่น วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ขุยและเส้นใยมะพร้าว แกลบ และขี้เถ้า เปลือกถั่ว พีท หรือวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย กากตะกอนจากโรงงานน้ำตาล วัสดุเหลือใช้จากโรงงานกระดาษ

3. *วัสดุสังเคราะห์* เช่น เม็ดโฟม แผ่นฟองน้ำ และเส้นใยพลาสติก

ลักษณะของวัสดุปลูกที่ดี ภาพรวมในการเลือกใช้วัสดุปลูกให้คำนึงถึง คือ ต้องสะอาด และทำความสะอาดง่าย มีความแข็งแรง มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี เช่น ไม่ทรุดตัวง่าย ถ่ายเทน้ำและอากาศได้ดี มีคุณสมบัติที่เหมาะสมทางเคมี เช่น ระดับของความเป็นกรดด่าง ไม่มีสารทำลายรากพืช เป็นวัสดุที่สามารถเพาะเมล็ดได้ทุกขนาดและทุกประเภท ควรเป็นวัสดุที่มีราคาถูกที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

2.5 สารละลายธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต มีทั้งหมด 16 ธาตุ ซึ่ง 3 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ได้จากน้ำและอากาศ และอีก 13 ธาตุ ได้จากการดูดกินผ่านทางราก ทั้ง 13 ธาตุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณที่พืชต้องการ คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากและธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย

ก. ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrient elements)

ไนโตรเจน (N) พืชสามารถดูดกินไนโตรเจนได้ทั้งในรูปของแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรทไอออน (NO_3^-) ซึ่งไนโตรเจนส่วนใหญ่ในสารละลายธาตุอาหารพืชจะอยู่ในรูปไนเตรทไอออน เพราะถ้ามีแอมโมเนียมไอออนมากจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ สารเคมีที่ให้ไนเตรทไอออน คือ แคลเซียมไอออน และโปแตสเซียมไนเตรท นอกจากนี้ยังอาจได้จากกรดดินประสิว (HNO_3^-) ที่ใช้ในการปรับความเป็นกรดด่างของสารละลายธาตุอาหารพืช

ฟอสฟอรัส (P) ในการปลูกพืชไร้ดิน พืชต้องการธาตุฟอสฟอรัสไม่มากเท่ากับไนโตรเจนและโปแตสเซียม ประกอบกับไม่มีปัญหาในเรื่องความไม่เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเหมือนในดิน พืชจึงได้รับฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอ รูปของฟอสฟอรัสที่พืชสามารถดูดกินได้คือ mono-hydrogen phosphate ion (HPO_4^{-2}) ส่วนจะอยู่ในรูปใดมากกว่ากันขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่างของสารละลายในขณะนั้น

โปแตสเซียม (K) รูปของโปแตสเซียมที่พืชดูดกินได้ คือ potassium ion (K^+) โปแตสเซียมที่มีมากเกินพอ จะไปรบกวนการดูดกินแคลเซียมและแมกนีเซียม สารเคมีที่ให้โปแตสเซียม คือ potassuim nitrate และ potassium phosphate

แคลเซียม (Ca) รูปของแคลเซียมที่พืชดูดกินได้คือ calcium ion (Ca^{+2}) แหล่ง Ca^{+2} ที่ดีที่สุด คือ calcium nitrate เนื่องจากละลายง่าย ราคาไม่แพงและยังให้ธาตุไนโตรเจนด้วย แคลเซียมที่มีมากในสารละลายธาตุอาหารพืช จะไปรบกวนการดูดกินโปแตสเซียมและแมกนีเซียม ในน้ำตามธรรมชาติจะมีแคลเซียมอยู่ปริมาณหนึ่ง การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจึงควรคิดแคลเซียมในน้ำด้วยจะได้ไม่เกิดปัญหาในการมีแคลเซียมมากเกินไป

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

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

ข. ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อยหรือจุลธาตุ (micronutrient elements)

โบรอน (B) การแสดงอาการขาดธาตุโบรอนของพืชพบเห็นได้ยากเนื่องจากพืชต้องการในปริมาณน้อย ซึ่งในน้ำธรรมชาติก็มีโบรอนอยู่ด้วย สารเคมีที่ให้ borate ion (BO_3^{-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 copper chloride ($CuCl_2$)

เหล็ก (Fe) พืชดูดกินในรูป Fe^{+2} หรือ Fe^{+3} สารเคมีที่ให้ธาตุเหล็กที่มีราคาถูกที่สุดคือ ferrous sulfate ($FeSO_4$) ซึ่งละลายน้ำได้ง่าย แต่ก็จะตกเป็นตะกอนได้เร็ว จึงต้องควบคุมสภาพความเป็นกรดด่างของสารละลาย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ โดยการใช้เหล็กในรูปคีเลต (Fe-chelate) ซึ่งเป็นสารเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างเหล็กและสารคีเลต ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ เหล็กคีเลต เป็นสารประกอบเชิงซ้อน สามารถคงตัวอยู่ในรูปสารละลายธาตุอาหารพืชและพืชดูดกินได้ เหล็กคีเลตที่นิยมใช้กันอยู่ในรูปของ EDTA หรือ EDDHA

แมงกานีส (Mn) มีลักษณะเหมือนกับเหล็กคือ ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีส จะถูกควบคุมโดยความเป็นกรดด่าง ถ้าสารละลายธาตุอาหารพืชมีลักษณะด่าง ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีส

จะลดลง manganese ion (Mn^{+2}) ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถดูดกินได้ จะได้จากสารเคมี manganese sulfate ($MnSO_4$) หรือ manganese chloride ($MnCl_2$)

โมลิบดินัม (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^- มากเกินพอ จะไปมีผลยับยั้งการดูดกิน anions ตัวอื่น เช่น nitrate (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{-2})

การควบคุมความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารพืช

การรักษาหรือควบคุมความเป็นกรดด่าง และค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายอาหารนี้เพื่อให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ยหรือสารอาหารพืชได้ดี และเพื่อให้ปริมาณสารอาหารแก่พืชตามที่ต้องการ

1. **การรักษาหรือควบคุม pH**

เนื่องจากค่าความเป็นกรดด่างในสารละลายจะเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความสามารถของรากที่จะดูดธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชได้

ปกติแล้วควรรักษาค่าความเป็นกรดด่างที่ 5.8-7.0 เพราะเป็นค่าหรือช่วงที่ธาตุอาหารพืชต่างๆ สามารถคงรูปในสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้ดี

ค่าความเป็นกรดด่างในสารละลายธาตุอาหารพืชเปลี่ยนแปลงได้หลายสาเหตุ เช่น การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการที่รากพืชดูดธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร แล้วพืชปลดปล่อยไฮโดรเจน (H^+) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) จากรากสู่สารละลายธาตุอาหารพืชทำให้ pH เปลี่ยนแปลงไป เช่น

- ประจุไฟฟ้าลบ หรือแอนไอออน (anions) เช่น ไนเตรท (NO_3^-), ซัลเฟต (SO_4^{--}), ฟอสเฟต (PO_4^{---}) แล้วจะปลดปล่อยไฮดรอกไซด์ (OH^-) สู่สารละลายธาตุอาหาร
- ประจุไฟฟ้าบวก หรือแคตไอออน (cations) เช่น แคลเซียม (Ca^{++}), แมกนีเซียม (Mg^{++}), โปแตสเซียม (K^+), แอมโมเนียม (NH_4^+) แล้วจะปลดปล่อยไฮโดรเจน (H^+) สู่สารละลายธาตุอาหาร

ปกติแล้วธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืช มีประจุไฟฟ้าบวกหรือแคตไอออนมากกว่าค่าของประจุไฟฟ้าลบหรือแอนไอออนแล้ว ค่าความเป็นกรดด่างจะลดลง ในขณะที่การดูดกินแอนไอออนมากกว่าแคตไอออนจะเพิ่มความเป็นกรดด่างในสารละลายธาตุอาหารพืช

สำหรับการให้ธาตุอาหารบางชนิดที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก คือ ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen, N) ซึ่งมีการให้ทั้ง 2 รูปแบบ คือ ในรูปแบบของประจุลบในสารอาหารในรูปของไนเตรส (NO_3^-) และในรูปแบบ

ของประจุบวกในสารอาหารในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) นั้น ต้องพิจารณาถึงอัตราส่วนของสารนี้ให้ดี เพราะจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่างและการใช้ประโยชน์ของพืชมาก

การปรับเพื่อลดหรือเพิ่มค่าความเป็นกรดด่างนั้น สามารถทำได้โดยเติมสารลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น

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

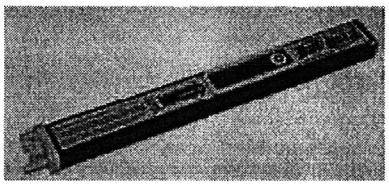
1.2 การปรับเพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรดด่าง ให้สูงขึ้น ทำโดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Potassium hydroxide (KOH) หรือ Sodium hydroxide (NaOH) หรือ Sodium bicarbonate หรือ Bicarbonate of soda ($NaHCO_3$)

2. การควบคุมค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)

เนื่องจากปุ๋ยที่ละลายในน้ำที่ค่าของอิออน (ion) ที่สามารถให้กระแสไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นโมท์ (Mho) แต่ค่าของการนำกระแสไฟฟ้านี้ค่อนข้างน้อยมาก จึงมีการวัดเป็นค่าที่มีหน่วยเป็นมิลลิโมท์/เซนติเมตร (milliMhos/cm) อันเป็นค่าที่ได้จากการวัดการนำกระแสไฟฟ้าจากพื้นที่หนึ่งคิวบิกเซนติเมตรของสารอาหาร

การวัดค่าการนำไฟฟ้าจะทำให้เราทราบเพียงค่ารวมของการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารพืช (คือน้ำกับปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารพืชทั้งหมดในถังที่ใส่สารอาหารทั้งหมด) เท่านั้น แต่ไม่ทราบค่าของสัดส่วนของธาตุอาหารใดธาตุอาหารหนึ่งที่อยู่ในถัง ที่อาจเปลี่ยนไปตามเวลาเนื่องจากพืชนำไปใช้หรือตกตะกอน

ดังนั้นหลังจากมีการปรับค่าการนำไฟฟ้าไปได้ระยะหนึ่งแล้วจึงควรเปลี่ยนสารละลายในถังใหม่เป็นระยะๆ โดยเฉพาะประเทศที่มีอากาศร้อนอย่างประเทศไทย ควรเปลี่ยนสารละลายใหม่เป็นระยะๆ เช่น ทุก 3 สัปดาห์ ซึ่งการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารพืชแต่ละครั้งก็หมายถึงการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น



ปกติแล้วควรรักษาค่าการนำไฟฟ้าของสารอาหารระหว่าง 2.0-4.0 มิลลิโมท์/เซนติเมตร (milliMhos/cm)

การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แม้ว่าปกติแล้วควรรักษาค่าการนำไฟฟ้าของสารอาหารระหว่าง 2.0-4.0 มิลลิโมท์/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 เพื่อให้แรงดันออสโมติกของกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของรากพืชได้สะดวก

ค่าการนำไฟฟ้าจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ระยะการเติบโต และความเข้มของแสง เช่น

ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำคือ (1.5-2.0 mMho/cm) เหมาะสมต่อการปลูกแตงกวา

ค่าการนำไฟฟ้าที่สูงคือ (2.5-3.5 mMho/cm) เหมาะสมต่อการปลูกมะเขือเทศ

ค่าการนำไฟฟ้า (1.8-2.0 mMho/cm) เหมาะสำหรับการปลูกผักและไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป

ค่าการนำไฟฟ้าจะแตกต่างกันไปตามระยะการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นพืช เพราะค่าการนำไฟฟ้าที่สูงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นก่อนการให้ผล (Vegetative growth) และสูงขึ้นเมื่อพืชให้ผลผลิต (Reproductive growth) ดังนั้นการปลูกพืชที่ให้ผลผลิตเช่นมะเขือเทศควรคำนึงถึงข้อนี้ด้วย

