

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ปัญหาพิเศษ เรื่อง

ผลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak
ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน

EFFECT OF DIFFERENT CULTURE MEDIA ON RED OAK
LETTUCES GROWTH IN HYDROPONICS CULTURE

โดย

นางสาวบุษยา แซ่จู้

เลขที่.....

60026

นางสาววิมลภา ล้วนกล้า

เลขทะเบียน.....

วันเดือนปี 26 ธ.ค. 2549

ปีการศึกษา 2548

b.....

i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร — การผลิตพืช

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตรบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak
ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน

EFFECT OF DIFFERENT CULTURE MEDIA ON RED OAK LETTUCES GROWTH
IN HYDROPONICS CULTURE

โดย

นางสาวบุษยา แซ่จู้

นางสาววัลภา ล้วนกล้า

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตรบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2548

ชื่อเรื่อง	ผลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน	
	Effect of Different Culture Media on Red Oak Lettuces Growth in Hydroponics Culture	
ชื่อ - สกุล	นางสาวบุษยา แซ่จู้	
	นางสาววัลภา ล้วนกล้า	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช	ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร
คณะ	วิศวกรรมอุตสาหการ	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันทนีย์ โชติสกุล	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ สุเมธ ศรีศักดิ์ศรี	

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ NFT System ณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร โดยใช้วัสดุปลูกต่างกัน 6 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลต์ ขุยมะพร้าว แกลบ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ เพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 6 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 6 ต้น พบว่า การใช้เพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกให้น้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด คือ (128.02 กรัม / ต้น) วัสดุปลูกที่ให้ผลด้านน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด คือ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ (5.32 กรัม / ต้น) วัสดุปลูกที่ให้ผลด้านความยาวรากเจริญสูงสุด คือ ขุยมะพร้าว (34.73 เซนติเมตร / ต้น)

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันทนีย์ โชติสกุล และอาจารย์สุเมธ ศรีศักดิ์ศรี อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่เสียสละเวลา คอยให้คำปรึกษา คอยช่วยเหลือและติดต่อประสานงานในส่วนที่ต้องค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เรื่องของการปลูกพืชไร้ดิน การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ให้คำชี้แนะในการเขียนภาคเอกสาร ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดของปัญหาพิเศษ จนทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้เสร็จสมบูรณ์ ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองท่าน ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่าน ที่ให้ความสะดวกในการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ และคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการปฏิบัติงาน

ขอขอบคุณ พี่สมยศ หยวกดา และพี่จุฬาล สุขละปะ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้คำแนะนำระหว่างการทดลอง

ขอบคุณความดีทั้งหมดที่ได้เพียรพยายามในการทำปัญหาพิเศษ เรื่องผลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ คุณพ่อคุณแม่ ครูอาจารย์ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ และนักศึกษารุ่นน้องทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษนี้ จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

นางสาวบุษยา แซ่จู้

นางสาววัลภา ล้วนกล้า

มีนาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
บทกัณฑ์.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ผักกาดหอม.....	3
2.2 ชนิดและพันธุ์ผักกาดหอม.....	5
2.3 โรคแมลง.....	8
2.4 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak.....	11
2.5 ประวัติของการปลูกพืชไร้ดิน.....	12
2.6 การปลูกพืชไร้ดิน หรือการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์.....	14
2.7 ชนิดของวัสดุปลูก.....	16
2.8 สารละลายธาตุอาหาร.....	17
2.9 ความเป็นกรดด่าง.....	18
2.10 ค่าการนำไฟฟ้า.....	18
2.11 ความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลต่อต้นกล้าพืช.....	18
2.12 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช.....	19
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	30
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	30
3.2 วิธีการ.....	31
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	32
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	34
4.1 ผลการวิจัย.....	34
4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	37
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	38
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	38
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	38
บรรณานุกรม.....	39
ภาคผนวก.....	41

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และ ความยาวราก ของวัสดุปลูก 6 ชนิด.....	35
ตารางภาคผนวกที่	
1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักสด ของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak.....	42
2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักแห้ง ของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak.....	42
3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ความยาวราก ของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak....	43



สารบัญภาพ

ภาพผนวกที่	หน้า
1 ลักษณะการเรียงตัวของใบผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak.....	44
2 ลักษณะของทรงพุ่มผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak.....	44
3 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak อายุครบ 30 วันบนรางปลูก.....	45
4 สีของใบผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak.....	45
5 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในเปอร์ไลต์.....	46
6 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในขุยมะพร้าว.....	46
7 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในแกลบ.....	47
8 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในเปอร์ไลต์ผสมแกลบ.....	47
9 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในเปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว.....	48
10 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ.....	48
11 ลักษณะของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ผ่านการอบแห้ง.....	49
12 การชั่งน้ำหนักแห้ง.....	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในอดีตประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีทรัพยากรเหมาะสมสำหรับการเกษตรมากประเทศหนึ่ง แต่ขณะเดียวกันก็เป็นประเทศที่มีอัตราการเพิ่มของประชากรมากขึ้น ทำให้พื้นที่เพื่อทำการเกษตรลดลง นอกจากนี้ในสภาพปัจจุบันคนไทยส่วนใหญ่ห่วงใยในเรื่องของสุขภาพมากขึ้น และให้ความสำคัญกับเรื่องการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้างเป็นอย่างมาก

การปลูกพืชไร้ดิน เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมกันอย่างแพร่หลายทั้งในด้านการผลิตและผู้บริโภค เพราะผักที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่และแรงงานมาก ดูแลรักษาง่าย ผลผลิตที่ได้ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง โรค แมลงต่างๆ และได้ผลผลิตในปริมาณที่แน่นอน

ในการปลูกพืชไร้ดินนั้นมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องหลายอย่างด้วยกัน เช่น วัสดุปลูก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ต้นพืชยึดยืนอยู่ได้ และวัสดุปลูกมักเป็นวัสดุทำจากสารอินทรีย์ วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการปลูกพืชจะต้องอุ้มน้ำได้ดี และสามารถเป็นที่ยึดเกาะของราก ถ้าจุลินทรีย์ดินได้ดีด้วย (ศิริเรก ทองอร่าม, 2546 : 348) โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความต้องการที่แตกต่างกันออกไป ปัจจุบันชนิดของวัสดุปลูกที่มีขายอยู่ทั่วไปยังไม่มีหลากหลายในการใช้ปลูกพืช ยังมีความจำเพาะเจาะจงใช้ในกลุ่มของ เปอร์ไลท์ เวอร์มิคิวไลท์ ทราช กรวด แกลบ ถ่านแกลบ จี้เลื้อย เปลือกไม้ ฟืท แท่ง rock wool เป็นส่วนใหญ่ ส่วนวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ เช่น เปอร์ไลท์ ขุยมะพร้าว แกลบ เปอร์ไลท์ผสมแกลบ เปอร์ไลท์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ เป็นต้น ยังเป็นส่วนที่รู้จักกันยังไม่แพร่หลาย จึงทำให้เกิดปัญหาด้านทุนในการผลิตสูง

ผักที่ใช้ปลูกในการปลูกพืชไร้ดิน มีด้วยกันหลายชนิด เช่น Green Oak, Red Oak, Kallian, Butter Head, Ice burg Cos แต่ที่เลือกนำมาทดลองเป็นผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak เนื่องจากผักกาดหอมชนิดนี้เป็นผักที่นำมารับประทานสด รับประทานกับยำและทำสลัดได้ แล้วยังมีคุณค่าทางอาหารสูงอีก เช่น มีฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันและต้านทานโรคมะเร็ง ช่วยบรรเทาอาการท้องผูก เป็นผักที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

นอกจากนี้ฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak เป็นพันธุ์ที่มีใบสีแดงปนเขียว ซึ่งเป็นสีต้นที่ช่วยเสริมให้น้ำรับประทานมากยิ่งขึ้นกว่าผักหลาย ๆ ชนิดที่มีแต่สีเขียวล้วน ๆ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาทดลองเรื่อง ผลของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน เพื่อให้ทราบถึงชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมกับการปลูกฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak โดยใช้ เปอร์ไลต์ ขุยมะพร้าว แกลบ เปอร์ไลต์ผสมแกลบ เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ ในการปลูกพืชไร้ดิน : ระบบ NFT

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาทดลองปลูกฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak โดยใช้ เปอร์ไลต์ ขุยมะพร้าว แกลบ เปอร์ไลต์ผสมแกลบ เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ ในการปลูกพืชไร้ดิน : ระบบ NFT

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงผลการเจริญเติบโตของฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ในการปลูกพืชไร้ดิน : ระบบ NFT โดยใช้วัสดุปลูกที่ผสมขึ้นเอง
2. ได้ทราบถึงชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมกับการปลูกฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak

บทที่ 2

การศึกษานอกสารที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยในปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจการปลูกพืชไร้ดินมากขึ้น ด้วยเหตุผลที่เกี่ยวกับพื้นที่การเกษตรที่มีความอุดมสมบูรณ์ลดลง มีปัญหามลภาวะมากขึ้น และที่ดินมีราคาสูงขึ้น ถึงแม้ว่าการลงทุนการผลิตพืชผักแบบนี้จะมีต้นทุนสูงในระยะแรก แต่ถ้าประกอบการในระยะเวลายาวนานจะทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลง เนื่องจากการปลูกพืชแบบนี้เป็นระบบที่ทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงและย่นระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวให้สั้นลงกว่าการปลูกพืชในระบบการเกษตรแบบเดิม ปัญหาประการหนึ่งที่ประสบอยู่คือ การปลูกพืชไร้ดิน แบบ Media Culture ที่ใช้ Rock Wool, Vermiculite หรือ Peat เป็นวัสดุปลูก จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีปัญหาเรื่องวัสดุมีราคาแพง ถ้าสามารถคัดเลือกและพัฒนาวัสดุที่มีอยู่แล้วในประเทศ ได้แก่ วัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร เช่น ขุยมะพร้าว แกลบดิบ เปลือกถั่วลิสง ฟางข้าว ผักตบชวา หรือวัสดุที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ขี้เลื่อย ถากขานอ้อย ถ่านแกลบหยาบ ถ่านแกลบละเอียดจากโรงสี มาใช้ทดแทนวัสดุปลูกที่นำเข้าจากต่างประเทศ จะได้ช่วยให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง โอกาสที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติหรือแนะนำให้ประชาชนที่สนใจปลูกเพื่อการบริโภค โดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีพื้นที่จำกัดจะช่วยให้การผลิตสามารถทำได้อย่างแพร่หลายแม้ในพื้นที่ขนาดเล็ก ช่วยให้ใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อภิรักษ์ หลัถชัยกุล, 2540 : คำนำ)

2.1 ผักกาดหอม

ผักกาดหอมเป็นผักที่ใช้บริโภคส่วนใบ เป็นผักจำพวกผักสลัดที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นิยมบริโภคกันแพร่หลายที่สุดในบรรดาผักสลัดด้วยกัน โดยส่วนใหญ่นิยมรับประทานสดและนำมาประกอบอาหารหลายชนิด คนไทยนิยมใช้ผักกาดหอมกินกับอาหารจำพวกยำต่าง ๆ สาหร่าย หรือ ข้าวเกรียบปากหม้อ เป็นต้น ประโยชน์ของผักกาดหอมนอกจากจะใช้กินเป็นผักสดที่มีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว ยังจัดเป็นอาหารทางตาด้วยโดยการนำมอดแต่งอาหารให้มีสีสันสวยงามน่ารับประทานมากขึ้น นอกจากนี้ผักกาดหอมยังมีคุณสมบัติในการเป็นยาอีกด้วย ความต้องการผักกาดหอมมีอยู่ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงเทศกาลต่าง ๆ จึงนับได้ว่าผักกาดหอมเป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่นับวันจะทวีความต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผักกาดหอมมีชื่อเรียกอื่นๆ ได้หลายชื่อ เช่น ภาคเหนือเรียกว่า ผักกาดยี่ ภาคกลางเรียกว่า ผักสลัด เป็นต้น ผักกาดหอม

เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูล Compositae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sataiva* มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียและยุโรป มีปลูกในประเทศไทยมาช้านานแล้ว

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก รากของผักกาดหอมเป็นระบบรากแก้ว มีรากแก้วที่แข็งแรงอวบอ้วน และเจริญอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อปลูกในดินร่วนปนทรายที่มีความชื้นเพียงพอ รากแก้วสามารถหยั่งลึกลงไป ในดินได้ถึง 5 ฟุต หรือมากกว่าแต่รากแก้วจะเสียหายในขณะที่ย้ายปลูก ดังนั้นรากที่เหลือจะเป็น รากแขนง ซึ่งแผ่กระจายอยู่ใต้ผิวดินประมาณ 1-2 ฟุต โดยปริมาณของรากจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนาแน่น ไม่ค่อยแผ่กว้างออกไปมากนัก อย่างไรก็ตามการย้ายปลูกนั้นมีผลดีในการช่วยให้ผักกาดหอมประเภทหัว ห่อหัวได้ดีขึ้น

ลำต้น ลำต้นของผักกาดหอมในระยะแรกมักจะมองไม่ค่อยเห็น เนื่องจากใบมักจะปกคลุมไว้ จะเห็นชัดก็ต่อเมื่อระยะแทงช่อดอก ลักษณะลำต้นผักกาดหอมจะตั้งตรง สูงจะลุดขึ้นจนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ลำต้นมีลักษณะอวบอ้วน ถ้าปลูกในที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก ๆ จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 2 นิ้ว ลำต้นมีลักษณะเป็นข้อสั้น แต่ละข้อจะเป็นที่เกิดของใบ

ใบ ใบแตกออกมาจากลำต้นโดยรอบ สีใบมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวปนเหลือง จนถึงสีเขียวแก่ บางพันธุ์มีสีแดงหรือน้ำตาลปนอยู่ ทำให้มีสีแดง บรอนซ์ หรือน้ำตาลปนเขียว พันธุ์ที่ห่อเป็นหัวจะมีใบหนา เนื้อใบอ่อนนุ่ม ใบจะห่อหัวอัดกันแน่นคล้ายกะหล่ำปลี ใบที่ห่ออยู่ข้างในจะเป็นมัน บางชนิดมีใบม้วนงอประมาจะมีเส้นใบเห็นได้ชัด ขอบใบมีลักษณะเป็นหยัก ขนาดและรูปร่างของใบผักกาดหอมจะแตกต่างกันตามชนิด

ดอกและช่อดอก ดอกผักกาดหอมมีลักษณะเป็นช่อแบบที่เรียกว่า Panicle ประกอบด้วยกลุ่มของดอกที่อยู่เป็นกระจุกตรงยอด แต่ละกระจุกประกอบด้วยดอกย่อย 15-25 ดอกหรือมากกว่า ก้านช่อดอกจะยาวประมาณ 2 ฟุต ช่อดอกอันแรกจะเกิดที่ยอดอ่อน จากนั้นจะเกิดช่อดอกข้างตรงมุมใบขึ้นภายหลัง ช่อดอกที่เกิดจากส่วนยอดโดยตรงจะมีอายุมากที่สุด ส่วนช่อดอกอื่นๆ จะมีอายุรองลงมา ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลือง ตรงโคนเชื่อมติดกัน รังไข่มี 1 ห้อง เกสรตัวเมียมี 1 อัน มีลักษณะเป็น 2 แฉก เกสรตัวผู้ 5 อัน รวมกันเป็นช่อดอกยาวห่อหุ้มก้านเกสรตัวเมียและยอดเกสรตัวเมียไว้

เมล็ด เมล็ดผักกาดหอมเป็นชนิดเมล็ดเดี่ยว (Achene) ซึ่งเจริญมาจากรังไข่อันเดียว เมล็ดจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เปลือกเมล็ดจะไม่แตก เมื่อเมล็ดแห้ง เมล็ดของผักกาดหอมมีลักษณะแบน ขาว หัวท้ายแหลมเป็นรูปหอก มีเส้นเล็ก ๆ ลาดยาวไปตามด้านยาวของเมล็ดที่ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด เมล็ดมีสีเทาปนครีม ความยาวของเมล็ดประมาณ 4 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร

2.2 ชนิดและพันธุ์ผักกาดหอม

ผักกาดหอมที่ปลูกและใช้บริโภคกันในปัจจุบันสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะ คือ ผักกาดหอมห่อ ผักกาดหอมใบ และผักกาดหอมต้น ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

ผักกาดหอมห่อ (Head Lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ใบห่อเป็นหัว ซึ่งเกิดจากการที่ใบเรียงซ้อนกันหนาแน่น ผักกาดหอมห่อแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกัน คือ

