

ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสมอส  
ในระบบ Nutrient Film Technique



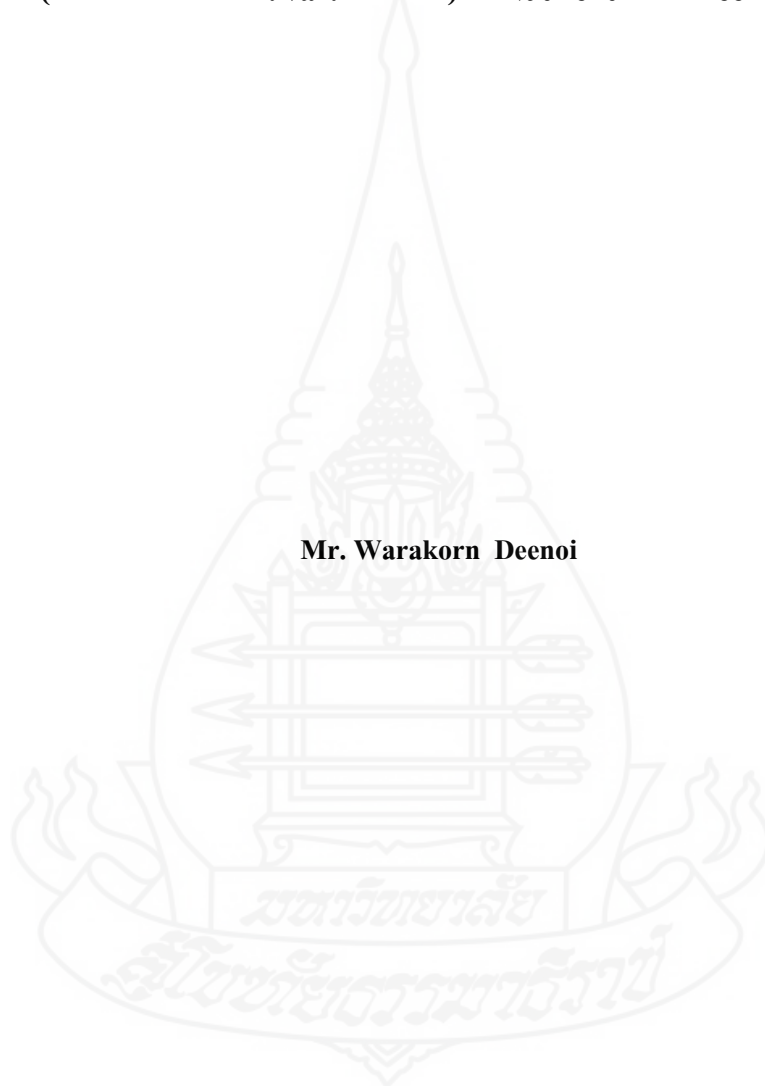
นายวรากร ดิน้อย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต  
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2559

**Effect of Growing Media on Growth of Cos Lettuce  
(*Lactuca sativa* L. var. *romana*) in Nutrient Film Technique**

**Mr. Warakorn Deenoi**



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives  
Sukhothai Thammathirat Open University


2016

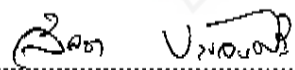
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสมอส  
ในระบบ Nutrient Film Technique  
ชื่อและนามสกุล นายวรากร คีน้อย  
แขนงวิชา การจัดการการเกษตร  
สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชาติ คิชฌุกิจ  
2. รองศาสตราจารย์ ดร. สัจจา บรรจงศิริ

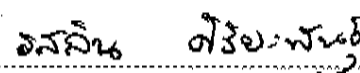
วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชหรมศักดิ์ ทองเกตุ)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชาติ คิชฌุกิจ)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สัจจา บรรจงศิริ)

  
..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา  
(รองศาสตราจารย์ รตนา ศิริยะพันธุ์)