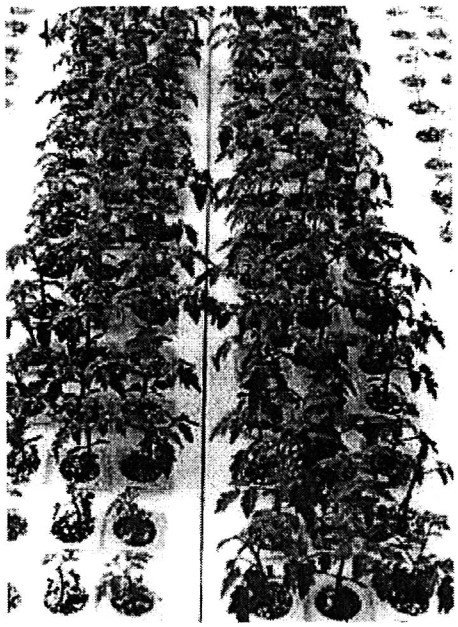
นอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้านี้ จะแตกต่างกันไปตามความเข้มข้นของแสง เช่น กล่าวคือถ้าแสงมีความเข้มข้นมาก พืชต้องการสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยลง คือพืชจะดูดน้ำมากกว่าธาตุอาหาร

การเปลี่ยนสารละลายใหม่ เนื่องจากการวัดค่าการนำไฟฟ้า จะทำให้เราทราบเพียงค่ารวมของการนำไฟฟ้าของสารอาหารคือน้ำกับธาตุอาหารทั้งหมดในถังที่ใส่สารละลายธาตุอาหารพืชเท่านั้น แต่ไม่ทราบค่าของสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่เปลี่ยนไปตามเวลาที่ให้ เนื่องจากธาตุอาหารบางธาตุพืชนำไปใช้น้อยจึงเหลือสะสมในสารอาหาร (เช่น โซเดียมและคลอรีน) ซึ่งจะมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์หรือองค์ประกอบของสารละลายตัวอื่นๆ เปลี่ยนแปลงไปหรือ ตกตะกอน

ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนสารละลายในถังใหม่เป็นระยะๆ โดยเฉพาะประเทศที่มีอากาศร้อนอย่างประเทศไทย ควรเปลี่ยนสารละลายใหม่เป็นระยะ เช่น ทุก 3 สัปดาห์

การรักษาหรือควบคุมค่าความเป็นกรดด่างและค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารพืชนี้ สามารถกระทำโดยใช้แรงงานหรือใช้ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติก็ได้

การเพาะต้นกล้า

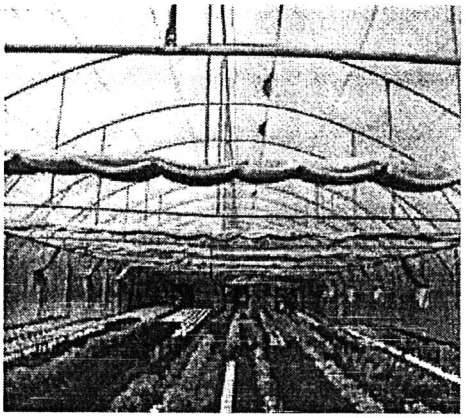


1. **การเพาะในกระบะเพาะกล้า** อุปกรณ์ปลูกประกอบด้วย
   - กระบะเพาะเมล็ดที่ทำจากวัสดุต่างๆ เช่น ถ้วยเพาะถาดพลาสติกที่มีหลุมสำหรับเพาะแบบสำเร็จรูป
   - วัสดุเพาะกล้าเพื่อเป็นที่สำหรับให้ต้นกล้าโต ที่นิยมใช้กันคือ เปอร์ไลท์
2. **การเพาะกล้าในแผ่นฟองน้ำ** โดยการเพาะเมล็ดลงบนแผ่นฟองน้ำที่มีสารละลายธาตุอาหารพืชอย่างเจือจาง
3. **การเพาะกล้าในวัสดุปลูก** โดยการเพาะเมล็ดลงวัสดุปลูกที่มีขนาดเล็ก เมื่อต้นกล้าโตแล้วก็ย้ายไปปลูกในวัสดุปลูก เช่น การเพาะกล้าในใยหิน (rock wool) โดยก่อนนำกล้าไปปลูกควรทำการปรับความพร้อมโดยการให้ได้รับแสงแดดเพิ่มขึ้นทีละน้อยหรือ Hardening เสียก่อน

อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการปลูกพืชไร้ดิน

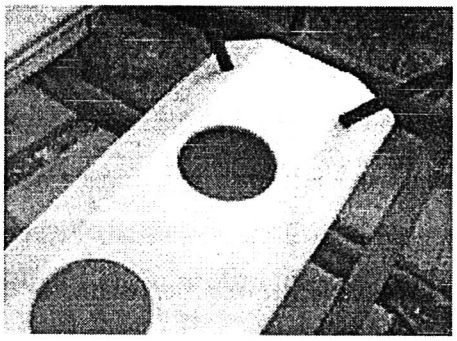
อุปกรณ์สำหรับการปลูกพืชไร้ดินมีหลายชนิด แตกต่างกันไปตามลักษณะวิธีปลูกแบบต่างๆ ที่ผู้จะทำการปลูกสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม โดยให้คำนึงถึงราคาต่ำแต่มีคุณภาพดีและควรหาซื้อได้ในท้องถิ่น ปกติแล้วอุปกรณ์สำหรับการปลูกพืชไร้ดินมีดังต่อไปนี้

1. โรงเรือน



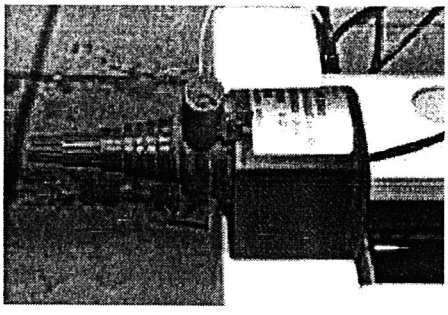
ต้องพิจารณาเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม สิ่งที่ต้องคำนึงคือนอกจากต้องมีความแข็งแรงแล้วยังต้องตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและป้องกันศัตรูพืชเข้ามารบกวนอีกด้วย นอกจากนี้การเลือกทำเลที่ตั้งโรงเรือนเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ ควรเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตคือสภาพพื้นที่ สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ การคมนาคมสะดวก มีไฟฟ้าและแหล่งน้ำที่มีคุณภาพ เป็นต้น

2. ภาชนะ



ภาชนะที่ใช้ในการปลูก เช่น รางปลูก ควรเน้นวัสดุที่มีความเหมาะสมตามความประสงค์ของระบบปลูก อาจเป็นวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น สารที่สังเคราะห์ เช่น แผ่นโลหะ พลาสติก ในการเลือกใช้วัสดุให้คำนึงถึงความสะอาด ไม่ผุหรือถูกกัดกร่อนง่าย โดยเฉพาะจากสารละลายธาตุอาหารพืช มีความแข็งแรง ควรเป็นวัสดุที่มีราคาถูกที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น สะดวกในการติดตั้งและใช้งาน ทำความสะอาดง่าย และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

3. ปั๊ม

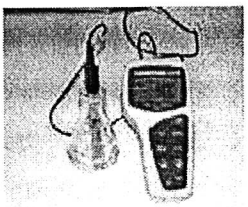


เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ก่อให้เกิดพลังงานในการก่อให้เกิดการไหลเวียนของสารละลายธาตุอาหารพืช และให้ออกซิเจนแก่รากพืช

4. ไฟฟ้า

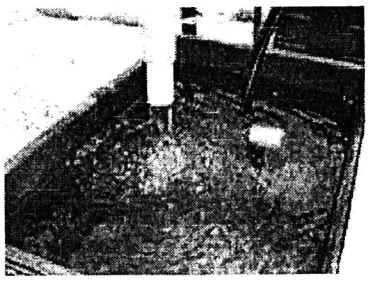
เพื่อเป็นต้นกำลังของพลังงานที่ขาดไม่ได้ ดังนั้นถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าก็ต้องจัดหาต้นกำลังสำรองไว้

5. อุปกรณ์สำหรับการเตรียมและตรวจวัดสารละลาย



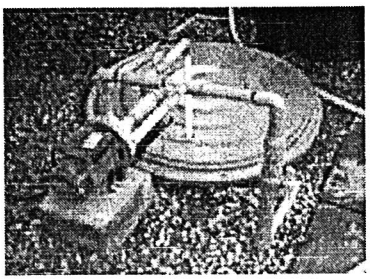
เช่น เครื่องชั่ง ภาชนะใส่สารละลายเข้มข้น ปุ๋ยหรือธาตุอาหาร เครื่องมือตรวจวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) และวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC meter) เป็นต้น

6. วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง



6.1 ถังใส่สารละลายธาตุอาหารพืช จะมีขนาดเล็กหรือใหญ่แตกต่างกันไปตามขนาดของการเก็บกักสารละลายธาตุอาหารพืชกับระบบที่ปลูก

ปกติแล้วระบบการปลูกแบบ Nutrient Film Technique (NFT) ในยุโรป จะมีขนาดถังที่บรรจุสารละลายธาตุอาหารพืชทั้งหมดด้วยอัตราส่วนระหว่างปริมาณสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้ในการปลูกตามรางปลูก 90% ต่อปริมาณสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในถัง 10%



สำหรับในประเทศไทยเรามีอากาศร้อน อาจพิจารณาเพิ่มอัตราส่วนปริมาณสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในถัง (ที่มักฝังในดินหรืออยู่ในที่ร่มเพื่อลดอุณหภูมิของสารอาหาร) เพิ่มขึ้นเป็น 20-30% เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาอุณหภูมิและการลดลงของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในถังก่อนหมุนเวียนขึ้นไปเลี้ยงต้นพืช แต่วิธีนี้เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต

6.2 ถุงมือ ใช้ในการเตรียม/รักษาหรือควบคุมค่าความเป็นกรดด่าง เพราะสารปรับความเป็นกรดด่างที่กล่าวมาเป็นกรดที่ทำลาย ผิวหนังและเสื้อผ้าได้

6.3 เครื่องชั่ง วัด ตวง ปริมาณปุ๋ยหรือสารอาหาร

วัสดุผูกมัดหรือรองรับต้นพืช สำหรับพืชที่มีความสูง เช่น มะเขือเทศ และรากของพืชไม่สามารถยึดแน่นกับวัสดุปลูกเหมือนกับการปลูกบนพื้นดินทั่วไป จึงต้องมีวัสดุรองรับต้นพืช เพื่อเป็นสิ่งที่ช่วยทำให้ต้นพืชที่มีลำต้นสูง และให้ผลผลิตที่เป็นผลที่มีน้ำหนัก (เช่น มะเขือเทศ พริก แตง) สามารถทรงตัวอยู่ได้ เช่น เชือก ลวด ไม้ค้ำ และอาจมีสิ่งผูกมัด (ที่ทำด้วยพลาสติก) ติดกับต้นพืชอีกด้วย

เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน

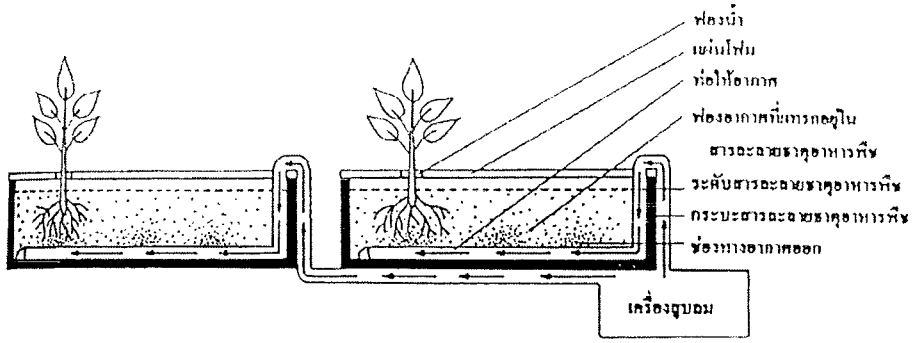
การปลูกพืชไร้ดิน หมายถึง การผลิตพืชโดยทำการปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืช (nutrient solution) หรือในวัสดุปลูกที่เหมาะสม สามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ ดังนี้