ชนิดห่อหัวแน่น (Crisp Head) ลักษณะใบบาง กรอบ เปราะง่าย เห็นเส้นกลางใบชัดเจน ใบห่อเป็นหัวแน่นแข็งคล้ายกะหล่ำปลี เป็นชนิดที่นิยมกันมากในทางการค้า เพราะสามารถขนส่งได้สะดวก ผักกาดหอมชนิดนี้ ได้แก่ พันธุ์เกรทเลค (Great Lake) นิวยอร์ก (New York) อิมพีเรียล (Imperial) โปรกริสส์ (Progress) เป็นต้น

ชนิดห่อหัวไม่แน่น (Butter Head) ลักษณะห่อเป็นหัวหลวม ใบจะอ่อนนุ่มและผิวใบมัน ใบไม่กรอบเหมือนชนิดห่อหัวแน่น ใบที่ซ้อนอยู่ข้างในจะมีลักษณะเหมือนถูกเคลือบด้วยน้ำมันหรือเนย คือ อ่อนนุ่มและเป็นเมือกลิ้น ๆ ใบข้างในซ้อนทับกันแน่นพอประมาณ สีเหลืองอ่อนคล้ายเนย เป็นผักกาดหอมชนิดที่ชอบอากาศหนาวเย็น ไม่ทนทานต่ออากาศร้อน แต่อายุการเก็บเกี่ยวจะเร็วกว่าชนิดห่อหัวแน่น พันธุ์ที่นิยม ได้แก่ พันธุ์บิก บอสตัน (Big Boston) ไวท์ บอสตัน (White - Boston) เป็นต้น

ชนิดห่อหัวหลวมค่อนข้างขาว เป็นผักกาดหอมชนิดที่ใบห่อเป็นรูปกลมยาวหรือรูปกรวย ลักษณะหัวคล้ายผักกาดขาวปลี ใบมีลักษณะยาวและแคบ ใบแข็ง นิยมกันมากในทวีปยุโรป แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ พันธุ์ที่มีหัวขนาดใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ปารีส ไวท์ (Paris White) ไวท์ฮีท (White Heart) เป็นต้น และพันธุ์ที่มีหัวขนาดเล็ก ได้แก่ พันธุ์ลิทเติล เจม (Little Gem) เป็นต้น

ผักกาดหอมใบ (Leaf Lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ใบไม่ห่อเป็นหัว นิยมปลูกกันทั่วไปในประเทศไทย ผักกาดหอมประเภทนี้ใบจะกว้างใหญ่และหยิกเจริญเติบโตออกไปทางด้านบนและด้านข้างไม่ห่อเป็นหัว ต้นเป็นพุ่มเตี้ย ผักกาดหอมใบจะทนต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าประเภทอื่น ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ชนิดที่มีสีเขียวทั้งต้น ได้แก่ พันธุ์แกรนด์ เรปิด (Grand Rapids) ซิมป์สัน คิวเลด (Simpson's Curled) บอสตัน คิวเลด (Boston Curled) และ สโลบอต (Slobot) เป็นต้น

ชนิดที่มีสีน้ำตาลทั้งต้น ได้แก่ พันธุ์พรีซ เฮด (Prize Head) เป็นต้น

ผักกาดหอมต้น (Stem Lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ปลูกเพื่อใช้ลำต้นรับประทานเท่านั้น มีลักษณะลำต้นอวบ ลำต้นสูง ใบจะเกิดขึ้นต่อ ๆ กันไปจนถึงยอดหรือช่อดอก ใบจะมีลักษณะคล้ายผักกาดหอมใบ แต่ใบจะเล็ก หนาและสีเข้มกว่า มีทั้งชนิดกลมและยาว ไม่ห่อหัว โดยทั่วไปไม่ค่อยนิยมปลูกกัน ได้แก่ พันธุ์เซลทูซ (Celtuce)

สำหรับในประเทศไทยนั้น ผักกาดหอมใบเป็นต้นนิยมปลูกและบริโภคกันมากกว่า ผักกาดหอมชนิดอื่น

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ผักกาดหอม เป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นดินเหนียว ดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย แต่สามารถปลูกผักกาดหอมได้ผลดีที่สุดดินร่วน ซึ่งมีการระบาย น้ำและระบายอากาศดี ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 มีความชื้นในดิน พอสมควร พื้นที่ปลูกผักกาดหอมควรให้ได้รับแสงเต็มที่ตลอดวัน เพราะผักกาดหอมต้องการแสง เต็มที่ตลอดวัน ผักกาดหอมเป็นพืชฤดูเดียวเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น ระดับอุณหภูมิที่ เหมาะสมนั้น ถ้าเป็นผักกาดหอมใบจะอยู่ระหว่าง 21-26 องศาเซลเซียส แต่ถ้าผักกาดหอมห่อหัวจะ อยู่ระหว่าง 15.5-21 องศาเซลเซียส หากปลูกผักกาดหอมในสภาพอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้ ผักกาดหอมมีรสขมและแทงช่อดอกเร็ว แต่อย่างไรก็ตามผักกาดหอมสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์

การเตรียมดิน

แปลงเพาะกล้า การเตรียมแปลงเพื่อทำการเพาะกล้านั้น จะทำสำหรับการปลูกผักกาดหอม ห่อหัว ส่วนการปลูกผักกาดหอมใบนั้น ไม่ต้องทำการเพาะกล้า ทำการหว่านเมล็ดลงแปลงปลูก โดยตรง การเตรียมแปลงเพาะกล้าโดยขุดหรือไถพลิกดินให้ลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร แล้วตาก ดินไว้ประมาณ 5-7 วัน ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักผสมลงในดิน พรุนย่อยหน้าดินให้ละเอียดแล้วทำ การโรยเมล็ดลงเพาะ ถ้าต้องการปลูกผักกาดหอม 1 ไร่ ควรเตรียมแปลงเพาะกล้าขนาดประมาณ 2-2.5 ตารางเมตร

แปลงปลูก การเตรียมดินสำหรับปลูกผักกาดหอมใบ ซึ่งเป็นการเตรียมดินเพื่อหว่านเมล็ด โดยตรง หรือเตรียมดินสำหรับการปลูกผักกาดหอมจากการเพาะกล้านี้แล้ว ควรขุดหรือไถพลิกดิน ลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร ตากดินไว้ประมาณ 7-10 วัน ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว ประมาณ 2-3 ตันต่อไร่ คลุกให้เข้ากับดิน แล้วพรุนย่อยหน้าดินให้ละเอียดพร้อมที่จะทำการหว่าน เมล็ดหรือนำต้นกล้ามาปลูก

การเพาะกล้า

การเพาะกล้าจะทำเมื่อปลูกผักกาดหอมห่อ เพาะกล้าในแปลงขนาด 2-2.5 ตารางเมตร สำหรับปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 50 กรัม (ประมาณ 4 หมั่นเมล็ด) หลังจากเตรียม แปลงเพาะแล้วให้หว่านเมล็ดลงบนแปลงให้กระจายไปทั่วแปลง แล้วใช้ดินที่ผสมกับปุ๋ยคอกโรย ทับบางๆ คลุมด้วยฟางข้าว รดน้ำให้ชุ่ม หรือจะใช้วิธีโรยเป็นแถว ให้แต่ละแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร ดูแลรักษาจนกระทั่งกล้ามีใบจริง 2-3 ใบ ให้ทำการถอนต้นกล้าออกบ้าง เพื่อไม่ให้เบียด

กันแน่นเกินไป เพราะอาจทำให้ต้นกล้าเกิดโรคโคนเน่าและต้นกล้าอ่อนแอได้ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 25-30 หรือมีใบจริง 3-4 ใบ จึงทำการย้ายกล้าลงปลูกในแปลง

การปฏิบัติดูแลรักษา

ผักกาดหอมเป็นผักที่ต้องการการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ เพราะเป็นผักที่ใช้ประโยชน์จากส่วนยอดและใบ หากยอดถูกทำลายแล้วถึงแม้จะมียอดเกิดขึ้นใหม่ก็ได้ขนาดไม่เท่ายอดเดิม ดังนั้นผู้ปลูกจะต้องปฏิบัติดูแลรักษาเป็นพิเศษอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง นอกเหนือจากการปฏิบัติดูแลรักษาตามปกติ

การให้น้ำ

เนื่องจากผักกาดหอมเป็นผักรากตื้น ไม่สามารถดูดน้ำในระดับลึกได้ จึงควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ โดยในระยะ 2 สัปดาห์แรก หลังจากย้ายปลูกควรให้น้ำทุกวันในตอนเช้าและเย็น โดยใช้บัวฝอยละเอียดรดรอบ ๆ โคนต้น ไม่รดจนและเกินไป และให้น้ำแบบวันเว้นวันในสัปดาห์ต่อมา สำหรับผักกาดหอมใบนั้นควรจะมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ เนื่องจากอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ส่วนผักกาดหอมหัวนั้นควรดูจากสภาพความชื้นในดินเป็นสำคัญ แต่ในระยะที่กำลังห่อหัวอยู่นั้น ไม่ควรให้น้ำไปถูกหัว เพราะอาจทำให้เกิดโรคเน่าและได้

การใส่ปุ๋ย

ช่วงเตรียมดินควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักรองพื้นประมาณ 2-3 ต้นต่อไร่ เมื่อผักกาดหอมอายุได้ 7 วัน ควรใส่ปุ๋ยยูเรีย โดยละลายน้ำรดในอัตรา 1 ช้อนแกงต่อน้ำ 1 ปี๊บ ต่อเนื้อที่ 5 ตารางเมตร รดวันเว้นวัน เพื่อเร่งการเจริญเติบโตในระยะแรก เมื่อผักกาดหอมอายุได้ 15-20 วัน ให้ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 สำหรับพันธุ์ใบ และใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-13 สำหรับพันธุ์ห่อหัว ในอัตรา 30-50 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแห่งด้วย ผักกาดหอมต้องการธาตุโปแตสเซียมมากกว่าไนโตรเจน โปแตสเซียมจะทำให้ใบผักกาดหอมบางและไม่มีรอยจุดบนใบ ผักกาดหอมที่ได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้ใบมีสีเขียว รสชาติไม่อร่อย การใส่ปุ๋ยผักกาดหอมพันธุ์ใบควรใส่หมดในครั้งเดียวตอนเตรียมดินปลูก แต่สำหรับผักกาดหอมหัวควรแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือครั้งแรกใส่ประมาณ 2 ใน 3 ส่วน โดยใส่ตอนปลูกแล้วพรวนดินกลบ ส่วนที่เหลือใส่เมื่ออายุได้ 21 วัน โดยโรยข้างต้นห่าง ๆ แล้วพรวนดินกลบ

อายุการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมขึ้นอยู่กับพันธุ์เป็นสำคัญ

อายุการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมใบประมาณ 40-50 วันหลังจากหว่านเมล็ดลงแปลง การเก็บควรเลือกเก็บขณะที่ใบยังอ่อน กรอบ ไม่เหนียวกระด้าง ไม่ควรเก็บขณะต้นแก่ เพราะจะมีรสขม วิธีการตัดโดยใช้มีดตัดตรงโคนต้น แล้วตัดแต่งใบเสียทิ้งไป ชุบน้ำเพื่อล้างยางสีขาวออกและสลัด

น้ำออกให้หมด เพราะถ้ามีน้ำขังอยู่จะเน่าเสียได้ง่าย หลังจากนั้นนำไปจัดเรียงใส่ช่องที่รองกันด้วย ใบตองหรือใบไม้อื่นๆ ผลผลิตประมาณ 1,100-3,000 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผักกาดหอมห่อหัวอายุ การเก็บเกี่ยวประมาณ 60-70 วัน ควรเก็บขณะที่ห่อหัวแน่นไม่หลวม รูปร่างค่อนข้างกลมแบน ไม่ ควรปล่อยให้แก่เกินไป เพราะหัวจะบิดตัวไปทางตั้งและแทงช่อดอก ทำให้เสียคุณภาพ วิธีการเก็บ เกี่ยวโดยใช้มีดตัดโคนดินแล้วตัดแต่งใบรอบนอกที่เป็นดินสกปรก และถูกโรคแมลงทำลายออก เล็กน้อย จากนั้นนำไปฝังในที่ร่มอากาศถ่ายเทดี ให้แผลที่ตัดแห้ง เพื่อลดการเน่าเสียขณะขนส่ง ใน การเก็บเกี่ยวผักกาดหอมควรเก็บในเวลาเย็นและฝนไม่ตก ถ้าเก็บในขณะฝนตกหรือน้ำขังอยู่ตามใบ จะทำให้ผักกาดหอมเน่าเสียได้ง่าย

2.3 โรคและแมลง

โรคน้ำและสาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia sp.* เป็นโรคที่เกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง ทำให้ผลผลิตผักกาดหอมเสียหายอย่างมาก เป็นได้ทั้งในแปลงปลูกและโรงเก็บ นอกจากนั้นยังสามารถเกิดโรคได้ในขณะวางตลาด และเมื่อผู้บริโภคซื้อไปแล้วก็อาจเกิดโรคนี้ได้เช่นกัน

ลักษณะอาการ

อาการทั่วไปที่เกิดกับผักกาดหอมห่อเริ่มจากแผลรอยชำเล็กๆ เป็นจุดน้ำน้ำ เมื่อสังเกตลุ่ม เหมาะสมแผลจะขยายตัวทุกทิศทางทั้งด้านยาว กว้างและลึก เนื้อเยื่อของพืชส่วนนั้นจะอ่อนยุบตัว ลงและเน่าอย่างรวดเร็ว ทำให้ส่วนนั้นเปื่อยและเป็นน้ำภายในเวลาอันรวดเร็ว มีเมือกเหนียว มีกลิ่นแรง มาก กลิ่นนี้จะเป็กลิ่นเฉพาะของโรคนี้ หลังจากนั้นผักจะเน่ายุบตายไปทั้งต้น ซึ่งอาจแห้งเป็นสี น้ำตาลอยู่บนผิวดิน อาการเน่ามักจะเริ่มที่โคนก้านใบหรือตรงกลางลำต้นก่อน

การป้องกันกำจัด ควรปฏิบัติดังนี้

1. ในการเก็บเกี่ยวควรใช้มีดคมๆ ตัดให้ขาดเพียงครั้งเดียว เพื่อไม่ให้เกิดรอยแผล ช้ำ เพื่อป้องกันการเกิดแผลซึ่งจะเป็นทางเข้าทำลายของเชื้อ
2. หลังการเก็บเกี่ยวควรผึ่งผักไว้ในที่โปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดี เพื่อให้แผลตรง รอยตัดแห้ง และทาปูนแดงที่แผลด้วย
3. การบรรจุภาชนะต้องระวังอย่าให้เกิดการเบียด ซึ่งจะทำให้เกิดแผลชำหรือฉีก ขาด ควรล้างหรือทำความสะอาดภาชนะเสียก่อน
4. ใช้สารเคมีปฏิชีวนะ เช่น อะกริมัยซิน อัตรา 10-20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นทุก 7 วัน

โรคเน่าดำ

นับเป็นโรคที่สำคัญของผักกาดหอม สาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* พบระบาดทั่วไปตามแหล่งที่มีการปลูกผัก โดยเฉพาะในฤดูฝนหรือฤดูที่มีความชื้นสูง ชาวสวนบางแห่งรู้จักกันดีในนามของโรคใบทอง เพราะลักษณะอาการของพืชที่แสดงออกมาเมื่อเป็นมาก โดยทั้งแปลงจะมีใบแห้งเป็นสีน้ำตาลหรือเหลืองคล้ายสีทอง เชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคนี้จะอาศัยอยู่ในดิน เมื่อฝนตกจะระบาดไปทั่ว นอกจากนี้เชื้อยังสามารถติดไปกับเมล็ดได้อีกด้วย

ลักษณะอาการ

เชื้อสาเหตุสามารถเข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ในระยะต้นกล้าหรือต้นอ่อนพืชมักจะตายทันที โดยจะพบว่าที่ขอบใบหรือใบเลี้ยงมีอาการไหม้แห้ง เส้นใบเน่าเป็นสีดำ ใบที่แสดงอาการจะบางกว่าปกติ ต่อมาใบจะแห้งเป็นสีน้ำตาลและหลุดออกจากต้น หากไม่ตายในระยะนี้ก็จะเกิดการชะงักการเจริญเติบโต ใบที่อยู่ด้านล่าง ๆ ของต้นจะหลุดร่วงไปส่วนใบที่เหลืออยู่จะมีสีเหลืองและเส้นใบมีสีดำ ในต้นที่โตแล้วจะพบอาการบนใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างๆ ของต้น โดยอาการจะเริ่มเหลืองและแห้งตายบริเวณขอบใบขึ้นก่อน แล้วค่อย ๆ ลามลึกเข้ามาในเนื้อใบตามแนวเส้นใบที่อยู่ระดับเดียวกันจนจรดแกนกลางของใบ ทำให้เกิดอาการเหลืองหรือแห้งสีน้ำตาลเป็นรูปตัววี (V) ขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะอาการเฉพาะของโรคนี้ ในรายที่เป็นรุนแรงเชื้อจะเข้าไปเจริญเติบโตอยู่ที่ก้านใบ เมื่อนำเอาใบเหล่านี้มาตัดหรือผ่าออกตามขวางจะเห็นส่วนที่เป็นท่อน้ำเน่าเป็นสีดำ