**ชื่อวิทยานิพนธ์** ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสในระบบ Nutrient Film Technique

**ผู้วิจัย** นายวรากร ดีน้อย รหัสนักศึกษา 2579000163

**ปริญญา** เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)

**อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชาดิ คิชฐกิจ (2) รองศาสตราจารย์ ดร. สัจจา บรรจงศิริ

**ปีการศึกษา** 2559

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สมบัติของวัสดุปลูกผักกาดหอมคอส 2) ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอส 3) ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ NFT การศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสในระบบ NFT แบ่งเป็น 2 การทดลอง 1) ศึกษาสมบัติของวัสดุปลูกและเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสที่เพาะในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ หน่วยทดลองคือ เมล็ดผักกาดหอมคอสที่เพาะในวัสดุปลูกที่บรรจุอยู่ในถ้วยปลูก ทริตเมนต์ คือ วัสดุปลูกจำนวน 5 ชนิด 3 ซ้ำ ชนิดที่ 1 ฟองน้ำขนาด 16 ลูกบาศก์เซนติเมตร ชนิดที่ 2 ส่วนผสมของเพอร์ไลต์กับเวอร์มิคูไลท์ในอัตรา 3:1 ชนิดที่ 3 แกลบดิบ ชนิดที่ 4 แกลบดำ และชนิดที่ 5 ขุยมะพร้าว 2) ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ NFT มีหน่วยการทดลอง คือ ต้นกล้าผักกาดหอมคอสในถ้วยปลูก และทริตเมนต์เดียวกันกับการทดลองที่ 1 โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ONE-WAY ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองพบว่า 1) วัสดุปลูกทุกชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p \leq 0.01$ ) แกลบดำและขุยมะพร้าวมีค่าความหนาแน่นรวม (0.21 และ 0.08 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ความพรุนรวม (79.53 และ 90.06 เปอร์เซ็นต์) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (66.50 และ 74.38 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณช่องว่างของอากาศ (13.03 และ 15.69 เปอร์เซ็นต์) ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูก ซึ่งวัสดุปลูกทั้งสองชนิดมีค่าความหนาแน่นและปริมาณช่องว่างของอากาศอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีค่าความพรุนรวมและความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าโดยเกณฑ์มาตรฐานของค่าความหนาแน่นรวม ความพรุนรวม ความสามารถในการอุ้มน้ำ และปริมาณช่องว่างของอากาศ เท่ากับ 0.15-0.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร 60-75 เปอร์เซ็นต์ 35-50 เปอร์เซ็นต์ และ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ 2) เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสที่เพาะในขุยมะพร้าว 7 และ 14 วันหลังเพาะเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด เท่ากับ 76.40 และ 98.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกับกับวัสดุปลูกอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p \leq 0.01$ ) 3) การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสในระบบ NFT พบว่า ผักกาดหอมอายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ดที่ปลูกในขุยมะพร้าว มีความสูงต้น ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบ น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด และมีความแตกต่างกับวัสดุปลูกอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p \leq 0.01$ ) ส่วนผักกาดหอมคอส อายุ 35 วัน หลังจากเพาะเมล็ดที่ปลูกในขุยมะพร้าวมีความสูงของต้นมากที่สุดเท่ากับ 40.27 เซนติเมตร และมีความแตกต่างกับวัสดุปลูกอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p \leq 0.01$ ) ส่วนการเจริญเติบโตทางด้านความยาวราก ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เช่นเดียวกับกับผักกาดหอมคอส อายุ 42 วัน หลังเพาะเมล็ดในทุกวัสดุปลูกที่การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ในทุกๆด้าน แต่ขุยมะพร้าวยังคงมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 204.28 และ 18.25 กรัมตามลำดับ

**คำสำคัญ** วัสดุปลูก ผักกาดหอมคอส Nutrient Film Technique

**Thesis title:** Effect of Growing Media on Growth of Cos Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *romana*) in Nutrient Film Technique  
**Researcher:** Mr. Warakorn Deenoi; **ID:** 2579000163;  
**Degree:** Master of Agriculture (Agricultural Resources Management);  
**Thesis advisors:** (1) Dr. Parichat Dittakit, Assistant Professor;  
 (2) Dr. Sujja Banchongsiri, Associate Professor ; **Academic year:** 2016

### Abstract

The objectives of this research were: to study 1) the properties of growing media; 2) the effects of growing media on the lettuce seed germination; and 3) the effect of growing media on plant height, root length, plant width, number of leaves, fresh and dry weight of lettuce grown in Nutrient Film Technique (NFT) system.