I. เทคนิคการปลูกพืชในสารละลาย (Solution Culture หรือ Water Culture)

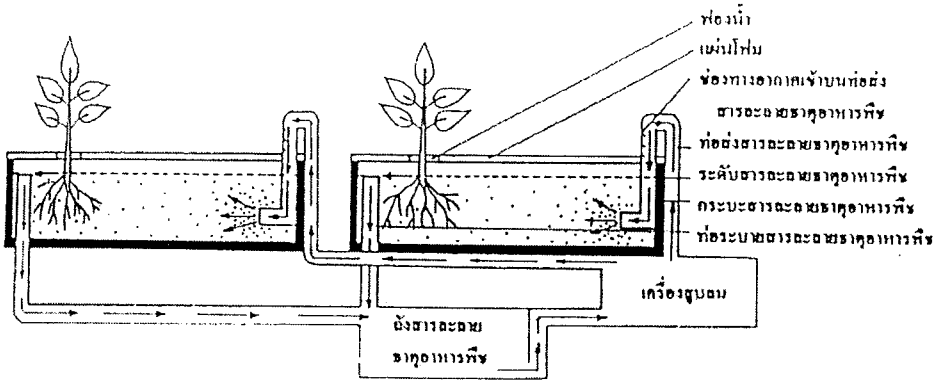
เป็นการปลูกพืชโดยปล่อยรากพืชเจริญเติบโตในสารละลายธาตุอาหารพืช โดยไม่มีวัสดุปลูกใดๆ รองรับรากพืช แบ่งออกได้หลายวิธี ดังนี้

1.1 Liquid Culture

เป็นเทคนิคการปลูกพืชไร้ดินดั้งเดิม โดยศาสตราจารย์เกอริค เป็นคนแรกที่ใช้เทคนิคนี้ มีหลักการว่ารากพืชจะต้องแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช แต่ส่วนต่อระหว่างรากหรือโคน จะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช และยกไว้เหนือระดับน้ำ มีทั้งแบบที่ใช้น้ำลึก (Deep Water Culture) ซึ่งมีระดับน้ำสูงประมาณ 8 ถึง 20 เซนติเมตร และแบบน้ำตื้น (Semi-Deep Water Culture) ซึ่งมีระดับน้ำสูงประมาณ 5 ถึง 10 เซนติเมตร มีการให้อากาศโดยการพ่นเป็นฟอง ที่แทรกอยู่ในสารละลายโดยใช้เครื่องสูบลม ซึ่งสารละลายธาตุอาหารพืชจะหมุนเวียนอยู่ภายในภาชนะปลูกโดยการเคลื่อนไหวของฟองอากาศ (non-circulating system) อีกแบบหนึ่ง สารละลายธาตุอาหารพืชมีการไหลหมุนเวียนออกไปนอกภาชนะปลูก ลงสู่ถังสารละลายธาตุอาหารพืชและถูกสูบให้ไหลกลับสู่ภาชนะปลูกใหม่ (circulating system) การที่สารละลายธาตุอาหารพืชไหลเวียนอย่างเหมาะสม จะช่วยเพิ่มอากาศหรือก๊าซออกซิเจนลงในสารละลายธาตุอาหารพืช รวมทั้งสะดวกต่อการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช ให้เหมาะสมต่อพืชที่ปลูกอีกด้วย



Non-circulating System : ให้อากาศแบบแจะรูเล็ก ๆ บนท่อให้อากาศ

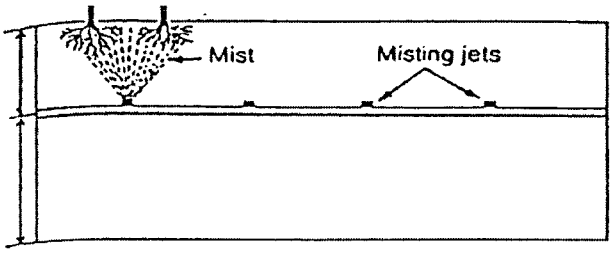


Circulating System : แบบน้ำหมุนเวียนออกจากกระบะสารละลายธาตุอาหารพืช

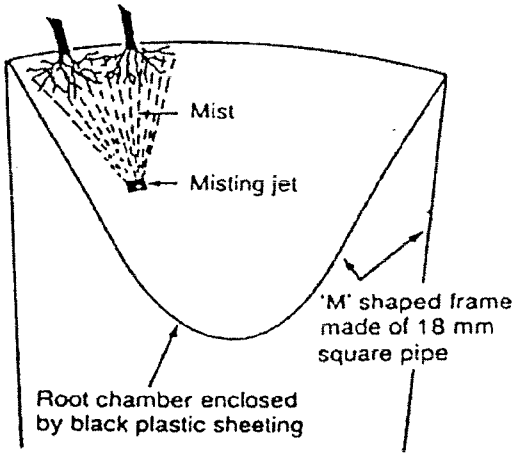
รูปที่ 1 การปลูกด้วยเทคนิค Liquid Culture

1.2 Aeroponics

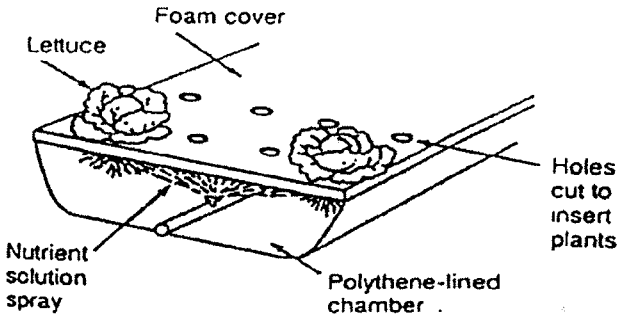
เป็นการปลูกพืชโดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ในรูปของการพ่นเป็นหมอกหรือละออง ไปยังรากพืช ที่ถูกแขวนอยู่ในอากาศในที่มืด ความบ่อยครั้งและความยาวนานของการฉีดแต่ละครั้ง อาจแตกต่างกันไปตามชนิดพืชและสภาพบรรยากาศที่ห่อหุ้มรากพืช เช่น อาจมีการฉีดสารละลายธาตุอาหารพืช 3 นาที และหยุด 1-2 นาที โดยการตั้งเวลา เพื่อให้ภายในห้องมืดคงความชุ่มชื้น 95-100% RH การปลูกพืชเทคนิคนี้มักใช้ศึกษาเกี่ยวกับสรีรวิทยาของพืช ข้อดีของระบบนี้คือ รากแพร่กระจายได้ดีเพราะไม่มีสิ่งกีดขวางและได้รับอากาศเต็มที่



Aeroponics. Side view showing arrangement of misting jets.



Aeroponics. End view showing root chamber and arrangement of misting jets.

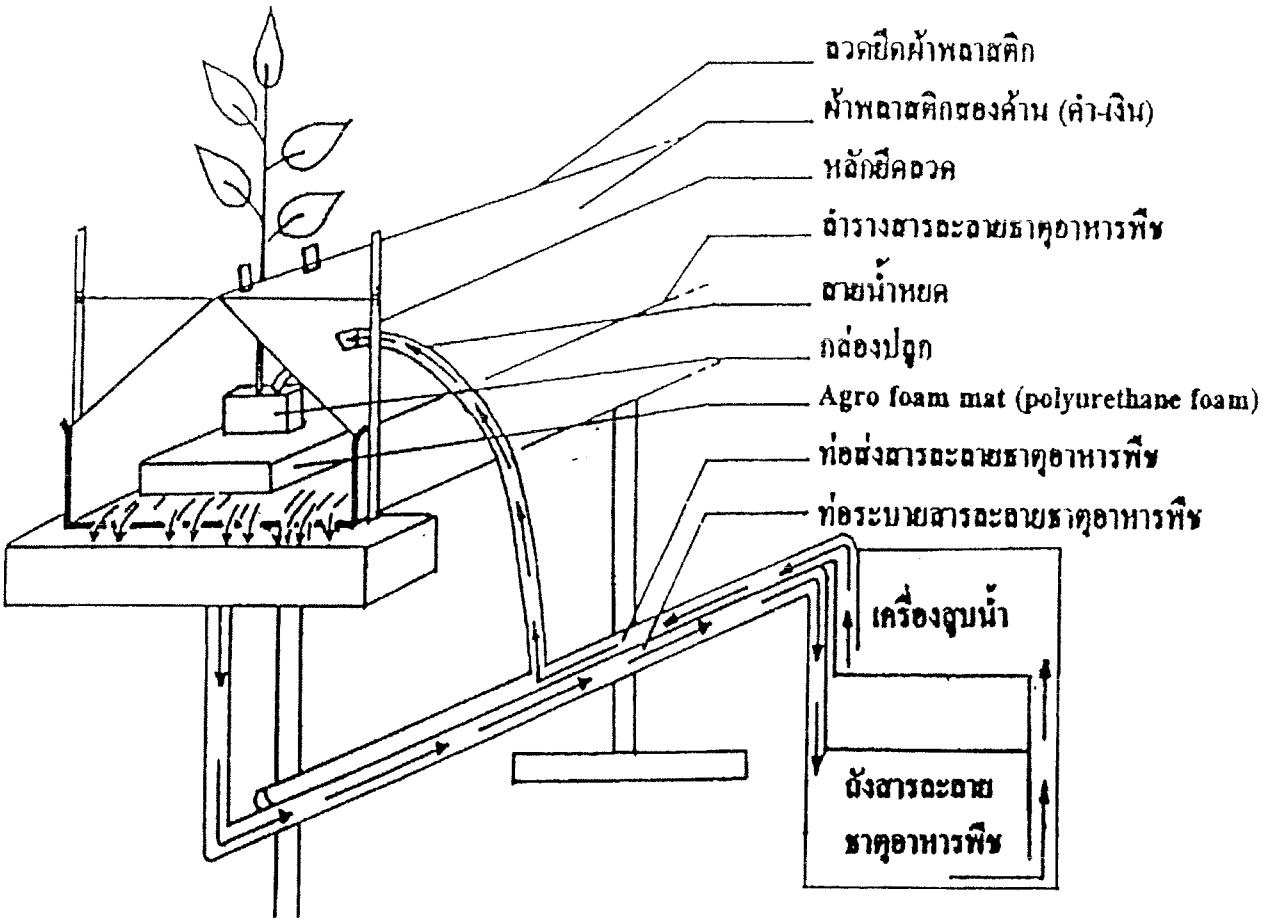


Lettuces growing in an aeroponics system.

รูปที่ 2 การปลูกพืชให้รากลอยอยู่ในอากาศ

1.3 Nutrient Film Technique (NFT)

เป็นเทคนิคการปลูกพืชที่พัฒนาโดย นายคูเปอร์ บางทีเรียก Trough Culture, Trench Culture, Gully Culture หรือ Channel Culture ซึ่งเป็น Water Culture อีกเทคนิคหนึ่งที่ได้รับความสนใจมาก มีหลักการว่ารากพืชจะแช่อยู่ในลำรางโลหะที่มีพลาสติกปูพื้นและใช้วัสดุห่อหุ้มต้นหรือปลูกในลำรางที่มี polyurethane foam รองรับรากพืชที่ปรับความลาดเทไว้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ การให้สารละลายธาตุอาหารพืชจะต้องใช้เครื่องสูบน้ำดูดจากถังเก็บสารละลายธาตุอาหารพืช แล้วปล่อยให้ไหลเป็นแผ่นบางๆ ผ่านรากพืชด้วยอัตราความเร็ว 2 ลิตรต่อนาที รากจะได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ด้านปลายลำรางจะมีรางน้ำรองรับสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้แล้ว ไปรวมที่ถังเพื่อดูดกลับไปใช้ใหม่ การปลูกพืชเทคนิคนี้ต่อมาได้รับการพัฒนาให้มีวัสดุรองรับรากพืช เพื่อช่วยลดปัญหาการที่รากมีการเจริญแล้วจับตัวเป็นแผ่นหนาแน่น ทำให้เกิดการกีดขวางลำราง สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านไม่สะดวกเป็นผลให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตของพืช ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแท่งปลูก เช่น ร็อกวูล (rockwool) และมีการนำมาใช้ในการปลูกผักเป็นเชิงพาณิชย์ในหลายประเทศ



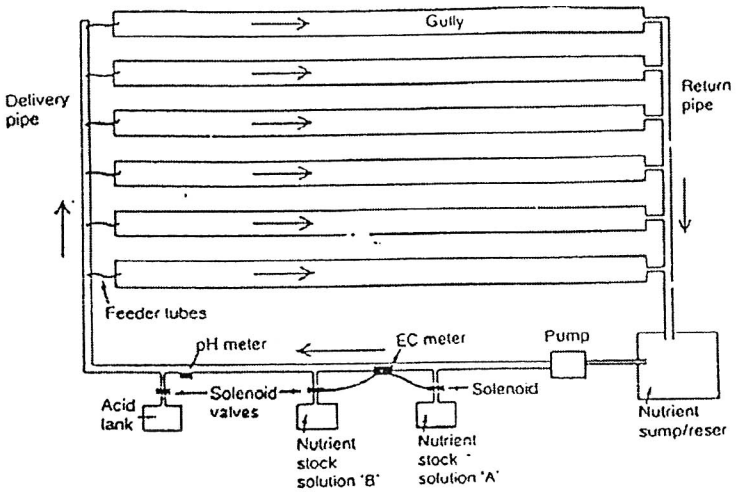
รูปที่ 3 การปลูกด้วยเทคนิค Nutrient Film Technique (NFT)