โรคราน้ำค้าง

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Peronospora parasitica* โรคนี้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่เริ่มงอกจากเมล็ดจนกระทั่งโตเป็นต้นแก่ อาการเริ่มแรกจะเกิดขึ้นที่ด้านใต้ใบ โดยจะสังเกตเห็นกลุ่มผงสีขาวหรือสีเทาของสปอร์และเส้นใยของเชื้อราเกิดขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ ต่อมาด้านหลังใบตรงที่เดียวกันก็จะเกิดแผลสีเหลือง เนื่องจากมีเซลล์ตายขึ้น และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในที่สุด เนื้อใบตรงที่เกิดแผลจะมีลักษณะบางและขอบแผลมีขอบเขตไม่แน่นอน แต่ก่อนข้างจะเป็นรูปสี่เหลี่ยม ในกรณีที่รุนแรงมีแผลเกิดขึ้นจำนวนมากทั่วไป อาจทำให้ทั้งใบเหลืองและแห้งตาย สำหรับในใบอ่อนหรือใบเลี้ยงเมื่อเริ่มมีแผลสีเหลืองขึ้นที่ด้านหลังใบ ใบมักจะหลุดร่วงออกจากต้นก่อนที่จะแสดงอาการมากกว่านี้ หากเกิดโรคนี้ในระยะต้นกล้ามักจะรุนแรง ทำให้ต้น โทรม อ่อนแอ และอาจถึงตายได้

การป้องกันกำจัด

เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่สะอาดปราศจากเชื้อ ควรปลูกพืชสลับหมุนเวียนกันบนแปลง และควรปลูกให้ระยะต้นห่างกันพอสมควร ไม่เบียดกันแน่นจนเกินไป ในกรณีที่เกิดโรคขึ้นกับผักในแปลงปลูกแล้วอาจป้องกันและลดความเสียหายจากโรคลงได้ โดยใช้สารเคมีอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้ฉีดพ่นให้กับผักทุก ๆ 3-5 วันต่อครั้ง เช่น มาเน็บ 50% หรือ ซีเน็บอัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แคปแทน 50% อัตรา 30-45 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แคปตาฟอลหรือบราโว 75% อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นต้น

โรคใบจุดของผักกาดหอม

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Cercospora longissima* อาการมักพบที่ใบแก่และใบล่างของต้น โดยอาการเริ่มแรกจะเกิดเป็นจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาล โดยเริ่มจากขอบใบแล้วต่อมาแผลจะขยายสู่ส่วนกลางของใบ ขอบแผลมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนกลางของแผลจะแห้งและเป็นจุดสีฟางขาว ทำให้ดูคล้ายตากบ เมื่อแผลลุกลามมารวมกันมาก ๆ จะทำให้เกิดอาการใบไหม้ทั้งใบ

การป้องกันกำจัด

โดยการกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกอยู่เสมอ และเก็บใบหรือส่วนที่เป็นโรคไปเผาทำลาย และใช้สารเคมีดังต่อไปนี้ฉีดพ่นให้ทั่วต้นทุก ๆ 5-7 วัน เช่น เบน โนมิต 50% อัตรา 6 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แมนโคเซ็บ 80% อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร คาร์เบนดาซิม อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มาเน็บ อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และแคปตาฟอล อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นต้น

เพลี้ยอ่อน

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lipaphis erysimi* ตัวอ่อนของแมลงชนิดนี้ออกจากท้องแม่ได้โดยที่ไม่ต้องได้รับการผสมพันธุ์ ตัวอ่อนเมื่อออกจากแม่ใหม่ ๆ จะพบว่ามิลำตัวขนาดเล็กมากต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ลำตัวมีสีเหลืองอ่อน นัยน์ตาสีดำ ขาทั้ง 3 คู่มีสีเดียวกับลำตัว หนวดสั้น รูปร่างคล้ายตัวเตี้ยวัย ระยะเป็นตัวอ่อนจะมีการลอกคราบ 4 ครั้ง ตัวอ่อนมีอายุประมาณ 5-6 วัน หลังจากนั้นก็จะเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยมีทั้งพวกที่มีปีกและไม่มีปีก ระยะตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 6-18 วัน ตัวเต็มวัยตัวหนึ่งสามารถออกลูกได้ตลอดชีวิตประมาณ 75 ตัว

ลักษณะการทำลาย

เพลี้ยอ่อนชนิดนี้สามารถทำลายพืชได้ทั้งในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชทั้งส่วนยอด ใบอ่อนและใบแก่ ลักษณะอาการที่เห็นได้ชัดคือยอดและใบจะหงิกงอ เมื่อเพลี้ยอ่อนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ พืชก็จะเหี่ยว ใบที่ถูกทำลายจะค่อย ๆ มีสีเหลือง แคระแกร็น นอกจากนี้

เพื่อย่อยสลายตามชอกใบ ซึ่งเป็นที่รังเกียจของผู้บริโภคที่ต้องลอกกาบใบออกทุกใบเพื่อดำรงน้ำก่อนรับประทาน

การป้องกันกำจัด

เมื่อพบเพลี้ยอ่อนเข้าทำลายควรใช้สารเคมีกลุ่มมาลาไธออน มีชื่อการค้า เช่น มาลาเทน มาลาไธออน 83% ในอัตรา 30-55 ซีซี.ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่น 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน นอกจากนี้ อาจใช้อัตรา 5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำการพ่นเป็นครั้งคราว ยาชนิดนี้เป็นยาที่เหมาะสมสำหรับสวนผักหลังบ้าน ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

หนอนกิบกะหล่ำ

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Trichoplusia ni* ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อขนาดกลาง กางปีกเต็มที่ยาว 3 เซนติเมตร สีเทาดำ กลางปีกคู่หน้ามีจุดสีขาวข้างละ 1 จุด แม่ผีเสื้อจะวางไข่สีขาวนวลได้ใบเมื่อดกลมเล็กๆ ไข่จะถูกวางเดี่ยวๆ ทั่วไป ไข่มีอายุ 3 วัน จึงฟักออกเป็นตัวหนอน หนอนที่มีขนาดเล็กจะเกาะผิวใบด้านล่าง หนอนในระยะนี้จะมีสีใส ต่อมาสีเข้มขึ้น เมื่อโตเต็มที่มีสีเขียวคล้ำ มีสีขาวพาดขาว หนอนเมื่อโตเต็มที่ยาว 4 เซนติเมตร อายุหนอนประมาณ 2 สัปดาห์จึงเข้าดักแด้ ดักแด้จะอยู่ใต้ใบคลุมด้วยใยบางๆ สีขาว ดักแด้ในระยะแรกจะมีสีเขียวอ่อน ต่อมาบางส่วนเป็นสีน้ำตาล มีขนาดยาวเกือบ 2 เซนติเมตร อายุดักแด้ประมาณ 1 สัปดาห์ จึงเข้าระยะตัวเต็มวัย ซึ่งตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 1 สัปดาห์

ลักษณะการทำลาย

หนอนกิบกะหล่ำเป็นหนอนที่กินจุ เข้าทำลายผักกาดหอมในระยะที่เป็นตัวหนอน โดยจะกัดกินเนื้อใบจนขาดและมักจะเหลือเส้นใบไว้ หนอนชนิดนี้เมื่อเกิดระบาดแล้วจะแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็วมาก

การป้องกันกำจัด

ตรวจดูไข่หรือตัวหนอนในระยะเล็กๆ หากพบให้ใช้สารกำจัดแมลงชนิดพ่น เช่น ฟอสดริล แลนเนท เป็นต้น หากใช้ในขณะที่หนอนยังมีขนาดเล็กจะได้ผลดี หากการระบาดมีอยู่ตลอดเวลา ควรพ่นสารกำจัดแมลงดังกล่าวทุกๆ 5-7 วันต่อครั้ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549 : 1)

2.4 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* Linn. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและยุโรป เป็นพืชล้มลุก ลำต้นเป็นกอ จัดเป็นผักกาดหอมพันธุ์ใบไม้ห่อหุ้ม ใบห่อเป็นคลื่น ขอบใบหยัก สีเขียวปนแดง เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็นสำหรับพันธุ์ใบอุนหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 21-26

องศาเซลเซียส และให้ผลผลิตมากในช่วงเดือนตุลาคม – เดือนเมษายน ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ระยะเวลาตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 40 – 50 วัน ประเทศไทยปลูกได้ดีในภาคเหนือ และนิยมปลูกทั่วไปทั้งเป็นผักสวนครัวและปลูกเพื่อจำหน่าย เนื่องจากทนอากาศร้อนได้มากกว่าประเภทอื่นๆจึงสามารถปลูกได้ทุกฤดูผักกาดหอม Red Oak ยังประกอบด้วยสารประกอบอะโรมาติก (Aromatic) หรือ Lactucopirin ในสภาพอุณหภูมิสูงจะทำให้ผักกาดหอม Red Oak เกิดรสขม ในสภาพอุณหภูมิต่ำการเจริญเติบโตของผักกาดหอมจะช้ากว่าในที่อุณหภูมิสูง (สุนทร เรื่อง เกษน, 2540 : 5)

ผักกาดหอม Red Oak เป็นพันธุ์ใบที่มีสีเขียวปนแดง จึงทำให้มีความน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น ใช้ในการทำสลัดกินสด ทำสลัด กินกับยำ

สรรพคุณของผักกาดหอม Red Oak ให้เฮโมโกลบิน (Hemoglobin) ป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันและต้านโรคมะเร็ง ช่วยบรรเทาอาการท้องผูก เป็นผักที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (ระพีพรรณ ใจภักดี, 2544 : 20)

2.5 ประวัติของการปลูกพืชไร้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประวัติความเป็นมาโดยเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับพืช และธาตุอาหารพืชและได้มีการศึกษาค้นคว้าทดลองอย่างต่อเนื่องยาวนาน โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องการทราบว่าพืชประกอบด้วยอะไร และมีสารสิ่งใดบ้างที่สามารถทำให้พืชเจริญเติบโตได้ เชื่อกันว่า การศึกษาเรื่องธาตุอาหารพืชเริ่มต้นมีมาตั้งแต่สมัยอริสโตเติล (Aristotle) หรือเมื่อประมาณ 238-322 ปีก่อนคริสตกาล

ในปี ค.ศ. 1600 (พ.ศ. 2143) งานทดลองครั้งแรกที่เป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่ งานของวันเฮลมอนด์ (Jan Baptist Van Helmont) แพทย์ชาวเบลเยียมที่สนใจเกี่ยวกับการปลูกพืช ต่อมาบุตรชายของเขาได้นำไปตีพิมพ์ในวารสาร Ortus Medicinæ โดยเขาได้ทดลองปลูกต้นหลิว น้ำหนัก 5 ปอนด์ ในกระถางซึ่งมีดินแห้ง

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 17 ก็ได้มีผู้สนใจ ศึกษาทดลองทำนองเดียวกันหลายคน เช่น งานของกลูเบอร์ (Glauber) ในปี ค.ศ. 1656 (พ.ศ. 2199) งานของบอยล์ (Robert Boyle) ในปี ค.ศ. 1661 (พ.ศ. 2204) และงานของมาโย (Mayow) ในปี ค.ศ. 1674 (พ.ศ. 2217) ซึ่งการศึกษาต่างก็มีความคิดเห็นขัดแย้งกับการทดลองของเฮลมอนด์

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1870 (พ.ศ. 2413) เป็นต้นมาได้มีการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับความต้องการของธาตุอาหารพืชกันอย่างมากร งานทดลองครั้งแรกที่ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จำนวนมากเริ่มขึ้นที่สถานีทดลองโรค ไอส์แลนด์ (Rhode Island) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทดสอบปลูก

มะเขือเทศในน้ำผสมธาตุอาหารตามสูตรที่ค้นพบ ผลปรากฏว่าต้นมะเขือเทศเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี มีการออกดอกและติดผลเหมือนการปลูกพืชตามปกติ ดังนั้นนั้นมา ก็มีการศึกษาค้นคว้าหาสูตรอาหารที่เหมาะสมจะใช้ในการปลูกพืชแต่ละชนิดและให้ได้ผลมากขึ้น

จากต้นแบบการปลูกพืชโดยให้สารอาหารพืชจากการทดลองเบื้องต้นของศาสตราจารย์ เกรอริก (Gericke) จะเห็นว่ามีช่องว่างของอากาศจากรากที่ออกมาจากเมล็ดเหนือส่วนที่เป็นสารละลายธาตุอาหาร เพื่อให้รากส่วนที่ทำหน้าที่เป็นรากอากาศเพื่อดูดออกซิเจนจากอากาศ ส่วนรากที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารเรียกการปลูกพืชโดยวิธีนี้ว่า “Hydroponics” หรือ “ไฮโดรโพนิกส์”

แม้ว่าการปลูกพืชไร้ดินแบบที่เรียกว่า Hydroponics จะเป็นการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ไม่ต้องใช้ดินจริงๆ ตามที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้นมาก็ตาม แต่พืชก็ยังสามารถเจริญเติบโตได้ในวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ดิน เช่น ทราย กรวด หินเกล็ด ด้วยการให้น้ำที่ผสมธาตุอาหารที่ค้นคิดขึ้น จึงเรียกการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้เป็นคำรวมว่า “Soiless Culture” หรือ “ซอยเลส คัลเจอร์”

ในปี ค.ศ. 1936 (พ.ศ. 2479) ในประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มมีการผลิตพืชเชิงธุรกิจโดยใช้กรวดเป็นวัสดุปลูก

ปี ค.ศ. 1939-1945 (พ.ศ. 2482-2488) โฮกแลนด์และอาร์มอน (Hoagland and Amon) ได้มีการพัฒนาสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชขึ้นมา ซึ่งเป็นสูตรพื้นฐานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังใช้ในการศึกษาต่อมาและรู้จักกันในนามว่า “สูตรสารอาหารเพื่อการปลูกพืชของโฮกแลนด์ (Hoagland ,s Solution)”

ในช่วงปี ค.ศ. 1946-1948 (พ.ศ. 2489-2491) ดักลาส (J. Sholto Douglas) ได้ทำการทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่สถานีค้นคว้าวิจัยเบงกอล เมืองดาร์จีลิง (Darjeeling District) ซึ่งเป็นพื้นที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุมในประเทศอินเดีย ได้มีการพัฒนาระบบปลูกที่มีวัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร เช่น ทราย กรวด ซึ่งเรียกว่า “ระบบเบงกอล (The Bengal System)” โดยการปลูกพืชที่ให้สารอาหารพืชจากได้วัสดุปลูก (Subirrigation System)

ในปี ค.ศ. 1979 (พ.ศ. 2522) ดร. อัลเลน คูเปอร์ (Dr. Allen Cooper) นักสรีรวิทยาทางพืชและคณะได้แนะนำเทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยการให้สารอาหารไหลอย่างช้าๆ บางๆ แบบแผ่นฟิล์มผ่านรากและเรียกวิธีนี้ว่า การปลูกพืชแบบระบบ “Nutrient Film Technique” หรือ “NFT” อันเป็นรูปแบบของระบบที่นิยมกันในยุโรปและแพร่หลายไปยังภูมิภาคอื่นๆ ของโลก เทคนิคการปลูกดังกล่าวเป็นที่นิยมการปลูกพืช โดยเฉพาะการปลูกผักสลัดกันในประเทศไทยในปัจจุบัน

นับแต่นั้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็ได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมีการทดลองใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ ประกอบกับมีการพัฒนาระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการปลูกรวมถึงระบบที่ใช้ควบคุมการผลิตโดยอัตโนมัติ เช่น การพัฒนาในเรื่องของพลาสติก เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กและการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมการปลูก เป็นต้น (ดิเรก ทองอร่าม, 2546 : 5-9)

2.6 การปลูกพืชไร้ดิน หรือการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์

การปลูกพืชไร้ดิน (Soiless Culture) สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ (ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์, 2534 : 18)

26.1 การปลูกพืชโดยให้ส่วนของรากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

26.2 การปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกอื่นที่ไม่ใช่ดินแล้วรดด้วยสารละลายธาตุอาหารหรือน้ำปุ๋ย วัสดุที่ใช้ปลูกพืชอาจจะเป็นสารอนินทรีย์ เช่น กรวด ทราย หิน ที่ได้จากธรรมชาติ หรือที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เช่น เพอร์ไลต์ (Perlite) เวอร์มิคิวไลต์ (Vermiculite) ร็อกวูล (Rockwool) หรือสารอินทรีย์ เช่น พีท (Peat) มอส (Moss) ขี้เลื่อย เปลือกไม้ เปลือกมะพร้าว สับ ขุยมะพร้าว แกลบสด และถ่านแกลบ เป็นต้น