The study of the effect of growing media on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *romana*) grown in Nutrient Film Technique (NFT) consisted of 2 experiments: 1) the study of the properties of growing media and the effects of growing media on seed germination; and 2) the study of the effects of growing media on the growth of Cos lettuce in NFT systems. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) consisting of 5 treatments: sponge cube, perlite + vermiculite (3:1), rice hull, rice husk charcoal and coconut coir dust, with 3 replications. The experiment was conducted during June 2016 - August 2016. Data were subjected to ANOVA analysis and LSD method was conducted for mean separation when the significant difference was found.

The results showed that 1) the properties of all growing media were significantly different ( $p \leq 0.01$ ). Rice husk charcoal and coconut coir dust were eligible to be used as growing media. The bulk density, total porosity, water holding capacity, and air porosity of rice husk charcoal were 0.21 g/cm<sup>3</sup>, 79.53 %, 66.50% and 13.03 %, respectively. The bulk density, total porosity, water holding capacity, and air porosity of coconut coir dust were 0.08 g/cm<sup>3</sup> 90.06 %, 74.38 % and 15.69 %, respectively while the standard of growing media bulk density, total porosity, water holding capacity, and air porosity are 0.15-0.5 g/cm<sup>3</sup>, 60-75%, 35-50% and 10–20% respectively. 2) The coconut coir dust growing medium resulted in the significantly ( $p \leq 0.01$ ) highest germination rate of lettuce seed at 76.40 and 98.61 % at 7 and 14 days after seeding, respectively. 3) The Cos lettuce grown in coconut coir dust by NFT system had the significantly highest height, plant canopy, leaf number, fresh and dry weight at 21 and 28 days after seeding ( $p \leq 0.01$ ). At 35 days after seeding it had the significantly highest height. There were no statistically significant differences between treatments in plant height, root length, plant width, number of leaves, fresh and dry weight at 42 days after seeding ( $p > 0.05$ ) but the lettuce grown in coconut coir dust had the highest fresh and dry weight at 204.28 and 18.25 g, respectively.

**Keywords:** Growing media, Cos lettuce, Nutrient Film Technique

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชาติ ดิชฐกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ ผู้ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและกำลังใจ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวที่เป็นกำลังใจสำคัญในการเรียน การทำงาน  
และการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะคุณแม่ช่วงแก้ว ดีน้อย ที่คอยสนับสนุนและช่วยเหลือจนการทดลอง  
แล้วเสร็จ

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์  
และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สำนักงานเกษตรจังหวัดปทุมธานี สำนักงานเกษตร  
จังหวัดน่าน และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน ที่อนุเคราะห์การวิเคราะห์ต่างๆ ในการทดลอง  
ครั้งนี้