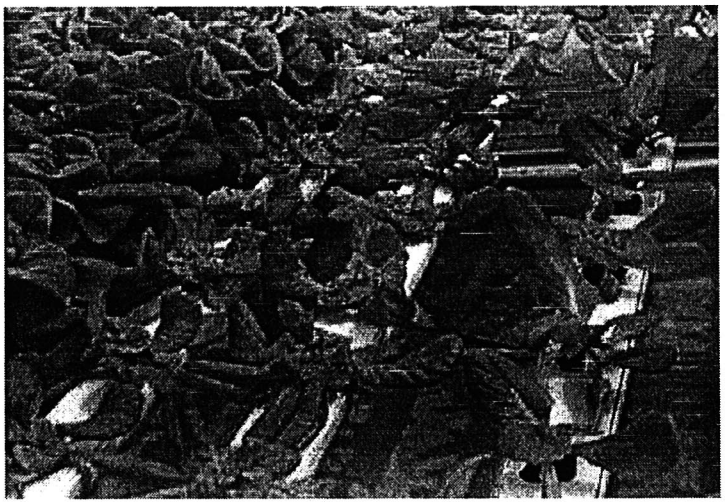
การให้สารละลายแก่พืชแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1. ระบบที่นำสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (closed system หรือ recirculating system) เป็นวิธีการที่ให้สารละลายผ่านรากพืชแล้วระบายลงสู่ถังหรือภาชนะที่บรรจุแล้วมีการหมุนเวียน (เช่น ปั๊ม) เอาสารละลายธาตุอาหารนี้กลับขึ้นมาให้แก่พืชใช้ใหม่อีกอย่างต่อเนื่อง วิธีนี้เป็นวิธีที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไป

1.1 แบบสารละลายธาตุอาหารพืชหมุนเวียนแบบไม่เติมอากาศ เป็นระบบสารละลายหมุนเวียนถ่ายเท ไม่ต้องให้ออกซิเจนหรือไม่ต้องใช้อุปกรณ์เครื่องปั๊มอากาศ

1.2 แบบสารละลายธาตุอาหารพืชหมุนเวียนแบบเติมอากาศ หรือเรียกกันทั่วไปว่า การเลี้ยงปลาตู้ เพราะมีการใช้ปั๊มลมช่วยในการให้ออกซิเจน วิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมปลูกในบ้านเรา โดยการปลูกพืชที่เพาะเมล็ดในฟองน้ำ

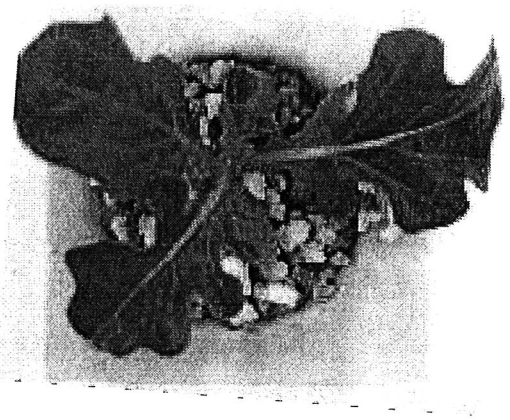


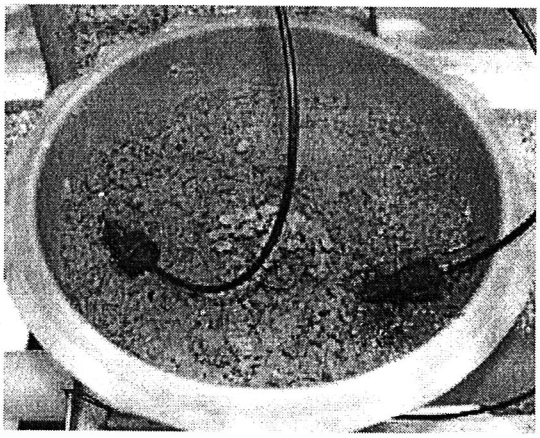


รูปที่ 4 ระบบที่นำสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (closed system หรือ recirculation system) (ภาพบนเป็นหลักการปลูก ภาพล่างเป็นการปลูกจริง)

2. ระบบที่ไม่นำสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (open system หรือ nonrecirculating system) เป็นวิธีการที่ให้สารละลายผ่านรากพืชแล้วไม่นำกลับมาใช้อีก พืชจะได้รับสารอาหารที่เตรียมขึ้นใหม่เสมอ โดยการใช้ปั๊มทำให้สารละลายมีการไหลเวียนเกิดขึ้น ข้อดีของการปลูกแบบนี้คือ นอกจากจะเป็นการเพิ่มออกซิเจนแก่รากพืชโดยตรงแล้วยังช่วยให้สารละลายเกิดการเคลื่อนไหว อันเป็นการช่วยไม่ให้ธาตุต่างๆ เกิดการตกตะกอน ทำให้ต้นพืชได้รับอาหารอย่างเต็มที่วิธีการปลูกแบบนี้เป็นวิธีที่ใช้ได้ผลในการผลิตเชิงการค้าทั่วไป

II. เทคนิคการปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate Culture หรือ Aggregate Culture หรือ Aggregate Hydroponics)





เป็นการใช้วัสดุปลูกต่างๆ ที่เป็นของแข็งสำหรับให้รากยึดและค้ำจุนต้นพืช วัดสุปลูกที่ใช้ควรจะสะอาดปราศจากโรคและแมลง ไม่เป็นพิษภัยต่อการเจริญเติบโตของพืชและหาได้ง่ายในท้องถิ่นนั้น ในบ้านเราวัสดุที่หาง่าย เช่น ทราย กรวด ขี้เลื่อย แกลบ และขุยมะพร้าว เป็นต้น การใช้อาจนำเอาหลายๆ อย่าง มาผสมกันตามอัตราส่วนที่เหมาะสม การให้สารละลายธาตุอาหารพืชแก่พืชมีหลายวิธี เช่น ดูดซึม แช่และระบาย (soak and drain หรือ ebb and flow) ระบบน้ำหยด (drip irrigation) เป็นต้น นอกจากนี้ ยังนิยมใช้ปุ๋ยเม็ดด้วย เพราะสะดวกในการใช้ การใช้ระบบน้ำหยดในการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารพืช ได้รับความนิยมมากสำหรับการปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกประเภทขี้เลื่อยและทราย การปลูกพืชแบบใช้วัสดุปลูกอาจทำเป็นกระบะหรือแปลงปลูก หรือปลูกในถุงแบบต่างๆ เช่น ถุงพลาสติกดำหรือใสก็ได้ การปลูกพืชด้วยเทคนิคนี้สารละลายธาตุอาหารพืชที่เหลือจากการให้กับต้นพืชแล้วจะถูกระบายทิ้งไป แต่ถ้ามีการยกระดับกระบะวัดสุปลูกให้สูงพอสมควร ก็จะสามารถรองรับสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหลือทิ้งไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้

หลักสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุปลูกคือจะต้องให้เหมาะสมกับสภาวะต่างๆ ตามที่พืชต้องการ เช่น มีการระบายอากาศที่ดี อุ้มน้ำได้พอเหมาะ เป็นต้น และโดยเนื้อวัสดุปลูกที่นำมาอาจมีหรือไม่มีสารอาหาร แต่เนื่องด้วยธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงยังเป็นสิ่งจำเป็นต้องให้อาหารที่มีอย่างครบถ้วน

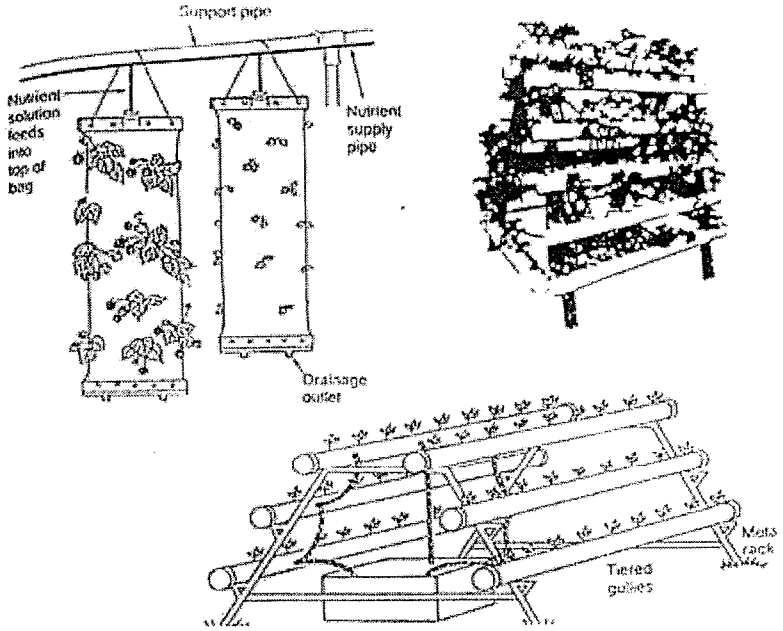
ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ

สำหรับข้อควรระมัดระวังของแบบการปลูกด้วยวัสดุ ซึ่งผู้ปลูกควรต้องดูแลไม่ปล่อยให้วัสดุปลูกแห้งจนไม่มีความชื้นอยู่ เพราะถ้าแห้งถึงในระดับหนึ่งรากก็อาจจะไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพที่ดีดังเดิมได้ อันจะเป็นการก่อให้เกิดความเสียหายต่อแปลงเพาะปลูกนั้นได้ นอกจากนี้ยังมีปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งในการจะเก็บเศษรากพืชที่เหลือออกจากวัสดุปลูกให้หมดไปเมื่อต้องการเริ่มปลูกพืชครั้งใหม่

ความแตกต่างของการให้สารละลาย แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1. การให้สารละลายท่วมภาชนะปลูก ภายหลังจากการย้ายต้นกล้ามาลงปลูกใหม่ในภาชนะปลูกถาวรที่มีวัสดุปลูกตามที่ได้จัดเตรียมไว้ โดยภาชนะนี้มีท่อสำหรับให้สารละลายไหลเข้าไปในภาชนะท่วมวัสดุปลูกไม่ต่ำกว่าวันละ 2 ครั้ง คือในช่วงเช้าและเย็น และสำหรับในระหว่างฤดูร้อนอาจต้องเพิ่มจำนวนขึ้นวันละ 3-4 ครั้ง ในครั้งหนึ่งๆ จะปล่อยให้สารละลายแช่ขังอยู่ ½ ถึง 1 ชั่วโมง จากนั้นจึงปล่อยให้สารละลายไหลเข้าไปท่วมยังวัสดุปลูกและระบบกลับออกมาได้นั้นสามารถทำได้ 2 วิธีคือ การให้สารละลายท่วมภาชนะปลูกโดยใช้แรงโน้มถ่วง และการให้สารละลายท่วมภาชนะปลูกโดยใช้ระบบควบคุมเวลา

2. การให้สารละลายแบบน้ำหยด ลักษณะการทำงาน จะต้องมีถังสำหรับการเตรียมผสมธาตุอาหาร ถังนี้จะตั้งอยู่ในระดับความสูงเหนือภาชนะปลูกเล็กน้อยและต่อท่อในระดับต่ำกว่าลงมาโดยวางเป็นแนวยาว ที่ท่อจะเจาะรูเป็นระยะๆ สำหรับให้สารละลายไหลลงมาตามธรรมชาติเพื่อใช้จ่ายหรือหยดลงรากพืชแต่ละต้นได้อย่างต่อเนื่อง จากนั้นสารละลายจะซึมผ่านวัสดุปลูกลงมาทีละน้อยมายังรางปลูกและได้ไหลลงมารวมกันอยู่ในถังเก็บ การทำงานจะต่อเนื่องในลักษณะนี้ โดยเมื่อสารละลายจากถังบนได้ลดลงจนถึงระดับหนึ่งเพียงพอให้สวิตช์ลูกลอยไปควบคุมให้ปั๊มน้ำในถังเก็บสะสมที่อยู่อันล่างทำงาน และจะผลักดันให้สารละลายผ่านท่อส่งกลับคืนไปยังถังบน ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก



รูปที่ 6 ระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบประยุกต์แบบต่างๆ