26.3 การปลูกพืชโดยให้รากพืชลอยอยู่บนอากาศ หรือการปลูกในอากาศ โดยจะสร้างกล่องหรือตู้ที่มีหัวฉีดและให้โคนต้นชิดกับด้านบน ส่วนรากจะอยู่ในเขวนห้อยอยู่กลางอากาศ จากนั้นจะฉีดพ่นสารละลายให้เป็นฝอยละเอียดเป็นระยะ ๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนด

ประเภทของการปลูกในน้ำ (Water culture) หรือระบบที่รากพืชแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรงและตลอดเวลานั้น ยังสามารถแบ่งออกได้อีกหลายวิธี เช่น

1. การปลูกแบบน้ำไหลผ่านหรือ NFT (Nutrient Film Technique) คือการปลูกพืชลงในน้ำโดยการปล่อยสารละลายธาตุอาหารให้ไหลผ่านรากพืชที่ปลูกอยู่บนรางปลูก
2. การปลูกในน้ำลึกไหลผ่าน หรือ DFT (Deep Flow Technique) คือการปลูกพืชลงในภาชนะบรรจุน้ำที่มีความลึก 5-10 เซนติเมตร โดยที่ด้านหนึ่งจะมีท่อน้ำไหลเข้าและอีกด้านหนึ่งสำหรับน้ำไหลออก ตำแหน่งความสูงของท่อน้ำไหลออกจะเป็นตัวกำหนดความลึกหรือความสูงของน้ำที่ขังอยู่ในภาชนะ
3. การปลูกในน้ำนิ่งแบบต้องเติมอากาศหรือ DWT (Deep Water Technique) คือการปลูกพืชลงในภาชนะที่บรรจุน้ำลึกตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป (สำหรับผักกินใบ) ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก รากของพืชที่ปลูก โดยรากพืชจะแช่อยู่ในสารละลายที่ไม่มีการหมุนเวียน

วิธีการนี้จึงจำเป็นต้องเติมอากาศให้กับน้ำตลอดเวลาโดยใช้เครื่องให้อากาศ (ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, 2544 : 5)

4. การปลูกในน้ำแบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช และอากาศไหลผ่านรากพืชในระดับลึกอย่างต่อเนื่องในถาดปลูก DRFT (Dynamic Root Floating Technique) คือระบบที่พัฒนามาจากระบบ DFT แต่เพิ่มการไหลเวียนอย่างต่อเนื่องของอากาศและสารอาหาร ในระดับน้ำที่ไม่ลึกมาก ระบบนี้ได้พัฒนาเพิ่มเติมจากแบบที่นิยมใช้ในประเทศไต้หวัน (ดิเรก ทองอร่าม, 2546 : 42)

ข้อดีของการปลูกพืชไร้ดิน

1. สามารถปลูกพืชได้ทั้งปีเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตให้สูงขึ้นกว่าแบบเก่า 50-100% และยังสามารถออกแบบให้ประหยัดพื้นที่การปลูกได้ด้วย
2. ดูแลได้ทั่วถึงเนื่องจากเป็นระบบที่ง่ายต่อการควบคุมและป้องกันโรคและแมลง ไม่ใช้สารเคมีกำจัดแมลง 100% และไม่มีปัญหาในการกำจัดวัชพืชในพื้นที่ปลูก
3. ประหยัดน้ำและปุ๋ยเพราะสามารถควบคุมได้ตามที่พืชต้องการ
4. ไม่ต้องไถพรวน สามารถลดการทำลายหรือชะล้างหน้าดิน
5. มีผลผลิตสม่ำเสมอ และอายุเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น เนื่องจากพืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอ
6. ผลผลิตที่ได้มีความสะอาด สด คุณภาพดี และที่สำคัญ คือ ปลอดภัยไร้พิษ
7. สามารถพัฒนาการปลูกไปในเชิงพาณิชย์ได้

ข้อจำกัดของการปลูกพืชไร้ดิน

เนื่องจากการดัดแปลงแก้ไขและปรับปรุงในระบบเรื่อยมา ทำให้ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เคยพบในอดีตลงไปได้มาก เช่น

1. ในเรื่องของเทคโนโลยีต่างประเทศที่ราคาค่อนข้างสูง ตอนนี้สามารถใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านดัดแปลงได้ ซึ่งผลผลิตที่ได้ก็ไม่ได้ออกต่างกัน
2. ความหลากหลายของพืชที่ปลูกไร้ดิน ในระยะแรกจะปลูกเฉพาะผักต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ แต่ในปัจจุบันนี้ สามารถปลูกได้ทั้ง ผักไทย ผักจีน และผักต่างประเทศ
3. ผู้ปลูกต้องมีความรู้อย่างแท้จริง ต่อการปลูกพืชไร้ดิน ซึ่งในปัจจุบันได้มีเอกสารแนะนำ และสามารถขอข้อมูลได้จากสำนักงานเกษตรในทุกพื้นที่
4. เรื่องของตลาดนั้น ในปัจจุบันไม่ถือเป็นปัญหาอีกต่อไป เพราะผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพกันมากขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นแนวโน้มที่ดีต่อเกษตรกรที่สนใจทำธุรกิจการปลูกพืชไร้ดินมากขึ้น

ประโยชน์ของการปลูกพืชไร่ดิน

1. ไม่ต้องใช้ดิน ซึ่งบางคนอาจคิดว่า สกปรก ซึ่งไม่สะดวกหากปลูกในพื้นที่ที่ต้องการความสะดวก เช่น ตามอพาร์ทเมนต์ หอพัก หรือในอาคาร
2. ลดปัญหาศัตรูพืชในดิน
3. ใช้น้ำและธาตุอาหาร ได้อย่างประหยัด
4. ผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกสูงกว่าการปลูกในดิน
5. ประหยัดแรงงาน เวลา และค่าใช้จ่าย
6. ผลผลิต คุณภาพ และราคา ดีกว่าการปลูกพืชในดินมาก เพราะสามารถควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้
7. ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมบางประการ เช่น สารเคมีตกค้างในดิน การถางป่าเพื่อการเพาะปลูก
8. สามารถปลูกได้ในเมืองเพราะพื้นที่น้อย จึงประหยัดค่าขนส่ง
9. เป็นประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ในการหาผลกระทบต่อการขาดธาตุอาหารแต่ละชนิดของพืชโดยการงดให้สารอาหารชนิดนั้น ๆ ลง ลดปัญหาดินไม่มีคุณภาพ (โสระยา ร่วมรังษี, 2546 : 6)

2.7 ชนิดของวัสดุปลูก

วิทยา สุริยาภณานนท์ (อ้างโดย อภิรักษ์ หลักชัยกุล, 2540 : 10-13) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุปลูกไว้ ดังนี้ ขุยมะพร้าว (Coconut Dust) หรือเปลือกมะพร้าวสับ ซึ่งสามารถหาได้ในเมืองไทย ขุยมะพร้าวเป็นส่วนของ Pith หรือ Binding Material มีคุณสมบัติในการระบายน้ำและอากาศได้ดี มีขนาดอนุภาคส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 0.5 – 2.0 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมซึบน้ำ (Hydraulic Conductivity) 0.15 เซนติเมตร/วินาที ขนาดของช่องว่างส่วนใหญ่อยู่ในขนาด 0.0048 ไมครอน ความหนาแน่นรวม 0.06 กรัม/มิลลิเมตร ความหนาแน่นของอนุภาค 1.55 กรัม/มิลลิเมตร ความพรุนทั้งหมด (Total Porosity) 95.53 เปอร์เซ็นต์ ช่องว่างอากาศ (Total Air Space) 4.87 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่เป็นประโยชน์ได้ง่าย (Easily Available Water) 35.28 เปอร์เซ็นต์ ความจุในการดูดยึดความชื้นไว้ได้ (Water Buffering Capacity) 8.76 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพแห้งความชื้นจะลดลงเหลือ 11.7 เปอร์เซ็นต์ มีธาตุไนโตรเจน 0.41 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.45 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 6.6 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดเล็กน้อย pH ประมาณ 6.2 ขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่สามารถนำมาผสมกับทราย ทำให้ความพรุนและความ

หนาแน่นรวมของอนุภาคเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของช่องว่างมีขนาดใหญ่เหมาะในการนำมาใช้ปลูกพืชไร่ดินหรือเพาะกล้าพืช

เกลบ (Rice Hull) เป็นวัสดุที่มีความพรุนและมีความสามารถในการดูดน้ำได้ดี ในเกลบ 10 – 15 เมตริกตัน มีธาตุไนโตรเจน 37 – 56 กิโลกรัม โพแทสเซียม 80 – 130 กิโลกรัม และซิลิกอน 1150 – 1725 กิโลกรัม มีอินทรีย์วัตถุ 34.5 เปอร์เซ็นต์ และมีสัดส่วน C/N อยู่ระหว่าง 500 : 1 ถึง 2500 : 1 ซึ่งได้มีการศึกษาการนำเกลบผสมกับวัสดุชนิดอื่น ทำให้มีการเก็บน้ำได้ดี และมีสภาพทางฟิสิกส์ดีขึ้น พบว่า การใช้เกลบสดและขุยมะพร้าวสามารถปลูกมะเขือเทศ แตงกวา น้ำเต้า ค่ะน้า กวางตุ้ง ผักกาดขาว ผักชี พริกขี้หนู ดาวเรืองและเทียนสีได้ดี แต่ต้องระวังการเกิดปัญหาที่ข้อยสลายไม่หมด อาจทำให้ต้นพืชเน่า หรือขาดธาตุไนโตรเจน เนื่องจากถูกจุลินทรีย์นำไปใช้

เพอร์ไลต์ (Perlite) มาจากหินภูเขาไฟประกอบด้วย ซิลิกอนไดออกไซด์ 73 เปอร์เซ็นต์ และอลูมินัมไดออกไซด์ 13 เปอร์เซ็นต์ เหล็กไดออกไซด์ 1.05 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมไดออกไซด์ 0.8 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมไดออกไซด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมไดออกไซด์ 4.50 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไดออกไซด์ 3.65 เปอร์เซ็นต์ โดยนำมาอบที่อุณหภูมิ 982 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการขยายตัวมีช่องว่าง และมี pH ประมาณ 5 – 7 มีการระบายน้ำได้ดีและสามารถเก็บน้ำได้ 27 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรมีค่า CEC ประมาณ 1.5 me/100 g

2.8 สารละลายธาตุอาหาร

เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน และเป็นองค์ประกอบที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เนื่องจากการใช้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา การเลือกสารเคมีที่ใช้ในการเตรียม การใช้สูตรสารละลายที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญมาก ทั้งเพื่อประหยัด ต้นทุน ค่าใช้จ่าย และช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างเหมาะสม

สูตรสารละลายธาตุอาหารจะต้องประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และกำมะถัน (S) นอกจากนี้ยังต้องมีธาตุอาหารรอง ได้แก่ แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โมลิบดีนัม (Mo) โคบอลต์ (Co) และโบรอน (B) สำหรับน้ำที่ใช้เตรียมสารละลายต้องเป็นน้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย น้ำฝนเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีเหมาะสำหรับการเตรียมสารละลาย

2.9 ความเป็นกรดต่าง

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุปลูก (ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และคณะ, 2537 : 126) ได้แนะนำวิธีการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก ทำได้เช่นเดียวกับการวัดค่าความเป็นกรดต่างของดิน คือ ใช้ Electrode จุ่มลงในวัสดุปลูกที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งค่าความเป็นกรดต่างของวัสดุปลูกไม่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก แต่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช และควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในวัสดุปลูก พืชที่ปลูกในภาชนะปลูกส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ดี ในระดับค่าความเป็นกรดต่างเล็กน้อย คือ ช่วง 5.5 – 6.5

ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของสารละลายเป็นสิ่งจำเป็นในการปลูกพืชไร้ดิน เนื่องจากสภาพ pH ที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อ Availability ของธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้ ตัวอย่างเช่น ถ้าสารละลายที่มีความเป็นด่าง (มี pH มากกว่า 7) ก็จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการตกตะกอนของธาตุต่างๆหลายชนิด เช่น เหล็ก แมงกานีส ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งจะมีผลทำให้ต้นพืชสามารถนำธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งๆที่ธาตุเหล่านี้มีในสารละลายอาหารที่ให้กับพืช แต่พืชจะแสดงอาการขาดธาตุ และถ้าปล่อยทิ้งไว้ให้ต้นพืชขาดแคลนธาตุอาหารยาวนาน ในที่สุดต้นพืชอาจจะตายได้ สารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมควรเป็นกรดอ่อนหรือค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อย คือ อยู่ระหว่าง 5 – 6.5 (ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์, 2534 : 73)

2.10 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity = EC) มีหน่วยเป็น มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (mS/Cm) ที่ 25 องศาเซลเซียส ค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับพืชที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1.5 – 3.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่านี้อาจเป็นอันตรายต่อพืช แก้ไขได้โดยการเจือจางสารละลายด้วยน้ำ หรือใช้น้ำชะล้างวัสดุปลูก เพื่อให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำลง ค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณของเกลือที่ละลายน้ำได้ เกลือที่ละลายน้ำได้เมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวให้อิออนบวกและอิออนลบ ซึ่งนำไฟฟ้าได้ ค่าการนำไฟฟ้าจะผันแปรตามชนิดของอิออนบวกและอิออนลบ หรือปริมาณเกลือในสารละลายและอุณหภูมิของสารละลาย โดยทั่วไปค่าการนำไฟฟ้าจะวัดได้จากน้ำที่สกัดได้จากวัสดุปลูกที่ 25 องศาเซลเซียส (อภีรักษ์ หลักชัยกุล, 2540 : 9-10)

2.11 ความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลต่อต้นกล้าพืช

ถ้ามีการเตรียมต้นกล้าพืชสำหรับการปลูกพืชในวัสดุปลูก การให้สารละลายธาตุอาหารแก่ต้นกล้าพืช ควรอยู่ในช่วงค่าการนำไฟฟ้า (EC) 1.0 – 1.2 mS/Cm ข้อควรระวัง คือ จะต้องให้

สารละลายธาตุอาหารเจือจางประมาณ $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ ของตอนที่ต้นพืชเจริญเติบโตเต็มที่ เนื่องจากต้นกล้ายังไม่แข็งแรง ถ้าให้ความเข้มข้นมากเกินไปจะเกิดอาการเหี่ยวเฉา (กองเกษตรเคมี, 2531 : 32)

2.12 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชไม่ว่าจะปลูกด้วยวิธีดั้งเดิมหรือด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ ถูกควบคุมโดยปัจจัยทั้งภายในและภายนอก การเรียนรู้ถึงอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จึงเป็นเรื่องจำเป็น เนื่องจากเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการกำหนดความสำเร็จหรือล้มเหลวในการปลูกพืช การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งอาจจำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. พันธุกรรม เป็นปัจจัยภายในตัวพืชเองเพราะเกี่ยวข้องกับยีนซึ่งอยู่ในโครโมโซมของพืช ยีนเป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสูง รูปร่าง สี นอกจากนั้นยังเป็นตัวกำหนดว่าพืชจะเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูงหรือสามารถต้านทานศัตรูพืชได้ดีเพียงใด ปัจจัยทางพันธุกรรมจะมีอิทธิพลร่วมกับสภาพแวดล้อม ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้ลักษณะตามต้องการ จะต้องแยกความแตกต่างทางพันธุกรรมออกจากความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมให้ได้ ในประเทศที่มีการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์เป็นการค้าอย่างแพร่หลาย เช่น ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ เบลเยียม จะให้ความสำคัญกับการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อปลูกด้วยวิธีนี้ โดยเฉพาะการปลูกพืชด้วยวิธีนี้จึงให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกพืชในดิน ต่างจากประเทศไทยซึ่งการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ยังมีน้อยส่วนใหญ่จึงใช้พันธุ์พืชพันธุ์เดียวกับที่ใช้ปลูกในดิน

2. สารควบคุมการเจริญเติบโต ไม่ว่าจะเป็นการปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิมหรือปลูกด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ พืชมีสารควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของส่วนต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นสารอินทรีย์ซึ่งไม่จำกัดว่าพืชสร้างขึ้นเอง หรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น สารปริมาณเพียงเล็กน้อยในช่วงเพียงส่วนในล้านส่วน (ppm) ก็สามารถกระตุ้น ยับยั้ง หรือเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้ โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตจะไปควบคุมการทำงานของยีน (Gene) ในการสร้างโปรตีน กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ หรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อหุ้มทั้งหลาย สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบ่งเป็นกลุ่ม ได้ดังนี้

2.1 ออกซิน (Auxins) มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต ควบคุมการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และมีผลในการกระตุ้นการเกิดราก สารออกซินชนิดแรกที่ค้นพบคือ IAA (indol-3 acetic acid) ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นเอง เนื่องจากออกซินมีส่วนในกระบวนการหลายอย่างที่เกิดขึ้นในพืช จึงมีการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซินเพื่อนำมาใช้ในการเกษตร สารสังเคราะห์ที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบันได้แก่ NAA (1-naphthyl acetic acid), IBA (4-

indol-3 butyric acid), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid), และ 4-CPA (4- chlorophenoxy acetic acid)

2.2 จิบเบอเรลลิน (Gibberellins) มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ การแบ่งตัวของเซลล์ การกระตุ้นการงอกของเมล็ด และตา เพิ่มการติดผล การเปลี่ยนเพศดอก เร่งการออกดอก สารจิบเบอเรลลินที่ค้นพบจนถึงปัจจุบันมี 72 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายคลึงกัน แต่การเรียงตัวของบางอะตอมแตกต่างกันเล็กน้อย จึงเรียกจิบเบอเรลลินเหมือนกันหมดคือ จิบเบอเรลลิน เอ (GA) แล้วตามด้วยหมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 72 เช่น GA₁, GA₃ เป็นต้น สาร GA ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 ชนิด ได้แก่ GA₃, GA₄ และ GA₇

2.3 ไซโตไคนิน (Cytokinins) ไซโตไคนินเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรค่อนข้างน้อยกว่าสารกลุ่มอื่นๆ สารกลุ่มนี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์ และกระตุ้นการเจริญทางด้านข้างของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้าง ชะลอการแก่ของพืช นอกจากนั้นยังมีผลเล็กน้อยต่อการพัฒนาของผล ใช้กันมากในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สารกลุ่มนี้ราคาสูงมาก จึงใช้ประโยชน์ค่อนข้างจำกัดในประเทศไทยยังไม่มีสารกลุ่มนี้เข้ามาใช้ในรูปแบบสารเคมีเกษตรแต่มีจำหน่ายในรูปแบบปุ๋ยซึ่งราคาจะค่อนข้างสูง ไซโตไคนินที่พืชสังเคราะห์ได้เองตามธรรมชาติคือ ซีอาติน (Zeatin) ส่วนสารสังเคราะห์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ไคเนติน (Kinetin), และ BAP (6-benzyl-laminopurine)

2.4 เอทิลีนและสารปลดปล่อยเอทิลีน (Ethylene and Ethylene Releasing Compounds) เอทิลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดเดียวที่อยู่ในรูปก๊าซ มีอิทธิพลในการควบคุมการแก่ของพืช เช่น เร่งการสุกของผลไม้ เร่งการเหี่ยวของดอกไม้ นอกจากนี้ยังมีผลในการเร่งการออกดอกของพืชบางชนิด แต่เนื่องจากอยู่ในรูปก๊าซจึงใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ค่อนข้างจำกัด จึงได้มีการคิดค้นสารรูปอื่นที่เป็นของแข็งหรือของเหลว แต่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนได้คือ Ethephon (2-chloroethyl phosphoric acid) และนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

2.5 สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Retardants) สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชเป็นสารที่พืชไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ แต่เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร มีคุณสมบัติในการชะลอการแบ่งเซลล์ และการยืดตัวของเซลล์บริเวณได้ปลายยอดของกิ่ง จึงมีผลให้ความสูงของพืชลดลง นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในการเร่งการออกดอกของพืชบางชนิด เพิ่มการติดผลและคุณภาพของผลไม้ ตลอดจนมีผลในการเพิ่มผลผลิตพืชผัก สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กันแพร่หลายคือ Chlormequat และ Daminozide และสารอื่นๆ ซึ่งใช้น้อยกว่าเช่น Ancimidol, Mepiquat chloride และ Paclobutrazol

2.6 สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Inhibitors) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการแบ่งเซลล์ ยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนอื่นบางชนิด และยับยั้งการเจริญเติบโตทั่วไป สารยับยั้งการเจริญเติบโตที่พบในธรรมชาติมีกว่า 200 ชนิด แต่สารที่สำคัญที่สุดคือ ABA (Abscissic acid) ซึ่งมีผลควบคุมการหลุดร่วงของใบ ดอก และผล การพักตัวของพืช และการคายน้ำ ไม่มีการนำสารนี้มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร แต่มีการสังเคราะห์สารหลายชนิด เช่น Maleic hydrazide, Chloroflurenol หรือ Morphactin, Dikegulac-sodium ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นการแตกตาข้าง ยับยั้งการงอกของหัว และลดความสูงของไม้พุ่ม

3. สภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไม่ได้แตกต่างกันไม่ว่าจะปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิมหรือด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ ปัจจัยที่เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมีอยู่หลายปัจจัย แต่มีปัจจัยที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของพืช โดยมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง การหายใจ การดูดธาตุอาหาร การคายน้ำและกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลในการเร่งขบวนการทางเคมีต่างๆ ในพืช ขบวนการเหล่านี้ควบคุมโดยเอนไซม์ ซึ่งจะทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิแคบๆ อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมจะทำให้เอนไซม์ทำงานลดลง มีผลให้ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในพืชลดลงหรือหยุดไปด้วย เมื่อถึงจุดนี้ พืชจะอยู่ในภาวะเครียดและหยุดเจริญเติบโต และอาจตายได้ในที่สุด การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงเป็นเรื่องสำคัญ

สำหรับการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ลดลง ทำให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจของราก เช่น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25° C เป็น 30° C จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจาก 8.25 ppm เหลือเพียง 7.51 ppm

3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลโดยตรงต่อการคายน้ำของพืช เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงจะทำให้พืชคายน้ำน้อยลง ส่งผลให้การลำเลียงแร่ธาตุอาหารต่างๆ จากรากไปสู่ใบลดลง และยังทำให้อุณหภูมิที่ใบสูงขึ้น นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์สูง ยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคนางโรดได้ง่ายอีกด้วย

3.3 แสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหาร หรือการสังเคราะห์แสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน

แสงมีคุณสมบัติ 3 ประการ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ความยาวคลื่น ความเข้มแสง และระยะเวลาที่พืชได้รับแสง คุณสมบัติที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์ที่สุด คือ ความเข้มแสง ความเข้มแสงที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป จะมีผลในการลดการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตช้าลง สำหรับการปลูกพืชในประเทศไทย ซึ่งอยู่ในเขตร้อน ได้รับแสงที่มีความเข้มสูง การปลูกพืชในที่โล่ง จึงต้องมีการให้ร่มเงาเพื่อลดความเข้มแสง นอกจากนี้แสงยังสัมพันธ์กับอุณหภูมิ คือ เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นอุณหภูมิก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ จะมองข้ามความสัมพันธ์นี้ไม่ได้ เนื่องจากอุณหภูมิของสารละลายที่ใช้ปลูกพืชมีบทบาทอย่างมากต่อกิจกรรมของราก

3.4 องค์ประกอบของบรรยากาศ พืชต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง ในอากาศโดยปกติมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 0.03 ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากในบริเวณที่มีพืชหนาแน่น คาร์บอนไดออกไซด์ อาจเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชได้ในเวลากลางวัน เนื่องจากการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นมาก นอกจากคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว พืชต้องการออกซิเจนใช้ในการหายใจ เพื่อเปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมไว้ในรูปคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานใช้ในปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์นั้น ส่วนที่อยู่เหนือดินมักไม่มีปัญหาการขาดออกซิเจน เนื่องจากในอากาศมีออกซิเจนอยู่ถึงร้อยละ 20 แต่ในส่วนของรากที่อยู่ในสารละลายมักเกิดปัญหาเนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงต้องมีการเติมออกซิเจนในสารละลาย ซึ่งอาจทำได้โดยใช้ปั๊มหรือเครื่องสูบลม หรืออาจใช้ระบบหมุนเวียนสารละลาย โดยปกติควรรักษาระดับออกซิเจนในสารละลายให้อยู่ที่ 8 ppm.

3.5 คุณภาพน้ำ คุณภาพน้ำมีความสำคัญมากในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ เนื่องจากพืชที่ปลูกได้รับธาตุอาหารต่างๆจากสารละลายธาตุอาหารซึ่งต้องใช้น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญ ถ้าน้ำมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ โรคจะแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องมีการฆ่าเชื้อก่อนนำไปใช้ ซึ่งอาจใช้คลอรีน หรือ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ หรือ แคลเซียมไฮโปคลอไรด์ก็ได้ ถ้าน้ำขุ่นเนื่องจากมีสารแขวนลอย จะต้องกรองเอาตะกอนออก

นอกจากนี้ถ้าน้ำที่ใช้มีองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่เหมาะสม เช่น มีจุลธาตุบางตัวในปริมาณมากเกินไป ก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ น้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ คือ น้ำฝน หรือน้ำจากคลองชลประทาน

3.6 ปฏิกิริยาน้ำ (pH) pH ของน้ำมีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยทั่วไปการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ สารละลายธาตุอาหารพืชควรมี pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 หรือประมาณ 6 ไม่ควรเกิน 7 ขึ้นกับชนิดพืช

3.7 ธาตุอาหารพืช พืชที่ยังคงความสดอยู่จะมีปริมาณน้ำประกอบอยู่ร้อยละ 80-95 ถ้าเก็บต้นพืชมาซึ่งจะได้น้ำหนักสด เมื่อวางทิ้งไว้พืชจะเหี่ยวลงเนื่องจากสูญเสียน้ำอยู่ตลอดเวลา และถ้านำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง น้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในต้นพืชจะระเหยไป เมื่อนำไปชั่งอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักแห้งจะพบว่าพืชมีน้ำหนักลดลงอย่างมากเหลือเพียงร้อยละ 10-20 ของน้ำหนักสดที่ชั่งครั้งแรก

ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์นั้น ปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชคือ น้ำและธาตุอาหาร เนื่องจากเป็นปัจจัยที่ผู้ปลูกจัดหาให้แก่พืชโดยตรงโดยการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สามารถควบคุมปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดให้เหมาะสมต่อความต้องการของพืชแต่ละชนิดได้ โดยทั่วไปธาตุอาหารที่พืชต้องการมีทั้งสิ้น 16 ธาตุ ซึ่ง 3 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ได้จากน้ำและอากาศ ส่วนอีก 13 ธาตุจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามปริมาณที่พืชต้องการ คือ

1. ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมากหรือมหธาตุ (Macronutrient Elements) คือธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพืชมีความต้องการในปริมาณมากเมื่อเทียบกับธาตุอื่น ๆ มีทั้งหมด 6 ธาตุ ได้แก่

1.1 ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตของพืช เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน นิวคลีโอไทด์ และคลอโรฟิลล์ ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารประกอบที่สำคัญมากต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของพืช พืชที่ได้รับไนโตรเจนเพียงพอจะเจริญเติบโตดี มีใบสีเขียวเข้ม ในพืชผัก ไนโตรเจนมีส่วนสำคัญในการเพิ่มคุณภาพ เพราะเป็นตัวทำให้ผักมีลักษณะอวบ น้ำ พืชผักรับประทานสดหรือใบจึงต้องการไนโตรเจนสูงเพื่อให้ต้นและใบมีความกรอบ มีกากหรือเส้นใยน้อย ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะอยู่ในรูปแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรทไอออน (NO_3^-) แต่ไนโตรเจนส่วนใหญ่ในสารละลายจะอยู่ในรูปไนเตรทไอออน เพราะแอมโมเนียมไอออนในปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ ควรมีสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างแอมโมเนียมไอออนและไนเตรทไอออน ปริมาณแอมโมเนียมไอออนไม่ควรเกินร้อยละ 50 ของความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในสารละลาย แต่สัดส่วนที่เหมาะสมมักใช้ในไนเตรทไอออนร้อยละ 75 และแอมโมเนียมไอออนร้อยละ 25 สารเคมีที่ให้ไนเตรทไอออน คือ แคลเซียมไนเตรท และโพแทสเซียมไนเตรท

1.2 ฟอสฟอรัส (P) ฟอสฟอรัสนี้หน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงาน ซึ่งเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญมาก พลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและเมตาโบลิซึมของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตจะถูกเก็บไว้ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต (อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต, ATP) สำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืช นอกจากนั้นฟอสฟอรัสยังเป็นส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์และไลปิดอีกด้วย ในแง่การเจริญเติบโตของพืช ฟอสฟอรัสทำให้การแบ่งเซลล์

และการพัฒนาของส่วนที่เจริญเติบโตของพืช (ยอดและราก) เป็นไปได้ดี ฟอสฟอรัสยังช่วยให้พืช ออกดอกและแก่เร็ว ทำให้พืชมีความแข็งแรงและต้านทานต่อโรคแมลง สำหรับพืชผัก ฟอสฟอรัส ทำให้พืชตั้งตัวได้เร็ว โดยเฉพาะระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโต ฟอสฟอรัสยังมีส่วนในการทำให้ พืชผักเก็บเกี่ยวได้เร็วและมีรสชาติดีขึ้นด้วย รูปของฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ได้คือ โมโนไฮโดรเจน ฟอสเฟต (HPO_4^{2-}) และ ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (H_2PO_4^-) ส่วนจะอยู่ในรูปไหนมากกว่ากันขึ้นกับค่า pH ของสารละลายในขณะนั้น ในการปลูกพืชในดินมักมีปัญหาความเป็นประโยชน์ของธาตุ ฟอสฟอรัสเมื่อ pH ไม่เหมาะสม เช่นถ้า pH ต่ำฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับเหล็กและอลูมิเนียม แต่ ถ้า pH สูงฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมและแมกนีเซียม ทำให้ความเป็นประโยชน์ของ ฟอสฟอรัสลดลง แต่ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์จะไม่เกิดปัญหานี้ เนื่องจากสามารถ ควบคุมปริมาณธาตุอาหารและ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้

1.3 โพแทสเซียม (K) โพแทสเซียมไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ในพืช แต่มีหน้าที่เกี่ยวกับการทำงานด้านสรีรวิทยาของพืช เป็นธาตุจำเป็นในการสังเคราะห์ คาร์โบไฮเดรต และการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลในพืช จึงเป็นธาตุที่จำเป็นมากต่อพืชผักประเภท หัว นอกจากนี้โพแทสเซียมยังควบคุมการปิดเปิดของปากใบ และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ในพืชผักรับประทานต้นและใบ มีความต้องการโพแทสเซียมไม่น้อยกว่าไนโตรเจน เพราะเป็นธาตุ ที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพ เช่น ช่วยให้ระหล่ำปลีห่อหัวได้ดี น้ำหนักดี มีเนื้อแน่นและเป็นเงาน่า รับประทาน ส่วนผักกาดต่างๆ ที่รับประทานใบถ้าได้รับโพแทสเซียมเพียงพอจะไม่เล่าง่ายเมื่อตัด ส่งตลาด จึงสดอยู่ได้นาน ในพืชผักกินผลเช่นมะเขือเทศ ความต้องการโพแทสเซียมจะสูงในช่วงที่ มีการพัฒนาของผล รูปของโพแทสเซียมที่พืชนำไปใช้ได้คือ โพแทสเซียมอออน (K^+) แต่ถ้ามี โพแทสเซียมมากเกินไปจะรบกวนการนำแคลเซียมและแมกนีเซียมไปใช้ สารเคมีที่ให้โพแทสเซียม มีอยู่หลายตัว เช่น โพแทสเซียมไนเตรท และโพแทสเซียมฟอสเฟต

1.4 แคลเซียม (Ca) แคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ หน้าที่หลักภายใน พืชจึงเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเนื้อเยื่อและเซลล์พืช นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการกระตุ้น การทำงานของเอนไซม์อีกด้วย การดูดใช้แคลเซียมของพืชจะขึ้นกับอออนตัวอื่นในสารละลาย โดยเฉพาะเมื่อมีไนเตรท จะทำให้ดูดใช้แคลเซียมได้ดีขึ้น รูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ แคลเซียมอออน (Ca^{2+}) แหล่งแคลเซียมที่ดีที่สุดคือ แคลเซียมไนเตรท เนื่องจากละลายง่าย ราคาไม่ แพง อีกทั้งยังให้ธาตุไนโตรเจนได้ด้วย ความเข้มข้นของแคลเซียมที่มากเกินไปจะมีผลต่อการนำ โพแทสเซียมและแมกนีเซียมมาใช้

1.5 แมกนีเซียม (Mg) แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้ยังมี บทบาทในการดูดซึมธาตุอาหาร และการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสเฟต

แมกนีเซียมที่พืชสามารถนำไปใช้ได้อยู่ในรูป แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) สารเคมีที่ใช้เป็นแหล่งแมกนีเซียมคือ แมกนีเซียมซัลเฟต ในการเตรียมสารละลายสำหรับปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์จะต้องระวังในเรื่องปริมาณแมกนีเซียมเพราะแมกนีเซียมที่มากเกินไปจะรบกวนการนำโพแทสเซียมและแคลเซียมมาใช้