ปัญหาและแนวทางแก้ไขสำหรับการผลิตในประเทศไทย

ในปัจจุบัน ถ้าพิจารณาจากข้อมูลและสภาพความเป็นจริงแล้วสามารถกล่าวได้ว่า การผลิตพืชเชิงการค้าโดยการปลูกพืชไร้ดินในประเทศไทยยังอยู่ในระยะของการเริ่มต้น เนื่องจากปัญหาและอุปสรรค์ต่างๆ รวมทั้งขาดข้อมูลทั้งด้านการผลิต การตลาด และการส่งเสริมการผลิต

ดังนั้นการที่จะพิจารณาหาทางผลิตในเชิงธุรกิจนั้นจะต้องทราบถึงแนวคิด หลักการและแนวทางในการปฏิบัติอย่างถูกต้องเสียก่อน ปัญหาและแนวทางแก้ไขพร้อมทั้งข้อเสนอแนะมีดังต่อไปนี้

การที่จะผลิตให้ประสบความสำเร็จนั้นผู้ผลิตจะต้องเข้าใจถึงองค์ประกอบที่สำคัญคือ อุปกรณ์ สูตรธาตุอาหาร และสายพันธุ์พืชที่จะปลูก และต้องคำนึงว่าจะไม่กระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมภายใต้สภาพภูมิอากาศที่ทำการผลิต

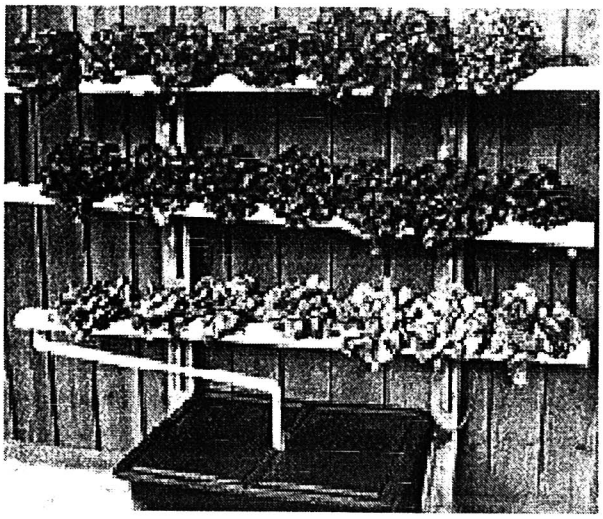
I. ปัญหาการผลิตในประเทศไทย

ปัญหาในการปลูกพืชไร้ดินในประเทศไทยพอสรุปได้ดังนี้

1.1 สภาพอากาศที่ไม่อำนวย เช่น

1.1.1 สภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง จะมีบทบาทต่อการปลูกเพราะ

อุณหภูมิสูงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของราก ความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหาร แม้ว่ารากพืชสามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันไป แต่ปกติแล้วพืชไม่สามารถดูดสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะการดูดธาตุโปแตสเซียม (Potassium, P) เหล็ก (Iron, Fe) แมงกานิส (Manganese, Mn)



ความหนืดของน้ำ (viscocity) จะลดลงตามอุณหภูมิของน้ำที่ลดลงทำให้มีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของน้ำบริเวณรากพืช

พืชต้องการอุณหภูมิเพื่อการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป

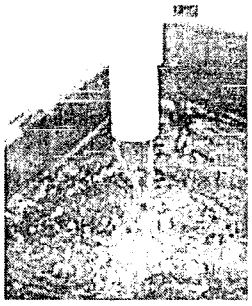
โดยทั่วไปแล้วรากพืชสามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และสามารถทนอยู่ได้แม้อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3 อุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อการปลูกพืชชนิดต่างๆ (องศาเซลเซียส)

พืช	อุณหภูมิตอนกลางวัน		อุณหภูมิตอนกลางคืน		อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช		
	สูงสุด	ช่วงที่เหมาะสม	ช่วงที่เหมาะสม	ต่ำสุด	สูงสุด	ช่วงที่เหมาะสม	ต่ำสุด
มะเขือเทศ	25	27-20	13-8	5	25	23-15	13
มะเขือยาว	35	27-23	18-13	10	25	23-18	13
พริกหวาน	35	30-25	20-15	12	25	23-18	13
แตงกวา	35	28-23	15-10	8	25	23-18	13
Water melon	35	28-23	18-13	10	25	23-18	13
แตงโม	35	30-25	23-18	15	25	23-18	13
สตรอเบอรี่	30	25-15	10-5	5	25	20-15	13
ผักขม (Spinach)	30	25-15	10-5	5	25	20-16	13
Mitsuba	30	25-15	10-5	5	25	22-18	13
Leaf onion	35	25-15	10-5	5	25	22-16	13
ผักกาดหอม (Lettuce)	30	25-15	10-5	5	25	22-18	13

ขอแนะนำว่าควรรักษาอุณหภูมิของรากพืชที่ 25 องศาเซลเซียส หรือรักษาอุณหภูมิของรากพืชที่ 20-30 องศาเซลเซียส ปกติแล้วพืชสามารถเติบโตได้ตามปกติเมื่ออุณหภูมิในกลางคืนต่ำกว่ากลางวัน 10 องศาเซลเซียส แต่อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบวูบวาบทันทีทันใด เพราะจะมีผลต่อการกินอาหารของรากพืชมาก และผลผลิตอาจแตกได้

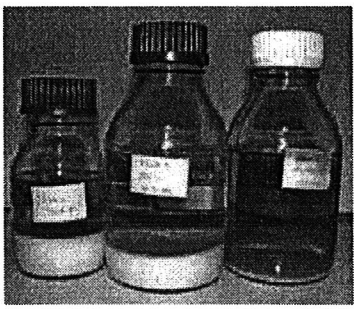
อุณหภูมิสูงมีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนในเขตรากพืช ถ้าอุณหภูมิสูงรากพืชต้องการออกซิเจนสูงมากขึ้นด้วย แต่การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายจะน้อยลงทำให้ไม่พอเพียงต่อความต้องการของพืช อุณหภูมิสูงยังเหมาะสมต่อการเกิดและการเจริญเติบโตของโรคอีกด้วย เช่น อุณหภูมิของรากพืชที่ 27 องศาเซลเซียสขึ้นไปมักเกิดโรคพิเธียม (pythium) ได้ง่ายกว่าอุณหภูมิของรากพืชที่ 25 องศาเซลเซียส



การแก้ไขเป็นสิ่งจำเป็น โดยทำการลดอุณหภูมิของน้ำ และลดอุณหภูมิของภูมิอากาศ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้พัดลมหรือเครื่องมืออื่นๆ แต่ควรพิจารณาหาวิธีที่เหมาะสมที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยเป็นหลักเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต

1.1.2 มีฝนตกหนัก การปลูกจึงต้องการโรงเรือนที่สอดคล้องเพื่อป้องกันฝน ความรุนแรงของกระแสลมและระบายความร้อน แม้ว่าจะมีการคิดค้นอุปกรณ์ปลูกประเภทรางปลูกที่มีความสามารถในการลดอุณหภูมิแต่ก็มีราคาแพง ดังนั้นการวิเคราะห์ราคาและความเหมาะสมในการลงทุนจึงเป็นสิ่งที่ต้องทราบก่อนการลงทุน

1.2 ขาดรูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสม โดยเฉพาะรูปแบบที่มีการถ่ายเทอากาศในพื้นที่ปลูกและการถ่ายเทของอุณหภูมิ (Areation) เพื่อการถ่ายเทออกซิเจนที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนไม่ควรต่ำกว่า 50%



1.3 ขาดสูตรอาหารที่เหมาะสม ขาดข้อมูลหรือการศึกษาด้านสูตรสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นพืชรับประทานใบ และพืชที่รับประทานผล

แต่เรื่องนี้ยังไม่ใช่ปัญหาใหญ่เหมือนการแก้ปัญหาวัสดุปลูกที่รักษาอุณหภูมิของน้ำ/รากพืชให้อยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส

1.4 ตลาดยังไม่เด่นชัด ตลาดเป็นสิ่งแรกและเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะต้องพิจารณา กลุ่มลูกค้าภายในส่วนใหญ่ยังเป็นชนชั้นกลางซึ่งเป็นเป้าหมายที่คาดว่าต้องการบริโภคผักที่ปลูกพืชโดยไร้ดินนั้นยังมีทางเลือกที่จะบริโภคผักปลอดสารพิษ ส่วนตลาดต่างประเทศนั้นผู้ผลิตต้องศึกษาตลาดอย่างรอบคอบ

โปรดพึงระลึกไว้เสมอว่าตราบใดที่ตลาดยังเลื่อนลอย ไม่เด่นชัดและกลไกด้านการตลาดยังไม่เป็นรูปธรรมหรือมีการซื้อขายอย่างมีข้อตกลงแล้ว แม้จะสามารถค้นคิดวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกจนสามารถปลูกได้ผลผลิตที่ดีเพียงใดก็ตาม การลงทุนในการผลิตในเชิงธุรกิจยังประสบผลสำเร็จได้น้อย

แม้ว่าภาพลักษณ์ของการปลูกพืชไร้ดินจะดูดีเพราะเป็นการผลิตที่บ่งบอกถึงความมั่นใจปลอดภัยจากการใช้สารเคมีในตัวเองและปราศจากโรคที่มาจากดิน มีรสชาติดีก็ตาม แต่อย่าลืมว่าผู้บริโภคที่มีความรู้และความมั่นใจสูงมากนี้มีเพียงส่วนน้อย ดังนั้นการให้ความรู้ในด้านนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น และโปรดอย่าลืมว่าค่าลงทุนในการผลิตสูงกว่าการผลิตแบบอื่นๆ ทั้งหมด เช่น ต้นทุนในการผลิตผักกาดจากฟาร์มกิโลกรัมละ 20-30 บาท พอขึ้นห้างสรรพสินค้าราคาก็ขยับขึ้นเป็นกิโลกรัมละ 100 บาท ขึ้นไปตามกลไกของตลาด

ปกติแล้วราคาของผลผลิตของพืชจากการปลูกพืชไร้ดินในต่างประเทศ ตลาดจะมีการตั้งราคาสูงกว่าการปลูกพืชจากดินประมาณ 15-30% ทั้งนี้ขึ้นกับความยากง่ายในการปลูกและชนิดของผัก แต่ในประเทศไทยแนวทางดังกล่าวยังไม่มีการกล่าวถึง

1.5 ขาดพันธุ์พืชที่ตลาดต้องการ ถ้าพิจารณาดูจากชนิดของพืชที่ลูกค้าต้องการ เช่น ผักนั้นส่วนมากเป็นผักต่างประเทศ (เช่นผักสลัด) มากกว่าผักในประเทศ ดังนั้นต้องคำนึงถึงความยากง่ายและราคาของการได้มาของเมล็ดพันธุ์ประกอบการตัดสินใจด้วย

1.6 ขาดความรู้ความสามารถในด้านการจัดการ เช่น การเพาะกล้า การดูแลและผสมสารอาหาร ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า การดูแลรักษาด้านต่างๆ ของพืช การจัดการต่างๆในด้านนี้ต้องมีใจรัก มีการเรียนรู้และประสบการณ์ หรือมีการฝึกปฏิบัติก่อนลงมือทำการปลูกอย่างจริงจัง เพราะเป็นการจัดการที่

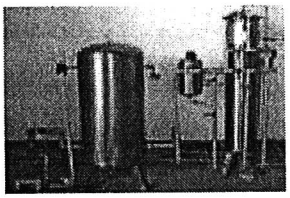
เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเป็นหลัก ดังนั้นผู้ที่สามารถทำการผลิตพืชได้ดีโดยการปลูกพืชไร้ดินจึงจัดว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถสูงไม่แพ้ผู้ผลิตส้มและองุ่น ซึ่งถือว่าเป็นพืชครู

1.7 ขาดวัสดุปลูกที่เหมาะสม โดยเฉพาะวัสดุปลูกที่เป็นการประยุกต์จากวัสดุจากในประเทศที่มีราคาถูกเพราะแม้ว่าสามารถหาวัสดุปลูกได้นี้ได้แต่ก็มีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

อนึ่งคำว่าวัสดุในที่นี้หมายรวมไปถึงวัสดุที่ใช้ในการเตรียมต้นกล้าเพื่อปลูกด้วย

1.8 ขาดแหล่งน้ำ น้ำเป็นหัวใจชี้ให้เป็นถึงปัญหาและความสำเร็จ ต้องมั่นใจทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำที่จะใช้อย่างชนิดที่ว่า 100 เปอร์เซ็นต์เต็ม หรือชนิดที่พลาดไม่ได้