1.6 กำมะถัน (S) กำมะถันเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของพืชมากพอๆ กับฟอสฟอรัสแต่พืชแต่ละชนิดจะมีกำมะถันในปริมาณต่างกัน พืชตระกูลถั่ว หอม กระหล่ำปลี หน่อไม้ฝรั่ง กระเทียม ต้องการกำมะถันเพื่อเพิ่มกลิ่นและรสชาติให้ดีขึ้น กำมะถันมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนและกรดอะมิโนบางชนิดที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น ซิสเทอีน (Cysteine) และ เมทไธโอนีน (Methionine) นอกจากนั้นกำมะถันยังมีผลทางอ้อมต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ของพืชด้วย รูปของกำมะถันที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) ซึ่งในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารมักมีส่วนประกอบของเกลือซัลเฟตหลายชนิดอยู่ เช่น แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมซัลเฟต เป็นต้น พืชที่ปลูกในสารละลายจึงมักไม่ขาดธาตุนี้

2. ธาตุที่ต้องการในปริมาณน้อยหรือจุลธาตุ (Micronutrient element) คือธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่พืชต้องการในปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอื่นๆ ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์จะต้องระมัดระวังการควบคุมปริมาณธาตุกลุ่มนี้เป็นพิเศษกว่าธาตุในกลุ่มมหธาตุ เพราะความเข้มข้นระหว่างความเป็นพิษและการขาดมีระยะค่อนข้างแคบ นอกจากนั้นการประเมินอาการขาดทำได้ค่อนข้างยากอีกด้วย การแก้ปัญหการขาดจุลธาตุทำได้ง่ายกว่าการแก้ปัญหความเป็นพิษ เมื่อเกิดอาการเป็นพิษขึ้นมักจะต้องปลูกใหม่ ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารกลุ่มนี้ขึ้นกับค่า pH ของสารละลายและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักบางธาตุ เช่น ฟอสฟอรัส ดังนั้นการควบคุม pH ของสารละลายและความเข้มข้นของธาตุอาหารจึงเป็นเรื่องสำคัญ ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อยนี้มีอยู่ 7 ธาตุ ได้แก่

2.1 เหล็ก (Fe) เป็นธาตุที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนย้ายในพืช เหล็กเป็นส่วนประกอบของเฟอร์ริดอกซิน (Ferridoxin) ซึ่งเป็นสารสำคัญในขบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนของพืช นอกจากนั้นยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้คือเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) และเฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) สารเคมีที่ให้ธาตุเหล็กและมีราคาถูก คือ เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ซึ่งละลายน้ำได้ง่ายแต่จะตกตะกอนเร็วจึงต้องระวังในเรื่อง pH ของสารละลาย จึงนิยมใช้เหล็กในรูปคีเลต ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ สามารถคงตัวอยู่ในรูปสารละลายธาตุอาหารพืชและพืชก็สามารถนำไปใช้ได้

2.2 แมงกานีส (Mn) เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง และการทำงานร่วมกับธาตุอื่น เช่น เหล็ก แคลเซียม และแมกนีเซียม ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีสจะถูกควบคุมโดยค่า pH ของสารละลาย รูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้คือ แมงกานีสไอออน (Mn^{2+})

2.3 สังกะสี (Zn) เป็นธาตุจำเป็นต่อการสังเคราะห์ IAA ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขยายตัวของเซลล์ มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด และยังมีบทบาทในการสร้างแป้งของพืชด้วย รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ คือ ซิงค์ไอออน (Zn^{2+}) ที่อาจได้จากซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) หรือซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$)

2.4 ทองแดง (Cu) แต่เป็นธาตุที่มีความจำเป็นเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ช่วยในกระบวนการหายใจ และส่งเสริมให้พืชนำเหล็กมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชคือ คอปเปอร์ไอออน (Cu^{2+}) ที่อาจได้จากคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) หรือคอปเปอร์คลอไรด์ ($CuCl_2$)

2.5 โบรอน (B) หน้าที่ของโบรอนในพืชยังไม่ทราบแน่ชัด แต่เชื่อกันว่าโบรอนมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต การสร้างกรดอมิโนและโปรตีน การงอกและการเจริญเติบโตของละอองเกสรตัวผู้ และกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ เช่น การแบ่งเซลล์ การขยายตัวของเซลล์ การเจริญเติบโตของเซลล์ นอกจากนั้นโบรอนยังมีอิทธิพลต่อสัดส่วนการดูดใช้ธาตุที่มีประจุบวก (Cations) และธาตุที่มีประจุลบ (Anions) ของพืชโดยจะส่งเสริมให้มีการดูดใช้ธาตุที่มีประจุบวกได้ดีขึ้น และธาตุที่มีประจุลบลดลง ที่เด่นชัดคือการดูดใช้แคลเซียมจะดีขึ้น ถ้ามีโบรอนเพียงพอ รูปที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช คือ โบเรตไอออน (BO_3^{3-}) ซึ่งมีในน้ำธรรมชาติ หรือได้จากการเติมกรดบอริก (H_3BO_3)

2.6 โมลิบดีนัม (Mo) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ 2 ชนิด คือ ไนโตรจีเนส (Nitrogenase) ซึ่งสำคัญต่อการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และไนเตรตรีดักเตส (Nitrate reductase) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรีดิวส์ไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในรูปโมลิบเดตไอออน (MoO_4^{2-}) ซึ่งอาจได้จากสารแอมโมเนียมโมลิบเดต หรือ โซเดียมโมลิบเดต

2.7 คลอรีน (Cl) ถ้าความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 1 ส่วนใหญ่จะเป็นพิษต่อพืช บทบาทภายในพืชยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ถ้าขาดคลอรีนพืชจะเหี่ยวง่าย ในน้ำจะมีคลอรีนอยู่ในรูปคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ซึ่งเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะไปยับยั้งการนำธาตุที่อยู่ในรูปประจุลบตัวอื่นๆ มาใช้ประโยชน์

นอกจากธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีธาตุอีกหลายชนิดที่คาดว่าเป็นประโยชน์ต่อพืช แต่ยังไม่ทราบบทบาทแน่ชัด เช่น โซเดียม (Na) ซิลิกอน (Si) นิกเกิล (Ni) และวานาเดียม (V) เป็นต้น

การประยุกต์ใช้ระบบไฮโดรโปนิคส์ปลูกพืชเชิงพาณิชย์เริ่มขึ้นเมื่อ William F. Gericke ประสบความสำเร็จ ในการปลูกมะเขือเทศในสารละลายธาตุอาหารแทนการปลูกในดิน จากนั้นจึงมีการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ จนมีการนำระบบนี้ไปใช้แพร่หลายเกือบทั่วโลก โดยเฉพาะในประเทศพัฒนาที่พื้นที่ทำการเกษตรมีน้อยลง เนื่องจากการพัฒนาประเทศและการขยายตัวของชุมชน สำหรับประเทศไทย การปลูกพืชด้วยวิธีนี้ได้มีการศึกษาวิจัยกันมากกว่า 30 ปีแล้ว แต่เพิ่งมีการดำเนินการเป็นเชิงพาณิชย์ในระยะไม่เกิน 10 ปีที่ผ่านมา การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์แม้จะมีข้อดีในแง่ต่าง ๆ เช่น ปลูกพืชได้ต่อเนื่องตลอดปี ปลูกได้แม้ไม่มีพื้นที่ปลูกพืช หรือพื้นที่ที่มีไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช พืชที่ปลูกเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง สม่าเสมอ คุณภาพดี ใช้แรงงานและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชน้อยลง แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ต้องใช้ทุนเริ่มต้นสูง ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ผู้ปลูกจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดี นอกจากข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนและเทคโนโลยีที่ใช้แล้ว กรณีเกิดโรคระบาดขึ้นจะควบคุมได้ยากเนื่องจากเชื้อสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับพืชที่ปลูกด้วยวิธีดั้งเดิม การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์ควบคุมโดยปัจจัยพื้นฐานหลัก ๆ 3 ปัจจัย ได้แก่ พันธุกรรม สารควบคุมการเจริญเติบโต และสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจัยที่ผู้ปลูกสามารถควบคุมได้และเป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการปลูกพืชด้วยวิธีนี้ คือสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องธาตุอาหาร (นพดล เรียบเลิศหิรัญ, 2538 : 33-48)

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธีระศักดิ์ พงษาอนุทิน (2547 : บทคัดย่อ) ศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม 3 ชนิด คือ คอส บัทเทอร์เฮด และเรลคอรอล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 10 สูตร ได้แก่ Enshi's, Australian's, Hydor-Clonical's, Resh's, Tropical Wet Summer Resh's, Tropical Dry Summer, ลาดกระบังคัดแปลง, Dutch's, Cooper's, Knop's, และ Steiner's, Universal Nutrient ที่มีปริมาณธาตุอาหาร N ในช่วง 122-355 Mg/l P ในช่วง 21-69 Mg/l K ในช่วง 150-449 Mg/l Ca ในช่วง 62-250 Mg/l Mg ในช่วง 12-50 Mg/l ที่แตกต่างกัน โดยทำการปลูกในสภาพโรงเรือนเปิดและโรงเรือนปิด ณ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนสิงหาคม 2544 – เดือนสิงหาคม 2545 พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ 8 (Cooper's solution) มีปริมาณธาตุอาหาร P มากที่สุด สูตรที่ 10 มีปริมาณธาตุ K มากที่สุด สูตรที่ 5 มีปริมาณธาตุ Ca มากที่สุด และสูตรที่ 4 กับสูตรที่ 8 มีปริมาณธาตุ Mg มากที่สุด โดยแตกต่างจากสารละลายธาตุอาหารสูตรอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณธาตุในโตรเจนในดินผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารทุกสูตรนั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เพ็ญภา ไชยกุล (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลของความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน แคลเซียม และโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (*Lactuca sativa* Linn.) พันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิคส์ (Nutrient Film Technique) พบว่า ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak เจริญเติบโตเหมาะสมที่สุด เมื่อใช้ร่วมกับธาตุโพแทสเซียมเข้มข้น 117 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่แสดงอาการเหี่ยวในช่วงกลางวันที่มีอุณหภูมิสูง

วิภาดา แสงสร้อย (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทดลองปลูกผักกาดหอมในสารละลายสูตรจากประเทศออสเตรเลียเปรียบเทียบกับปลูกพืชในดิน ณ โรงเรือน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ผลปรากฏว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าที่ปลูกในดิน ทั้งในด้านการเพิ่มจำนวนใบ การเพิ่มขนาดของทรงพุ่มและความสูงของลำต้น ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าที่ปลูกในดิน

อภิรักษ์ หลักชัยกุล (2539 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินสำหรับผักกาดหอม ณ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน (TVRC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยใช้ดินผสมเป็นตัวแทนมาตรฐาน เปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ๆ 11 ชนิด ได้แก่ เปลือกถั่วลิสง แกลบคิบ ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว ฟางข้าวสับ ขานอ้อย ขี้เลื่อย เศษผ้า ผักตบชวา เม็ดโฟม และเวอร์มิคูไลต์ พบว่าวัสดุชนิดต่าง ๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสด ของผักกาดหอมแตกต่างกัน โดยผักกาดหอม

ซึ่งปลูกในวัสดุทุกชนิดมีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่ำกว่าผักกาดหอมซึ่งปลูกในดินผสม อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จิตตานันท์ รังสิมันตุชาติ (2545 : บทคัดย่อ) ศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมใบ (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) พันธุ์ Green Royal ที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน ได้ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2544 ทำการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดินด้วยเทคนิค Deep Water Culture (DWC) พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ของการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งราก พื้นที่ใบ และปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในใบ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารจาก 0.5 mS/cm เป็น 0.75 mS/cm ในสัปดาห์ที่ 4

มนตรี สุขวัฒนะวินากุล (2544 : บทคัดย่อ) ศึกษาและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดหอมห่อบัทเทอร์เฮด (*Lactuca sativa* var. *capitata*) ณ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544 ปลูกโดยไม่ใช้ดินด้วยเทคนิค Deep Water Culture (DWC) ใช้สูตรธาตุอาหารที่ต่างกัน 10 สูตร คือ 1. Enshi 2. Hydroclonical Hydrogro 3. Resh Tropical (Wet Summer) 4. Australian 5. Steiner's Universal Nutrient Soltition 6. สูตรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 7. Knop 8. Cooper 9. Resh Tropical (Dry Summer) 10. Dutch พบว่าสูตรสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่าง กันทำให้ผักกาดหอมห่อบัทเทอร์เฮดมีน้ำหนักสดใบและลำต้น น้ำหนักแห้งใบและลำต้น และพื้นที่ใบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

อุมาวดี ลิ้มเสถียรกุล (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak เพื่อหาวัสดุปลูกและสารอาหารที่เหมาะสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงในประเทศไทย พบว่า ต้นผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ในกระบอกพลาสติกที่ไม่ได้รับออกซิเจนมีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักสดมากกว่าต้นผักกาดหอมที่ได้รับออกซิเจน แสดงว่า สารแทนนินในขุยมะพร้าวไม่มีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุที่ใช้ทำการทดลอง ประกอบด้วย

1. วัสดุที่ใช้เป็นธาตุอาหาร

- ธาตุอาหารพืช 1 ชุด

2. วัสดุที่ใช้ในการเพาะเมล็ด ประกอบด้วย

- เปอร์ไลต์ 1 ถัง

- ขุยมะพร้าว 1 ถัง

- แกลบ 1 ถัง

- เมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอม (Red Oak) 1 ซอง

อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองประกอบด้วย

1. อุปกรณ์ชุดรางปลูก 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1 รางปลูก 4 ราง

1.2 บิมน้ำคูด ส่งธาตุอาหาร 1 ตัว

1.3 ถังบรรจุน้ำธาตุอาหาร 1 ถัง

2. อุปกรณ์การเพาะเมล็ด 1 ชุด ประกอบด้วย

2.1 ถ้วยปลูกเมล็ด 4 ถาด

2.2 กระบะใส่ถ้วยเพาะ 4 กระบะ

2.3 กระบะกักน้ำ 1 กระบะ

3. อุปกรณ์การวัดและเก็บข้อมูล 1 ชุด ประกอบด้วย

3.1 ไม้บรรทัด 1 อัน

3.2 คู่มือแห้ง 1 คู่มือ

3.3 pH meter 1 เครื่อง

3.4 EC meter 1 เครื่อง

3.5 เครื่องชั่งแบบละเอียด 1 เครื่อง

3.6 ถุงกระดาษ 1 ชุด

3.7 สมุดบันทึก ปากกา	1 ชุด
3.8 กล้องถ่ายรูป	1 ชุด
4. อุปกรณ์การเก็บเกี่ยว 1 ชุด ประกอบด้วย	
4.1 ถุงพลาสติก	1 ชุด
4.2 ถุงกระดาษ	1 ชุด
4.3 ตะกร้า	1 ชุด
4.4 มีด	3 เล่ม

3.2 วิธีการ

3.2.1 การวางแผนการวิจัย

วิธีดำเนินการ

- ศึกษาข้อมูลและเขียนโครงร่างงานวิจัย
- เสนอโครงร่างงานวิจัย
- เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่
- วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 6 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ต้น วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี F-test
 - ทรีตเมนต์ที่ 1 เปอร์ไลต์
 - ทรีตเมนต์ที่ 2 ขุยมะพร้าว
 - ทรีตเมนต์ที่ 3 แกลบ
 - ทรีตเมนต์ที่ 4 เปอร์ไลต์ผสมแกลบ
 - ทรีตเมนต์ที่ 5 เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว
 - ทรีตเมนต์ที่ 6 ขุยมะพร้าวผสมแกลบ
- เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกผักในระบบการปลูกพืชไร้ดิน
- เพาะเมล็ดพันธุ์ผัก โดยใช้ เปอร์ไลต์ ขุยมะพร้าว แกลบเปอร์ไลต์ผสมแกลบ เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ เป็นวัสดุเพาะ
- เติมธาตุอาหารเมื่อผักมีอายุครบ 7 วัน ปรับค่า pH 6.5 และค่า EC 1.20
- เมื่อผักมีอายุครบ 15 วัน ทำการย้ายลงรางปลูก เติมธาตุอาหารและปรับค่า pH 6.3 และค่า EC 1.40 ตรวจสอบค่า pH และค่า EC ทุกๆ 2 วัน และเติมธาตุอาหารทุกสัปดาห์หรือปรับธาตุอาหารให้อยู่ในระดับค่าที่เหมาะสมเสมอ
- เมื่อผักมีอายุครบ 45 วัน ทำการเก็บผลผลิต วัดความยาวของราก และชั่งน้ำหนักสด
- ทำการอบผักให้แห้งด้วยตู้อบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง

11. ชั่งน้ำหนักแห้ง
12. ทำการวิเคราะห์ข้อมูล
14. สรุปผลการวิจัย

แผนผังการทดลอง (RCBD)