การที่จะนำน้ำบนผิวดิน หรือน้ำใต้ดินมาใช้ต้องมั่นใจในคุณภาพเพราะน้ำส่วนมากมีคุณสมบัติเป็นด่าง น้ำใต้ดินมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับคาร์บอเนตเจือปนอยู่ การใช้น้ำที่มีราคาแพงมาใช้เช่นน้ำประปายังต้องมีการควบคุมคุณภาพและเป็นสิ่งที่เพิ่มต้นทุนการผลิต



คุณภาพของน้ำจะต้องมีความเหมาะสมทั้ง 3 อย่างคือ ทางกายภาพ ทางชีวภาพ และทางเคมี ซึ่งสิ่งที่สำคัญก็คือต้องคำนึงถึงคุณภาพของน้ำทางเคมี

1.9 การปลูกพืชไร้ดินกับปัญหาสิ่งแวดล้อม การปลูกพืชไร้ดินอาจก่อให้เกิดปัญหาแก่สิ่งแวดล้อมได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การตกค้างของไนเตรทในพืช การไม่ย่อยละลายของวัสดุปลูกและการเกิดปัญหาจากสารอาหารพืชทำให้ดินและน้ำเสียหาย

1.9.1 การไม่ย่อยละลายของวัสดุปลูก วัสดุปลูกที่ผลิตจากสารสังเคราะห์จะไม่ย่อยสลายง่าย ทำให้เกิดปัญหาที่ยากต่อการแก้ไข เช่น การใช้ใยหิน (rock wool) (ที่ได้จากการหลอมหินภูเขาไฟที่ทำให้เป็นเส้นใยแล้วผสมด้วยสารเลซิน) แม้แต่ในประเทศเนเธอร์แลนด์ที่มีการใช้มากและเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ก็ประสบปัญหาหนักพยายามแก้ปัญหาโดยการนำกลับมาผลิตใหม่หรือ recycle แต่ในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยาก เนื่องมาจากการขนส่งและจากค่าใช้จ่ายไม่เป็นปัญหาหลัก ในประเทศอินโดนีเซียแก้ปัญหาโดยการนำมาใส่ถังยางมะตอยต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงแล้วนำกลับไปใช้อีก

นอกจากนี้วัสดุปลูก เช่น ถ้วยเพาะเมล็ดและปลูก วัสดุปลูกอื่นๆ เช่น เปอร์ไลท์ เมื่อใช้แล้วยังยากต่อการทำลายเพราะย่อยละลายยาก

1.9.2 การเกิดปัญหาจากสารอาหารพืชทำให้ดินและน้ำเสียหาย การทำลายหรือการจัดการสารอาหารที่ใช้แล้วต้องมีการระมัดระวังเพราะอาจไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลองหรือทำให้น้ำใต้ดินเสียหายโดยเฉพาะพวกไนเตรท

1.9.3 การเกิดปัญหาจากการตกค้างของไนเตรทในพืช พืชที่ปลูกอาจมีสารอาหารบางอย่างสะสมจนถึงขีดที่อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

สหภาพยุโรป (EU, European Commodity) ได้ตั้งข้อจำกัดของพืชผัก และข้อจำกัดเกี่ยวกับระดับสูงสุดของไนเตรท (Nitrate) ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4 ปริมาณของไนเตรท (Nitrate) ในพืชผักตามข้อบังคับของสหภาพยุโรป (EU, European Commodity) ปี 2536 (หน่วย : ม.ก. ไนเตรท/ก.ก. น้ำหนักสด)

พันธุ์พืช	ระยะเวลา	
	พฤษภาคม-ตุลาคม	พฤศจิกายน-เมษายน
1. ผักกาดหอม (Lambs lettuce) (*Valerianelle locusta* L.) (*Valerianelle olitolia* Poit)	2,500 (ใหม่)	3,000
2. ผักกาดฝอยก้านแข็ง (Endive) (*Cichorium endivia* L.)	2,500	3,000
3. หัวผักกาดแดง (Radish and small Radish) (*Raphanus sativus* L.)	3,000	
4. หัวบีท (Beetroot) (*Beta varugaris* L. var. esculenta)	3,000 (เดิม 3,500)	
5. คื่นฉ่ายขาวและเขียว (White celery and green celery) (*Apium gravendans* L.)	4,000 (คื่นฉ่ายเขียวลดลงจาก 5,000)	
6. มันฝรั่ง (Potatoes) (*Solanum Tubarosum* L.)	2,000 (ใหม่)	

ตารางที่ 5 ปริมาณของไนเตรท (Nitrate) สูงสุดในพืชผักสด ผักแปรรูปและพืชผักในอาหารผู้ตั้งครรภ์และเด็กเล็ก ตามข้อบังคับของสหภาพยุโรป ปี 2536 (หน่วย:ม.ก. ไนเตรท/ก.ก.น้ำหนักสด)

1. ปริมาณของไนเตรทสูงสุดในพืชผักสด

ผัก	พฤศจิกายน-เมษายน		เมษายน-ตุลาคม
ผักขม (Spinach) (*Spinacic derocea* L.)	3,000		2,500 (เดิม 3,000)
ผักกาดหอม (Letuce) (*Lactuca sativa* L.)	เมื่อ 01-01-1938		
	ธันวาคม-กุมภาพันธ์	มีนาคม-เมษายน. ตุลาคม-พฤศจิกายน	พฤษภาคม-กันยายน
	4,500	3,500	2,500
	เมื่อ 01-01-1941		
	พฤศจิกายน-เมษายน		พฤษภาคม-ตุลาคม
	3,500		2,500

2. ปริมาณของไนเตรทสูงสุดในพืชผักแปรรูปแช่แข็ง และในอาหารผู้ตั้งครรภ์และเด็กเล็ก

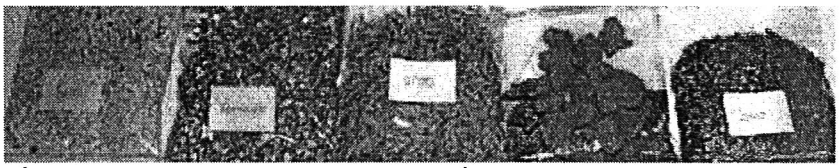
ผลผลิต	ตลอดปี
การแปรรูป-ในการแช่แข็งของผักขม (Spinach)	2,000
ผลผลิตผักสำหรับผู้บริโภคเฉพาะ	**ตลอดปี**
ผู้ตั้งครรภ์และอาหารเด็กอ่อนที่มีผักเป็นส่วนผสม	250

แนวทางแก้ไขปัญหาการปลูกพืชไร้ดินในประเทศไทย

แม้ว่าการผลิตพืชเชิงการค้าโดยการปลูกพืชไร้ดินมองดูแล้วเหมือนจะมีปัญหาและอุปสรรคแต่ไม่ใช่ว่าจะเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ โลกในอนาคตเป็นสิ่งที่ท้าท้ายให้ต่อสู้ ผู้เขียนยังมั่นใจว่ายังมีโอกาสในการผลิตได้ถ้ามีการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างจริงจัง แนวทางแก้ไขปัญหามีดังนี้

1.1 ด้านการผลิต ทำการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการผลิต เช่น วัสดุปลูก โรงเรือน สูตรสารอาหารพันธุ์พืช สารพันธุ์พืช ตลาด และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการผลิตเพื่อสามารถผลิตในเชิงการค้าได้อย่างเป็นรูปธรรม

1.1.1 วัสดุปลูก เนื่องจากวัสดุปลูกที่ใช้กันในต่างประเทศและในประเทศมีหลายชนิด เช่น เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) หินฟอสเฟต (phosphate rock) เปอร์ไลท์ (eapanded perlite) พลาสติกหยุ่นตัว (expanded plastics) มีชื่อทางการค้าว่าเบย์สะแตรท (baystrat) ไฮโกรพอร์ (hygropor) สะไตโรมุล (styromull) เลก้า (leca) วัสดุปลูกที่กล่าวมานี้ยังมีปริมาณความต้องการใช้น้อยและราคาแพง ประกอบด้วยไทยยังมีปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่มีราคาถูกจำนวนมาก เช่น ขุยมะพร้าว แกลบ ขี้เถ้าแกลบ หินกรวดและทรายที่สามารถหาทางพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ในเชิงธุรกิจอย่างจริงจัง



ข้อควรระวังในการเลือกใช้วัสดุปลูกต้องพิจารณาดูว่าวัสดุที่จะนำมาใช้มีสภาพที่เป็นกรด-ด่างที่จะเป็นผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลงไปด้วย ต้องทำการปรับสภาพของวัสดุปลูกให้เป็นกลางก่อนที่จะนำไปใช้ปลูก

1.1.2 ค้นคิดหาวัสดุปลูกที่ลดอุณหภูมิของน้ำ และรูปแบบของโรงเรือนที่ลดอุณหภูมิของอากาศโดยเฉพาะเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถรักษาอุณหภูมิของน้ำหรือสารละลายธาตุอาหารที่รากพืชอยู่ที่ 20-30 องศาเซลเซียส เป็นสิ่งจำเป็นเกี่ยวกับการผลิตพืช ถ้าแก้ปัญหานี้ได้ด้วยการลงทุนที่ต่ำจะทำให้สามารถปลูกพืชได้อย่างสบาย

การแก้ปัญหาที่มีราคาเหมาะสมทางการค้าในเรื่องลดอุณหภูมิของน้ำ และลดอุณหภูมิของภูมิอากาศโดยใช้พัดลมหรือเครื่องมืออื่นๆ ที่เหมาะสมจะเป็นกุญแจเริ่มต้นสำคัญ (ต่อจากการตลาด) ในการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต ยิ่งถ้าเป็นเทคโนโลยีที่เป็นไทยเทค (THAI TECH) ด้วยแล้วยังมีโอกาสขายลิขสิทธิ์ให้ต่างชาติอีกด้วยเพราะประเทศในเขตเอเชียก็ให้ความสนใจเกี่ยวกันเรื่องนี้เช่น ประเทศอินโดนีเซียกำลังผลิตมะเขือเทศเพื่อการส่งออก รวมทั้งประเทศสิงคโปร์ก็กำลังให้ความสนใจในการปลูกอยู่เช่นกัน

1.1.3 ตัวอย่างการแก้ปัญหารางวัสดุปลูกและการลดอุณหภูมิของน้ำ ของผู้ผลิตบางรายเช่น

- รางวัสดุปลูกที่เป็นรางปลูกพิเศษผสมไททาเนียมสะท้อนความร้อนเพื่อช่วยทำให้ลดอุณหภูมิของน้ำ

ฟาร์มแอคเซนท์ ไฮโดรโพนิกส์ ประเทศไทยของคุณอภิเทพ ตันติเสวี ที่รามอินทรา กรุงเทพ ได้ทำการผลิตโดยใช้รูปแบบจากบริษัทแม่จากออสเตรเลียกล่าวว่าจำหน่ายผักกาดแฟนซีสลัดให้แก่ท๊อปซูเปอร์มาร์เก็ต ฟูดแลนด์ หรือซูเปอร์มาร์เก็ตที่เอ็มโพเรียม ด้วยกำลังการผลิต 2,880 กิโลกรัม บนพื้นที่ 1 ไร่ จากการเพาะเมล็ดในถ้วยปลูกที่มีเม็ดกรวดเป็นวัสดุปลูกสองสัปดาห์แล้วย้ายไปปลูกอีกสี่สัปดาห์โดยการปลูกหมุนเวียนสัปดาห์ละ 4 แถวจาก 20 แถวๆ ละ 576 ต้นมีรายได้เดือนละ 300,000 บาท ปลูกแบบระบบ NFT ใช้น้ำ 30 ลูกบาศก์เมตร โดยอ้างว่าใช้รางวัสดุปลูกที่เป็นรางปลูกพิเศษผสมไททาเนียมสะท้อนความร้อนช่วยทำให้ลดอุณหภูมิของน้ำ

- ผู้ผลิตบางรายใช้รางปลูกเป็นท่อพีวีซี และหาวิธีการลดอุณหภูมิของน้ำโดยใช้หลักการเครื่องทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศผลิตผักจำหน่ายให้แก่ซูเปอร์มาร์เก็ตและร้านอาหาร

1.2 ด้านการตลาด ตลาดเป็นสิ่งที่จะเป็นตัวเร่งในการพัฒนา เพราะถ้ามีตลาดรองรับจะกระตุ้นในการผลิตโดยเฉพาะภาพเอกชนที่มีทุนและต้องการเดินทางสู่การผลิตในด้านนี้ สิ่งที่ควรปฏิบัติในการตลาดมีหลายอย่าง เช่น