$T_1 R_1$	$T_5 R_2$	$T_1 R_3$	$T_4 R_4$
$T_4 R_1$	$T_2 R_2$	$T_2 R_3$	$T_3 R_4$
$T_3 R_1$	$T_3 R_2$	$T_5 R_3$	$T_6 R_4$
$T_6 R_1$	$T_4 R_2$	$T_4 R_3$	$T_1 R_4$
$T_5 R_1$	$T_6 R_2$	$T_3 R_3$	$T_5 R_4$
$T_2 R_1$	$T_1 R_2$	$T_6 R_3$	$T_2 R_4$

หมายเหตุ

- $T_1 R_1 - T_1 R_4$ เปอร์ไลต์
 $T_2 R_1 - T_2 R_4$ ขุยมะพร้าว
 $T_3 R_1 - T_3 R_4$ แกลบ
 $T_4 R_1 - T_4 R_4$ เปอร์ไลต์ผสมแกลบ
 $T_5 R_1 - T_5 R_4$ เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว
 $T_6 R_1 - T_6 R_4$ ขุยมะพร้าวผสมแกลบ

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะมีการเก็บรวบรวม และหาค่าเฉลี่ย ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผลผลิตดังกล่าว จากนั้นจึงนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากการผสมวัสดุปลูกขึ้นเองระหว่าง เปอร์ไลต์ ขุยมะพร้าว แกลบ เปอร์ไลต์ผสมแกลบ เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่ม ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2548 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 รวมระยะเวลาประมาณ 9 เดือน



บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน ซึ่งใช้วัสดุปลูก 6 ชนิด ในการทดลอง ได้แก่ เพอร์ไลต์ ขุยมะพร้าว แกลบ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ เพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ การทดลองแบ่งออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 6 ต้น ผู้วิจัยวัดผลการทดลองจากการเจริญเติบโตของผักกาดหอม 3 ด้าน ได้แก่ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความยาวราก ผลการวิจัยมี ดังนี้

4.1 ผลการวิจัย

จากการทดลอง นำเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ 6 ชนิด คือ เพอร์ไลต์ ขุยมะพร้าว แกลบ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ เพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ ใช้เวลาในการปลูก 45 วัน เมื่อเพาะเมล็ดได้ 7 วัน พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในเพอร์ไลต์ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ และเพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าวมีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี มีใบประมาณ 2-3 ใบ ส่วนผักกาดหอมที่ปลูกในขุยมะพร้าว แกลบ และขุยมะพร้าวผสมแกลบ มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี แต่มีขนาดของใบเล็กกว่าปกติ นอกจากนี้ลักษณะของวัสดุปลูกแต่ละชนิดก็มีลักษณะแตกต่างกัน พบว่า วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของเพอร์ไลต์มีการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดี ส่วนขุยมะพร้าว แกลบ และขุยมะพร้าวผสมแกลบ ไม่ดูดซับน้ำและธาตุอาหาร ต้องดูแลเป็นพิเศษ โดยให้น้ำเป็นละอองทางผิวด้านบนของวัสดุปลูก วันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและเย็น เมื่อผักกาดหอมอายุ 7 วัน ต้องการความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่ 1.20 และต้องการความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าอยู่ที่ 5.8-6.5 เมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน นำผักกาดหอมขึ้นรางไฮโดรโปนิค โดยผู้วิจัยใช้รางปลูกแบบระบบ NFT ที่ต้องมีการไหลเวียนของน้ำและธาตุอาหารตลอดเวลา สังเกตได้ว่า ลักษณะใบผักกาดหอมเริ่มสังเกตเห็นสีแดงที่ขอบใบเล็กน้อย ผักกาดหอมช่วงนี้ต้องการความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) อยู่ที่ 1.40 เมื่อผักกาดหอมอายุ 21 วัน ใบใหญ่ขึ้นและเริ่มตั้งเป็นพุ่ม ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสม คือ 1.60 เมื่อปลูกไปได้ 35 วัน ใบของผักกาดหอมจะมีสีแดงเข้ม รอยหยักของใบเพิ่มมากขึ้น ทรงพุ่มยังไม่แตกต่างจากอายุ 21 วัน มากนัก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ผักกาดหอมช่วงนี้ต้องการปริมาณน้ำ

และธาตุอาหารในปริมาณมากเป็นพิเศษ จากปกติใช้น้ำ 1 ถึง (ประมาณ 100 ลิตร) ต่อ 2 วัน เป็น น้ำ 1 ถึง ต่อ 1 วัน และต้องการความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) อยู่ที่ 1.80 แต่ไม่ควรเกิน 2.0 เมื่อผักกาดหอมอายุครบ 45 วัน ทรงพุ่มขยายใหญ่ขึ้นจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดเจน สีแดงเข้ม รอยหยักของขอบใบขยายใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และ ความยาวราก ของวัสดุปลูก 6 ชนิด

ชนิดของวัสดุปลูกที่ใช้ ทดลอง	ค่าเฉลี่ย		
	น้ำหนักสด (กรัม / ต้น)	น้ำหนักแห้ง (กรัม / ต้น)	ความยาวราก (เซนติเมตร / ต้น)
เปอร์ไลต์	126.25 ^{a 1)}	5.15 ^{a 1)}	34.53 ^{a 1)}
ขุยมะพร้าว	126.54 ^a	5.03 ^a	34.73 ^a
แกลบ	125.72 ^a	5.08 ^a	33.00 ^a
เปอร์ไลต์ผสมแกลบ	126.11 ^a	5.32 ^a	33.65 ^a
เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว	128.02 ^a	5.11 ^a	30.75 ^a
ขุยมะพร้าวผสมแกลบ	127.05 ^a	5.15 ^a	30.50 ^a
F - test	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.19	7.23	7.21

Ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

1) = ค่าเฉลี่ยที่อักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST)

4.1.1 น้ำหนักสด

จากการทดลองพบว่า ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak มีการเจริญเติบโตได้ดีบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ผักกาดหอมที่ปลูกใน เปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 128.02 กรัม/ต้น รองลงมา คือ ผักกาดหอมที่ปลูกใน ขุยมะพร้าวผสมแกลบ ขุยมะพร้าว เปอร์ไลต์ เปอร์ไลต์ผสมแกลบ และแกลบ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด คือ 127.05, 126.54, 126.25, 126.11 และ 125.72 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่เจริญเติบโตบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ พบว่า มีการเจริญเติบโตที่

ใกล้เคียงกัน แต่วัสดุปลูกที่ทำให้ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak เจริญเติบโตดีและให้น้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด คือ เพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว โดยมีค่าเฉลี่ย 128.02 กรัม / ต้น เนื่องจากเพอร์ไลต์เป็นวัสดุปลูกที่ทำให้ผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดีอยู่แล้วเมื่อนำมาผสมกับขุยมะพร้าวที่มีข้อดี คือ เมื่อเริ่มดูดซับน้ำได้แล้วจะเป็นวัสดุปลูกที่อุ้มน้ำได้ดีมาก ลักษณะของผักกาดหอมที่สังเกตได้ชัดเจน คือ มีลักษณะทรงพุ่มใหญ่ ใบมีสีแดงเข้ม และมีน้ำหนักดีกว่าผักกาดหอมที่เจริญบนวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 1)

4.1.2 น้ำหนักแห้ง

จากการทดลอง พบว่า ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak มีการเจริญเติบโตได้ดีบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ผักกาดหอมที่ปลูกใน เพอร์ไลต์ผสมแกลบ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งมากที่สุด คือ 5.32 กรัม/ต้น รองลงมา คือ ผักกาดหอมที่ปลูกใน เพอร์ไลต์ขุยมะพร้าวผสมแกลบ เพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว แกลบ และ ขุยมะพร้าว มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง คือ 5.15, 5.15, 5.11, 5.08 และ 5.03 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของ ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่เจริญเติบโตบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ พบว่า มีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน แต่วัสดุปลูกที่ทำให้ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak เจริญเติบโตดีและให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด คือ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ โดยมีค่าเฉลี่ย 5.32 กรัม / ต้น เนื่องจากแกลบมีคุณสมบัติที่ดี คือ มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูง ความคงทนของ โครงสร้างสูง สลายตัวยาก เมื่อนำมาผสมกับเพอร์ไลต์จึงส่งผลให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตดีและทำให้มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงตามไปด้วย ลักษณะของผักกาดหอมที่สังเกตได้ คือ โครงสร้างของกาบใบมีขนาดใหญ่ กว่าผักกาดหอมที่ปลูกบนวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 1)

4.1.3 ความยาวราก

จากการทดลองพบว่า ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak มีการเจริญเติบโตได้ดีบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ผักกาดหอมที่ปลูกใน ขุยมะพร้าว มีค่าเฉลี่ยความยาวรากมากที่สุด คือ 34.73 เซนติเมตร/ต้น รองลงมา คือ ผักกาดหอมที่ปลูกใน เพอร์ไลต์ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ แกลบ เพอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง คือ 34.53, 33.65, 33.00, 30.75 และ 30.50 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบความยาวรากเฉลี่ยของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่เจริญเติบโตบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ พบว่า มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน แต่วัสดุปลูกที่ทำให้ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak เจริญเติบโตดีและมีความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด คือ ขุยมะพร้าว โดยมีค่าเฉลี่ย 34.73 เซนติเมตร / ต้น สาเหตุที่ทำให้ผักกาดหอม

พันธุ์ Red Oak ที่เจริญเติบโตบนขุมมะพร้าวมีความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากช่วงที่มีการเจริญเติบโตพักกาดหอมที่เจริญบนขุมมะพร้าวมีการเจริญทางรากมากกว่าทางลำต้นและใบ ลำต้นและใบ บางส่วนก็มีลักษณะโค้งงอลงทางด้านล่างอีกด้วย นอกจากนี้องค์ประกอบของขุมมะพร้าวยังประกอบไปด้วย ไนโตรเจน 0.41 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.02 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.89 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.31 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.45 เปอร์เซ็นต์ และซัลเฟอร์ 6.6 เปอร์เซ็นต์ ล้วนแล้วแต่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของรากทั้งสิ้น (ตารางที่ 1)

4.1 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน ซึ่งใช้วัสดุปลูก 6 ชนิด ในการทดลอง ได้แก่ เพอร์ไลต์ ขุมมะพร้าว แกลบ เพอร์ไลต์ผสมแกลบ เพอร์ไลต์ผสมขุมมะพร้าว และขุมมะพร้าวผสมแกลบ พบว่า ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak มีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบกันทั้งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความยาวราก แต่มีข้อเสีย คือ วัสดุปลูกที่เป็นขุมมะพร้าวจะมีปัญหา ตั้งแต่ระยะแรก ที่ทำการเพาะกล้าจนถึงช่วงที่ย้ายขึ้นปลูกบนรางระบบปลูกพืชไร้ดิน เนื่องจากวัสดุปลูกชนิดนี้ไม่ดูดซับน้ำในระยะแรกของการเพาะเมล็ด จึงทำให้ยากต่อการดูแลรักษา เพราะผักกาดหอมยังอยู่ในระยะที่เป็นต้นกล้าไม่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้ ทำให้ใบของผักกาดหอมมีลักษณะผิดปกติ เช่น โค้งงอ ม้วนลงไปใ้ในภาชนะปลูก ซึ่งอาการนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากขุมมะพร้าว ซึ่งมีข้อเสีย คือ ไม่ดูดซับน้ำในระยะแรก ทำให้เกิดสภาวะการขาดน้ำ และเกิดการอัดแน่น (อภิรักษ์ หลักชัยกุล, 2540 : 97) จึงส่งผลต่อลักษณะผิดปกติของใบ และขนาดของทรงพุ่ม ในพืชระหว่างการเจริญเติบโต ส่วนวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ มีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันมาก และพบว่า ข้อดีตรงที่ถ้าได้ใช้ผสมกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ เช่น แกลบ หรือขุมมะพร้าวผสมกับเพอร์ไลต์ จะทำให้ผักกาดหอมสามารถเจริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในเพอร์ไลต์ผสมขุมมะพร้าวให้น้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากวัสดุปลูกที่เป็นขุมมะพร้าวมีการดูดซับน้ำได้ดีมาก เมื่อผสมกับเพอร์ไลต์ที่มีคุณสมบัติในการระบายอากาศดี จึงทำให้ผักกาดหอมมีโอกาสได้รับน้ำมาก มีลำต้นและใบที่อวบแน่นกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ส่วนด้านน้ำหนักแห้ง ผักกาดหอมที่ปลูกในเพอร์ไลต์ผสมแกลบให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากแกลบสามารถเก็บความชื้นไว้ได้ แต่ไม่ดูดซับน้ำได้ดีและยาวนานเท่าขุมมะพร้าว ทำให้ผักกาดหอมที่ปลูกในเพอร์ไลต์ผสมแกลบมีโครงสร้างของเส้นใยมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในเพอร์ไลต์ผสมขุมมะพร้าว เมื่อนำมาอบและชั่งน้ำหนักแห้ง พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ NFT System ซึ่งใช้วัสดุปลูก 6 ชนิด ในการทดลอง สรุปได้ว่า ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak สามารถเจริญเติบโตได้ดีบนวัสดุปลูกที่ทำการศึกษาทุกชนิด ใกล้เคียงกัน ทั้งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความยาวราก ด้านน้ำหนักสดผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak สามารถเจริญเติบโต และมีน้ำหนักสดสูงสุด คือ ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกบนเปอร์ไลต์ผสมขุยมะพร้าว โดยมีค่าเฉลี่ย 128.02 กรัม / ต้น ด้านน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกบนเปอร์ไลต์ผสมแกลบ มีน้ำหนักแห้งสูงสุดเฉลี่ย 5.32 กรัม / ต้น และด้านความยาวรากของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak มีความยาวรากสูงสุด คือ ผักกาดหอมที่ปลูกบนวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าว โดยมีความยาวรากเฉลี่ย 34.73 เซนติเมตร / ต้น

แสดงว่า ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนวัสดุปลูกที่มีเปอร์ไลต์ เป็นส่วนผสม จึงเป็นผลดีในเรื่องของการประหยัดต้นทุนการผลิต จากการใช้เปอร์ไลต์เป็นส่วนผสม เพื่อเพิ่มความโปร่งในวัสดุปลูกให้สามารถดูดซับน้ำ อากาศ และธาตุอาหารได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาในเรื่องของวัสดุปลูกชนิดอื่น ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ที่หาได้ตามท้องถิ่น นอกเหนือจากวัสดุปลูกทั้ง 6 ชนิดนี้ เช่น ขี้เลื่อย ขี้เถ้าแกลบ เปลือกไม้ผุ ฯลฯ
2. หากเลือกฤดูในการทำการทดลองได้ ควรหลีกเลี่ยงที่จะทำการทดลองในช่วงฤดูฝน หากจำเป็นต้องทำการทดลองควรหาวัสดุ หรือ อุปกรณ์สำหรับการป้องกันน้ำฝนด้วย
3. สำหรับการทดลองปลูกพืชในระบบการปลูกพืชไร้ดินที่ใช้ปุ๋ยน้ำคูดองอาหาร เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ควรมีการจัดเตรียมปุ๋ยน้ำไว้สำรองหนึ่งชุด เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหาย

บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. “ผักกาดหอม” การปลูกพืชผักกระบบไฮโดรโปนิกส์. แหล่งที่มา : <http://www.doae.go.th/library/html/detail/lettuce/index.htm>, 15 ธันวาคม 2548.
- กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. 2531. “การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เอกสารเผยแพร่ความรู้การประชุมสัมมนาวิชาการครั้งที่ 6” สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. (อัคราณา)
- จิตตานันท์ รังสิมันตุชาติ. 2545. อิทธิพลของระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมใบ. นครปฐม : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 28 น.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2546. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน. ราชบุรี : ธรรมรักษ์การพิมพ์. 640 น.
- ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ : พรานนกการพิมพ์. 127 น.
- ทักษิณี อัครนนท์ และคณะ. 2537. “แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช” ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัคราณา)
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2544. “การปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดินด้วยเทคนิค NFT” เอกสารเผยแพร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัคราณา)
- ธีระศักดิ์ พงษาอนุทิน. 2547. การเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอมในสารละลายสูตรต่าง ๆ. นครปฐม : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 70 น.
- นภคณ เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน. กรุงเทพฯ : สหมิตรพรินติ้ง. 100 น.
- เพ็ญญา ไชยกุล. 2546. ผลของความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน แคลเซียม และโซเดียม ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (*Lactuca sativa* Linn.) พันธุ์ Red oak ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์. นครปฐม : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 88 น.
- มนตรี สุขวัฒน์วนากุล. 2544. การเจริญเติบโตของผักกาดหอมห่อบัทเทอร์เฮด (*Lactuca sativa* ver. *capitata*) ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรต่าง ๆ. นครปฐม : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 13 น.
- ระพีพรรณ ใจภักดี. 2544. ผักใบ. กรุงเทพฯ : แสงแดดเพื่อเด็ก. 30 น.
- วิภาดา แสงสร้อย. 2536. การทดลองปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน. นครปฐม : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 35 น.