1.2.1 มีการศึกษาและส่งเสริมด้านการตลาด (promotion) เนื่องจากการปลูกพืชไร้ดินยังเป็นของใหม่สำหรับบุคคลทั่ว ๆไป โดยใช้แนวคิดเชิงกลยุทธ์จากการปลูกพืชไร้ดินมีประโยชน์เพื่อสิ่งแวดล้อมที่มีแห้งชีวิตคนไทย เกษตรกร ผู้บริโภคและสังคม สร้างโอกาสในการค้าต่างประเทศ

1.2.2 ส่งเสริม/สร้างสายสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้ผลิตและพ่อค้าเพื่อหาทางทำตลาดทั้งในและนอกประเทศ

1.3 ด้านการส่งเสริม

1.3.1 สร้างความเข้าใจของผู้บริโภค ส่งเสริมการผลิตโดยการให้ความรู้แก่บริโภคและผู้ผลิต

1.3.2 ส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยเพื่อนำมาพัฒนาการผลิตโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าวิจัยมาขยายผล

1.3.3 หานโยบายลดต้นทุนการผลิต เช่น ลดราคา-ภาษีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

1.3.4 ส่งเสริมการรวมกลุ่มผู้ผลิตเพื่อสามารถสร้างพลังในการต่อสู้กับการจำหน่ายและการพัฒนาความสามารถในการจัดการผลิตของตนเอง การรวมกลุ่มจะเป็นแนวทางในการนำไปสู่ธุรกิจการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น

- ส่งเสริมการผลิตให้เป็นระบบและรูปแบบการผลิต การรักษาคุณภาพของผลผลิต ระดับความปลอดภัยของผลผลิตให้ได้ตามมาตรฐาน กำหนดรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่สะอาด สะดวก สบายต่อผู้บริโภค
- สร้างพลังในการต่อสู้กับการจำหน่ายและการพัฒนาความสามารถในการจัดการการผลิตของตนเอง การรวมกลุ่มที่ดีจะเป็นแนวทางในการนำไปสู่ธุรกิจการผลิต

การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจในการปลูกพืชไร้ดิน

เนื่องจากการปลูกพืชไร้ดินเป็นการทำการผลิตด้านพืชสวนที่เป็นพืชผัก เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีชีวิตภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ต้องใช้ฐานความรู้ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และศิลปะผสมผสานเพื่อให้ประสบผลสำเร็จมากกว่าการสร้างบ้านเรือน สิ่งก่อสร้าง ที่อยู่อาศัย หรืออุปกรณ์ที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีอื่นๆ ที่สามารถควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติทั้งระบบเพราะผู้ผลิตต้องผลิตพืชที่เป็นสินค้าที่เพียบพร้อมด้วยมาตรฐาน คุณภาพ ปริมาณ เวลา และตามความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค ที่มีผลตอบแทนที่คุ้มทุนหรือคุ้มค่ากับการลงทุนและภายใต้ความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เพื่อสามารถต่อสู้กับคู่แข่งขันภายในและนานาประเทศที่มีการกำหนดมาตรฐานการผลิตในระดับต่างๆ ขึ้นมา

ดังนั้นต้องมี การดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการผลิต ในรูปแบบการวิเคราะห์การผลิตเชิงระบบ เช่น การตัดสินใจในการผลิต (การเลือกพืช การหาเงินทุนและปัจจัยการผลิตที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดเป็นจุดเริ่มต้น ดังนั้นเราควรว่าใครเป็นคู่ค้า คู่ขาย คู่แข่ง เรามีส่วนแบ่งตลาดหรือช่องทางตลาดอย่างไร) การวางแผนการผลิต (ทั้งแผนปฏิบัติการ และงบประมาณ) การวิเคราะห์เพื่อการลงทุนการผลิต การจัดการในกระบวนการผลิต (ตั้งแต่การจัดการก่อนการผลิต การจัดการผลผลิตโดยเฉพาะการจัดการหลังการผลิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวว่าจะผลิตเพื่อจำหน่ายสดหรือแปรรูป) รวมถึงการสั่งการ ควบคุม และดำเนินการผสมผสานปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่มีอยู่จำกัดเข้าด้วยกันอย่างพอเหมาะเพื่อให้ได้ผลผลิตในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมีเป้าหมายการผลิตเพื่อ

1. สามารถตัดสินใจกำหนดการลงทุนทั้งในการผลิตระยะสั้นและระยะยาวได้
2. สามารถกำหนดแผนการตลาดล่วงหน้าได้
3. สามารถรวมกลุ่มการผลิตและส่งเสริมช่องทางการตลาดได้
4. สามารถต่อสู้และหลีกเลี่ยงการแข่งขันได้
5. สามารถทราบความสัมพันธ์ระหว่างภาคเกษตร/การตลาด และอุตสาหกรรมอย่างชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

ชัยฤกษ์ สงวนทรัพยากร. 2529. Soilless Culture (การปลูกพืชในน้ำยา). วารสารพืชสวน 20 (3) : 10-14.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2538. ประวัติความเป็นมาของการปลูกพืชในระบบไม่ใช้ดิน, น. 1-1 - 1-12. ใน การปลูกพืชในระบบไม่ใช้ดิน (Soilless Culture). ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิมล เกษสยม. 2534. อิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารพืชและปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในพริกชี้ฟ้า คะน้าจีน และผักกาดหอม ที่ปลูกในวัสดุชนิดต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2538. ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช, น.2-1 – 2-12. ในการปลูกพืชในระบบไม่ใช้ดิน (Soilless Culture). ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มนตรี ค้ำชู. 2531. การปลูกพืชแบบไม่ง้อดิน. วิศวกรรมสาร มก. 2 (4) : 85-100.

วิทยา สุริยาภณานนท์. 2523. อาหารและเครื่องปลูกของพืชสวน. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 188 น.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics). ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 146 น.

Benoit, F. 1992. Practical Guide For Simple Soilless Culture Technique : Ecology Ergonomy Economy. European Vegetable R&D Center, Belgium. 72 p.

Bridwell, R. 1972. Hydroponic Gardening. Woodbridge Press Publishing Co., Santa babara, California. 244 p.

Criley, R.A. and R.T. Watanabe. 1974. Response of chrysanthemum in four soilless media. Hort. Sci 9 (4) : 385-387.

Davtyan , G.S. 1980. Classification of hydroponic method of plant production, pp. 45-52. In ISOSCP roceedings. Fifth International Congress on Soilless Culture.

Douglas, J.S. 1985. Advanced Guide to Hydroponics. BAS Printers Limited, Edinburgh. 368 p.

Douglas, J.S. 1988. Beginner's Guide to Hydroponics : Soilless Gardening. International Society for Soilless Culture, London. 140 p.

Hurd, R.G. 1978. The root and It's environment in the nutrient Film Technique. Acta Horticulturae. 82 : 87-97.

Jensen, M. H. and W. L. Collins. 1985. Hydroponics vegetable production. Hort. Rev. 7 : 483-559.

Jones, L. 1990. Home Hydropinics. Grown Publishers, Inc., New York. 142 p.

Jones, J. B. 1983. A Guide for The Hydroponic & Soilless Culture Grower. Timber Press, Portland, Oregon. 124 p.

Resh, H. M. 1978. Hydroponic Food Production. Woodbridge Press Publishing Company, Santa Barbara, California. 287 p.

Savage, A. J. 1985. Hydroponics Worldwide : State of The Art in Soilless Crop Production. International Center for Special Studies, Inc., Honolulu, Hawaii. 194 p.

Sunstrom, A. C. 1987. Simple Hydroponics for Australia and New Zealand Gardeners. A Practical Guide to Gardening Without Soil. Penguin Book Australia Ltd., Australia 140 p.

ภาคผนวก

สูตรสารละลายธาตุอาหาร Suntec Hydroponic (1996)

1. สารละลายเข้มข้น

แคลเซียมไนเตรท	75.49	กรัม/ลิตร
เหล็ก – อีดีทีเอ	2.60	กรัม/ลิตร

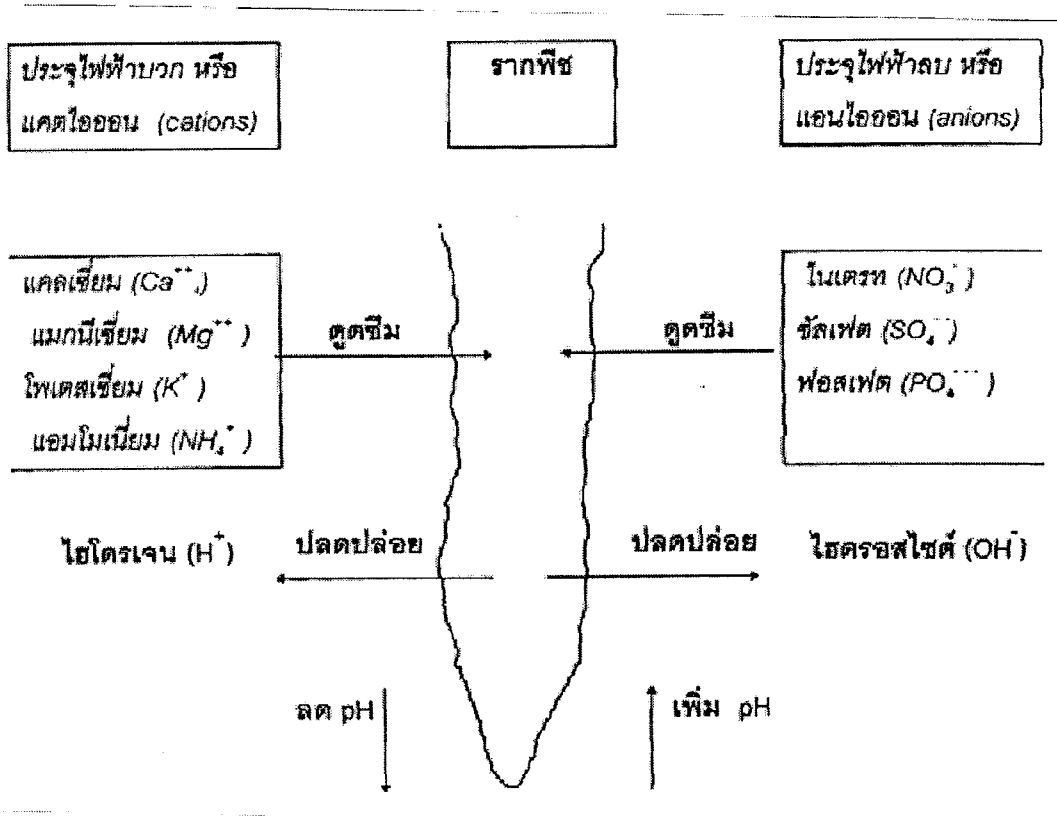
2. สารละลายเข้มข้น

โปแตสเซียมไนเตรท	17.30	กรัม/ลิตร
โมโนโปแตสเซียมฟอตเฟส	11.98	กรัม/ลิตร
แมกนีเซียม ซัลเฟต	25.71	กรัม/ลิตร
คอปเปอร์ ซัลเฟต	0.02	กรัม/ลิตร
แมงกานีส ซัลเฟต	0.42	กรัม/ลิตร
ซิงค์ ซัลเฟต	0.026	กรัม/ลิตร
กรดบอริค	0.25	กรัม/ลิตร
แอมโมเนียมโมลิปเดท	0.01	กรัม/ลิตร

เมื่อเจือจาง 1 ส่วนใน 100 ส่วน สูตรสารละลายธาตุดาหารนี้จะให้ค่า EC = 1.2 mS/cm เมื่อคำณวนหาความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละธาตุมีค่าดังนี้

N	=	140.9	Fe	=	2.50
P	=	25.2	Mn	=	1.0
K	=	96.4	Zn	=	0.06
Ca	=	151	B	=	0.45
Mg	=	25.3	Cu	=	0.05
S	=	33.3	Mo	=	0.05

สารละลายดังกล่าวเป็นสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะต่อการปลูกผักกาดหอมชนิดต่างๆ ในประเทศที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ประเทศไทย



การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการดูดธาตุอาหารของรากพืช

อุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ (องศาเซนเซียส)

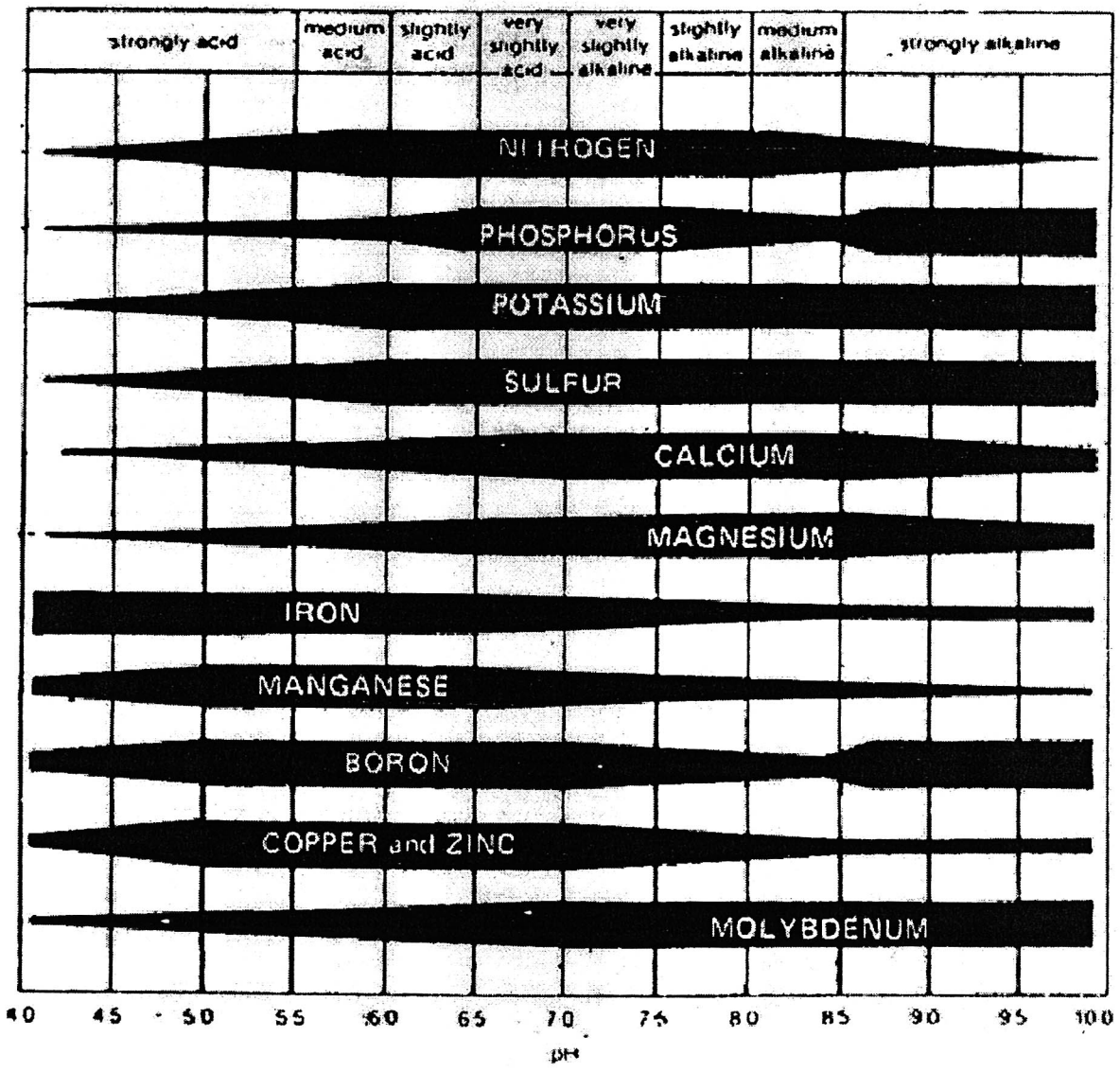
พืช	อุณหภูมิตอนกลางวัน		อุณหภูมิตอนกลางคืน		อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช		
	สูงสุด	ช่วงที่เหมาะสม	ช่วงที่เหมาะสม	ต่ำสุด	สูงสุด	ช่วงที่เหมาะสม	ต่ำสุด
มะเขือเทศ	25	27 - 20	13 - 8	5	25	23 - 15	13
มะเขือยาว	35	27 - 23	18 - 13	10	25	23 - 18	13
พริกหวาน	35	30 - 25	20 - 15	12	25	23 - 18	13
แตงกวา	35	28 - 23	15 - 10	8	25	23 - 18	13
Water melon	35	28 - 23	18 - 13	10	25	23 - 18	13
แตงโม	35	30 - 25	23 - 18	15	25	23 - 18	13
สตรอเบอรี่	30	25 - 15	10 - 5	5	25	20 - 15	13
ผักขม (Spinach)	30	25 - 15	10 - 5	5	25	20 - 16	13
Mitsuba	30	25 - 15	10 - 5	5	25	22 - 18	13
Leaf onion	35	25 - 15	10 - 5	5	25	22 - 16	13
ผักกาดหอม (Lettuce)	30	25 - 15	10 - 5	5	25	22 - 18	13

ตัวอย่างชนิดธาตุอาหาร รูปแบบของอิออนที่มีประจุไฟฟ้าในสารละลาย ชนิดปุ๋ย สูตรปุ๋ย และธาตุอาหารที่ให้แก่พืช

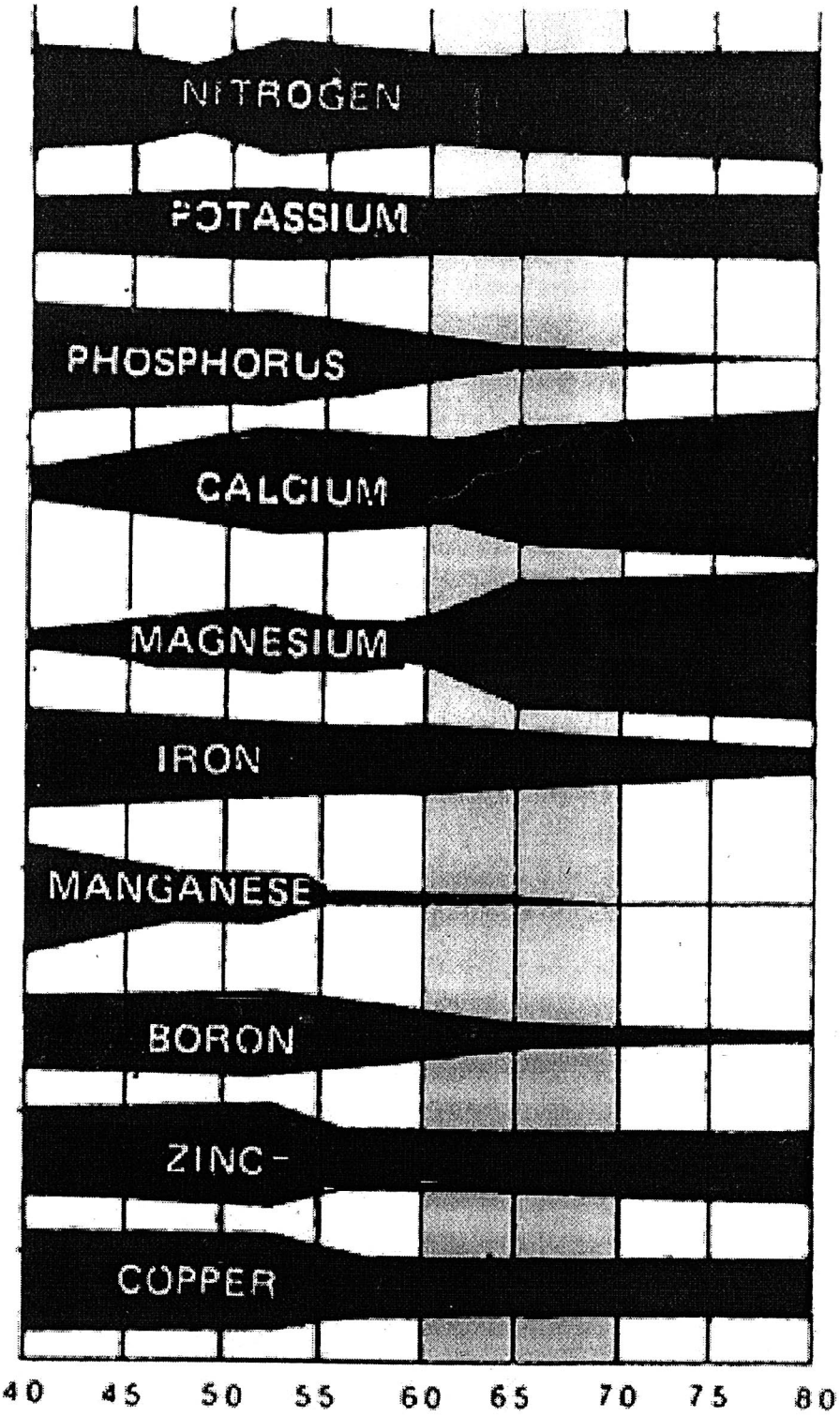
ชนิดธาตุอาหาร	สัญลักษณ์	น้ำหนักอะตอม	รูปแบบของประจุในสารละลาย	ชนิดปุ๋ยเคมี	สูตรของปุ๋ย (Molecular formula)	ธาตุอาหาร (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ก. มหธาตุ (Macroelements)						
1 ไนโตรเจน	Nitrogen, N	14	NO_3^-	Ammonium nitrate	NH_4NO_3	N-16 as NO_3
				Calcium nitrate	$(NO_3)_2$	N-15 Ca-19
				Nitric acid	HNO_3	N-15
				Potassium nitrate	KNO_3	N-13 K-36
			NO_4^+	Ammonium nitrate	NH_4NO_3	N-16 as NH_4
				Ammonium phosphate (mono)	$NH_4H_2PO_4$	N-11 P-21
				Ammonium phosphate (di)	$(NH_4)_2HPO_4$	N-18 P-21
				Ammonium sulfate	$(NH_4)_2SO_4$	N-21 S-24
2 ฟอสฟอรัส	Phosphorus, P	31	PO_4^{---}	Ammonium phosphate (mono)	$NH_4H_2PO_4$	P-27 N-12
				Ammonium phosphate (di)	$(NH_4)_2HPO_4$	P-22 N-20
				Potassium nitrate (mono)	KH_2PO_4	P-23 K-30
				Potassium phosphate (di)	K_2HPO_4	K-18 K-22
				Posphoric acid	H_3PO_4	P-24
3 โปตัสเซียม	Potassium, K	39	K^+	Potassium chloride	KCl	K-50
				Potassium nitrate	KNO_3	K-36 N-13
				Potassium phosphate (mono)	KH_2PO_4	K-30 P-23
				Potassium phosphate (di)	K_2HPO_4	K-22 P-18
				Potassium sulfrate	K_2SO_4	K-42 S-17
4 แคลเซียม	Calcium, Ca	40	Ca^{++}	Calcium chloride	$CaCl_2$	Ca-36
				Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2$	Ca-19 N-15
				Calcium sulfrate	$CaSO_4$	Ca-29 S-23
5 แมกนีเซียม	Magnesium, Mg	24	Mg^{++}	Magnesium sulfate	$MgSO_4 7H_2O$	Mg-10 S-14
6 กำมะถัน	Sulphur, S	32	SO_4^{--}	Ammonium sulfate	$(NH_4)_2SO_4$	S-24 N-21
				Calcium sulfrate	$CaSO_4$	S-23 Ca-29
				Magnesium sulfate	$MgSO_4 7H_2O$	S-14 Mg-10
				Potassium sulfate	K_2SO_4	S-17 K-42
ข. จุลธาตุ (Microelements)						
7 โบรอน	Boron, B	11	BO_3^{--}	Boric acid	H_3BO_3	B-16
8 ทองแดง	Copper,Cu	64	Cu^{++}	Copper sulfate	$CuSO_4 5H_2O$	Cu-25
9 เหล็ก	Iron, Fe	56	Fe^{+++}	Iron chelate	FeEDTA	Fe-6 to 12
				Iron citrate		
				Iron tartrate		
10 แมงกานีส	Manganese, Mn	24	Mn^{++}	Manganese sulfate	$MnSO_4 H_2O$	Mn-23
11 โมลิบดีนัม	Molybdenum, Mo	96	MoO^-	Ammorium molybdate	$(NH_4)_6 MO_7O_{24} 4H_2O$	Mo-8
12 สังกะสี	Zinc, Zn	65	Zn^{++}	Zinc sulfate	$ZnSO_4 7H_2O$	Zn-22

Hydroponic Nutrients - *Easy Ways to Make Your Own*

(MINERAL SOILS)



(SOILLESS MIX)



Date Due		
30 W.S. 2557		

BT 1A88A

631
.589.2
กรอ
ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ
BT14884
เอกสารประกอบการอบรม