สุนทร เรืองเกษม. 2540. ผักกินใบ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 55 น.

โสระยา ร่วมรังษี. 2546. “ประโยชน์ของการปลูกพืชไร้ดิน” การปลูกพืชไร้ดิน. แหล่งที่มา :

<http://www.lartc.rmutl.ac.th/ptclab/chapter/hydroponic.html>, 15 ธันวาคม 2548.

อภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2540. การศึกษาวัสดุอินทรีย์เป็นวัสดุปลูกพืชในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 117 น.

อุมาวดี ลิ้มเสถียรกุล. 2546. การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red oak ที่ปลูกในวัสดุขุยมะพร้าวผสมทรายเมื่อได้รับธาตุอาหารไนโตรเจน แคลเซียม และโพแทสเซียมในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน. นครปฐม : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 104 น.



ภาคผนวก



ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักสด ของฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak

SOV	df	SS	MS	F	F – table	
					.05	.01
Block	3	420.1048	140.0349	0.30 ^{ns}	3.29	5.42
Treatment	5	13.4023	2.6805	0.02 ^{ns}	2.90	4.56
Error	15	1613.2122	107.5475			
Total	23	2046.7192	88.9878			

C.V. = 8.19 %

LSD .05 = 15.62

LSD .01 = 21.61

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักแห้ง ของฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak

SOV	df	SS	MS	F	F – table	
					.05	.01
Block	3	0.2672	0.0891	0.64 ^{ns}	3.29	5.42
Treatment	5	0.1891	0.0378	0.27 ^{ns}	2.90	4.56
Error	15	2.0748	0.1383			
Total	23	2.5311	0.1100			

C.V. = 7.2310 %

LSD .05 = .56

LSD .01 = .77

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ความยาวราก ของฝักกาดหอมพันธุ์ Red Oak

SOV	df	SS	MS	F	F – table	
					.05	.01
Block	3	4.8245	1.6082	0.92 ^{**}	2.76	4.13
Treatment	5	67.9488	13.5898	2.42 ^{ns}	1.70	2.11
Error	15	84.3514	5.6234			
Total	23	157.1248	6.8315			

C.V. = 7.2161 %

LSD .05 = 3.57

LSD .01 = 4.94

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

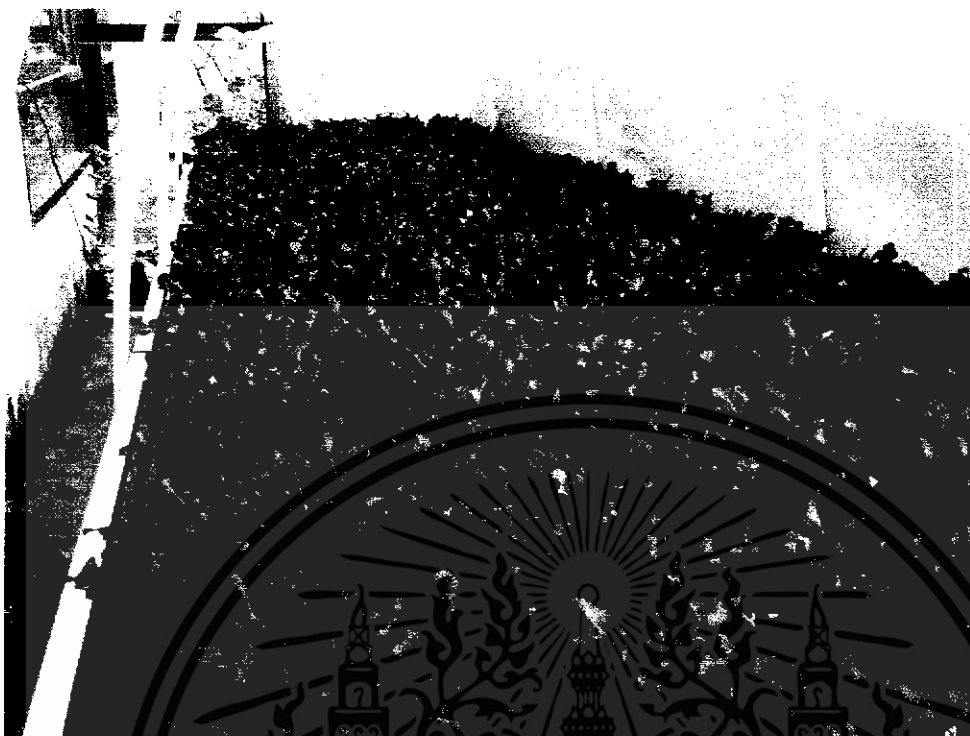
** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 1 ลักษณะการเรียงตัวของใบผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak



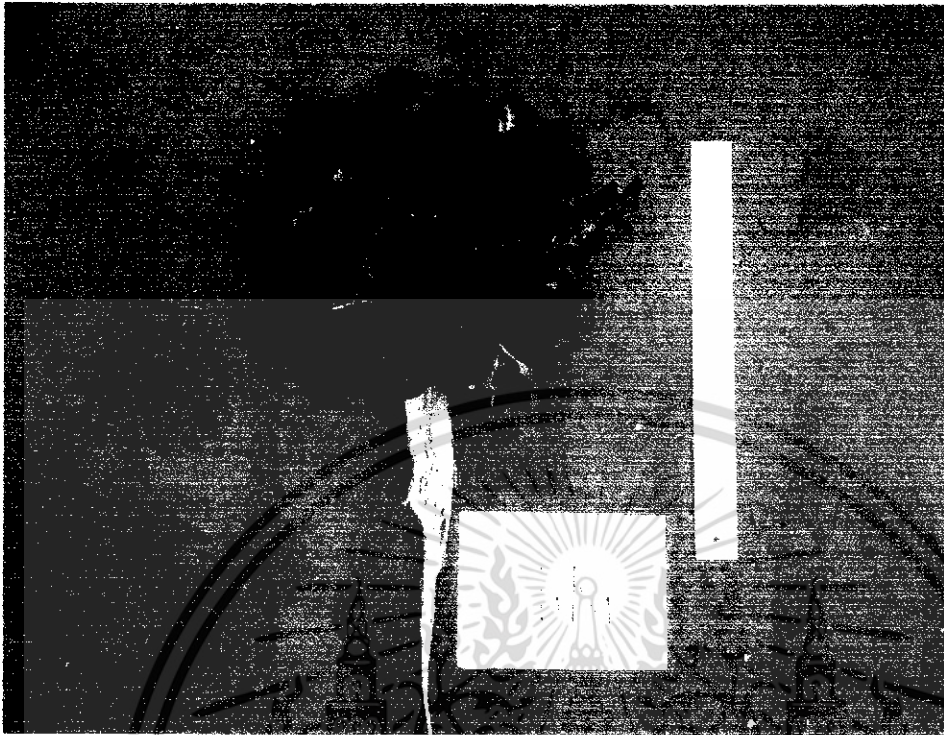
ภาพที่ 2 ลักษณะของทรงพุ่มผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak



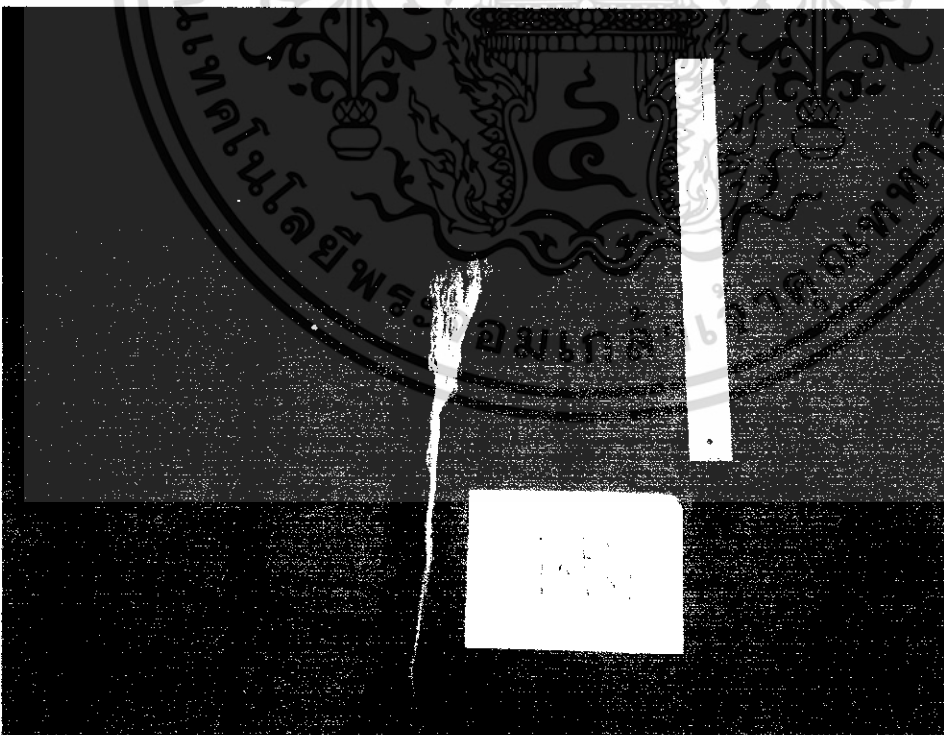
ภาพที่ 3 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak อายุครบ 30 วัน บนรางปลูก



ภาพที่ 4 สีของใบผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak



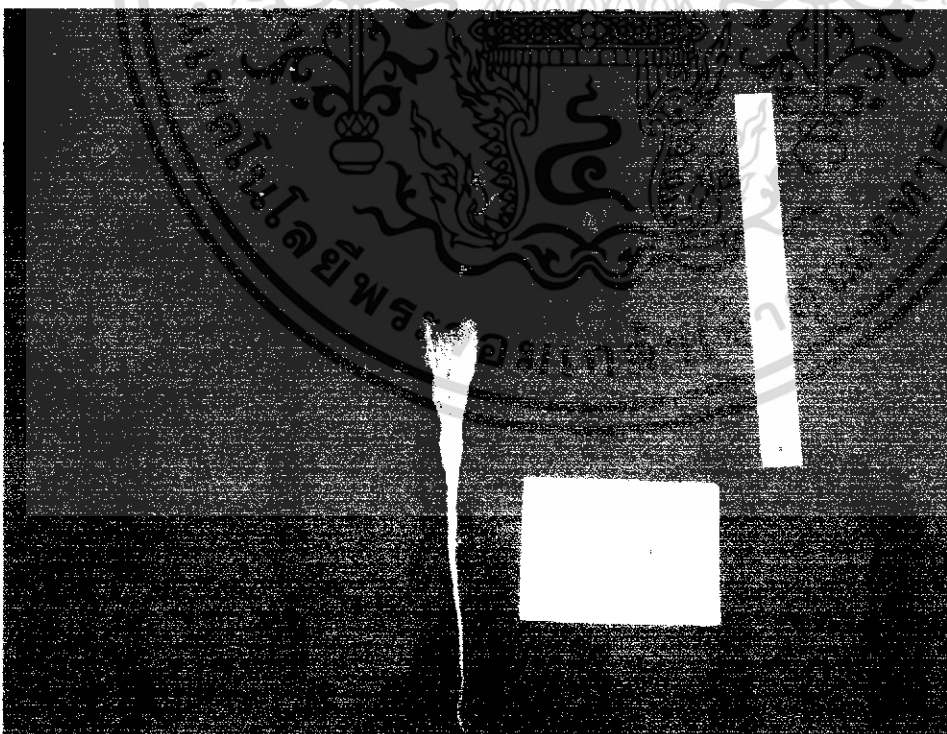
ภาพที่ 5 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในเปอร์ไลต์



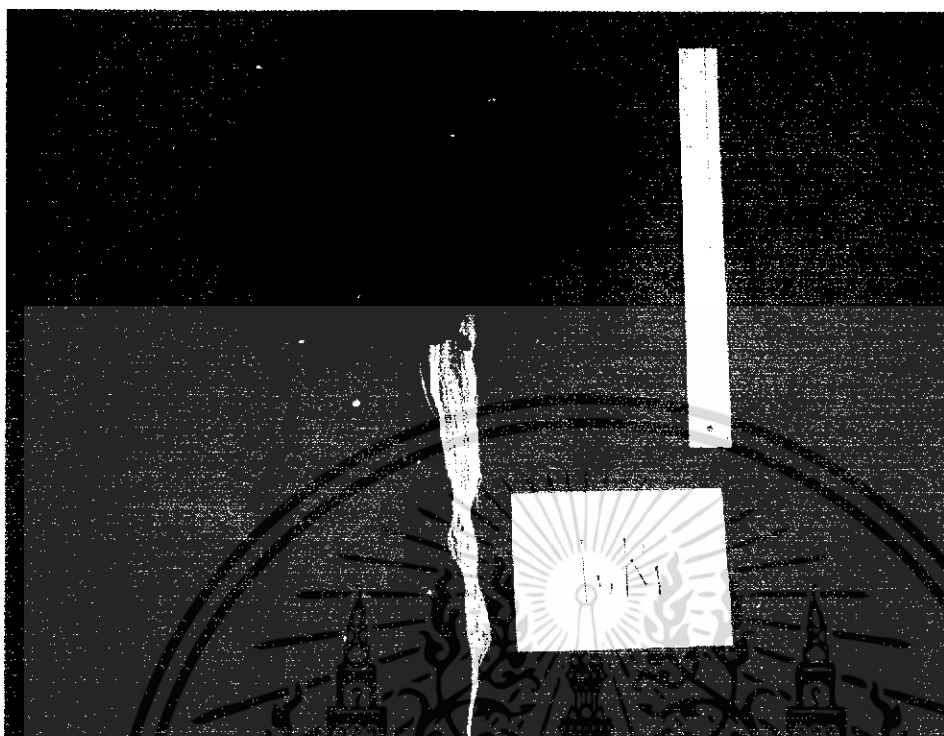
ภาพที่ 6 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในขุยมะพร้าว



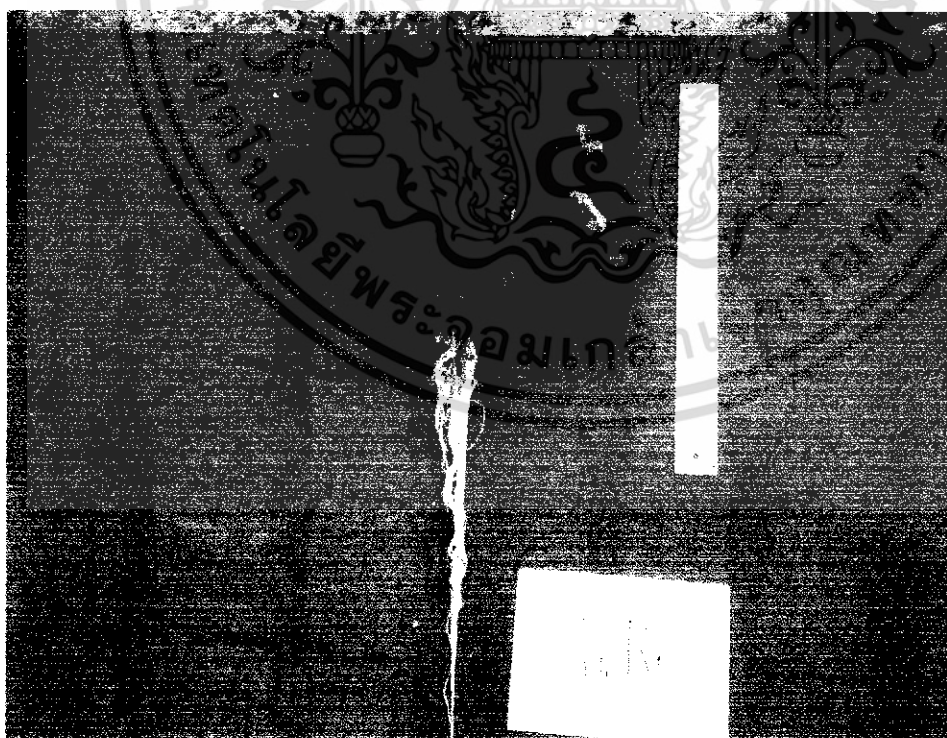
ภาพที่ 7 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในแกลบ



ภาพที่ 8 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในเปอร์ไลต์ผสมแกลบ



ภาพที่ 9 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในเปอร์ไลท์ผสมขุยมะพร้าว



ภาพที่ 10 ผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ



ภาพที่ 11 ลักษณะของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ผ่านการอบแห้ง



ภาพที่ 12 การชั่งน้ำหนักแห้ง