วรากร ดีน้อย

กุมภาพันธ์ 2560

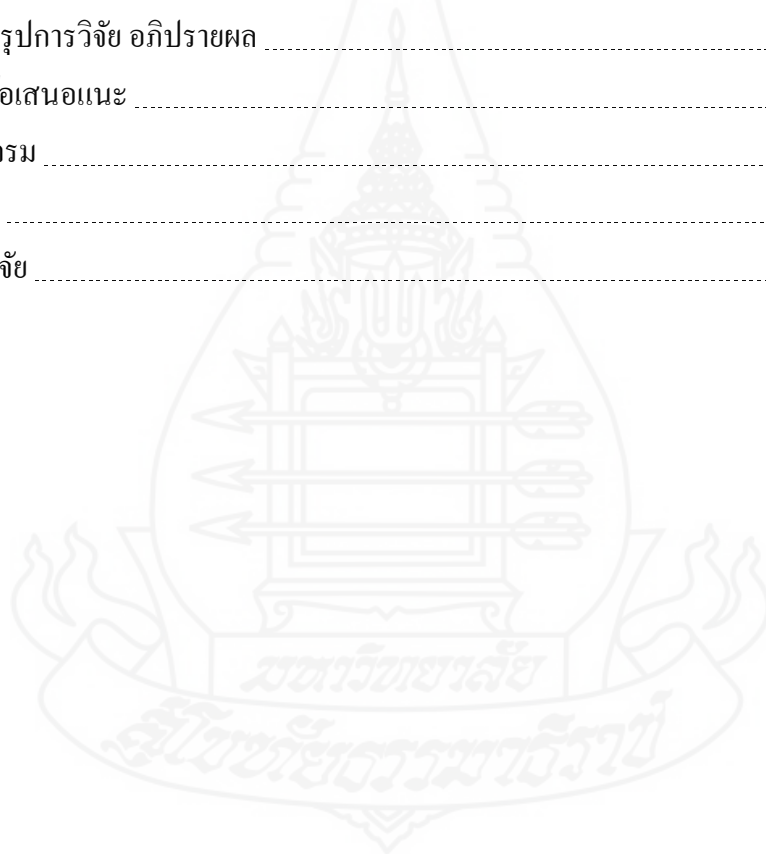


## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	2
ขอบเขตของการวิจัย .....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	4
ผักกาดหอม .....	4
ไฮโดรโปนิกส์ .....	9
วัสดุปลูกสำหรับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน .....	12
ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด .....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	23
การทดลอง .....	23
เครื่องมือและขั้นตอนการทดลอง .....	23
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	26
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	28
สถานที่ทำการทดลอง .....	28
ระยะเวลาทำการทดลอง .....	28

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	29
สภาพภูมิอากาศ .....	29
การศึกษาสมบัติทางกายภาพและต้นทุนของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ .....	32
การงอกของผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ .....	34
การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ .....	35
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	44
สรุปการวิจัย อภิปรายผล .....	44
ข้อเสนอแนะ .....	46
บรรณานุกรม .....	47
ภาคผนวก .....	51
ประวัติผู้วิจัย .....	58





สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1	สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก ..... 33
ตารางที่ 4.2	ต้นทุนวัสดุปลูก ..... 34
ตารางที่ 4.3	ความงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสที่เพาะในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ ..... 35
ตารางที่ 4.4	การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ..... 37
ตารางที่ 4.5	การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ..... 39
ตารางที่ 4.6	การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ..... 40
ตารางที่ 4.7	การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด ..... 42
ตารางที่ 4.8	อัตราการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด ..... 43



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิอากาศระหว่างการเพาะเมล็ด.....	29
ภาพที่ 4.2 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศระหว่างการเพาะเมล็ด.....	30
ภาพที่ 4.3 อุณหภูมิอากาศหลังจากย้ายแปลงปลูก.....	31
ภาพที่ 4.4 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศหลังจากย้ายแปลงปลูก.....	31



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผักกาดหอม หรือสลัดเป็นผักที่นิยมบริโภคสด โดยเฉพาะสลัดหรือกินกับขำ นำมาตกแต่งในงานอาหาร และยังสามารถประกอบอาหารได้ ผักกาดหอมมีน้ำเป็นองค์ประกอบ มีวิตามินสูง และอุดมด้วยธาตุเหล็กซึ่งช่วยเสริมสร้างเม็ดเลือดหรือฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง บรรเทาอาการท้องผูก เหมาะสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน (มูลนิธิโครงการหลวง, 2546)

ในปัจจุบันไฮโดรโปนิกส์เป็นวิธีการปลูกผักที่นิยม โดยเฉพาะผักกาดหอม การปลูกผักด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นวิธีการผลิตพืชที่สามารถทำการปลูกผักในบริเวณที่พื้นดินไม่เหมาะสมหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกผัก ใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อยและสามารถทำการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ ควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตได้ เช่น การควบคุมปริมาณธาตุอาหาร pH เป็นการปลูกผักที่ใช้น้ำและธาตุอาหารพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช ดังนั้นธุรกิจการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทยจึงเติบโตอย่างรวดเร็ว จาก พ.ศ. 2541 ซึ่งเป็นปีแรกๆที่มีผักไฮโดรโปนิกส์ออกจำหน่ายในท้องตลาดและมีฟาร์มปลูกผักไฮโดรโปนิกส์เพียงไม่ถึง 20 แห่ง จนถึง พ.ศ. 2553 มีฟาร์มปลูกผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ถึงมากกว่า 150 แห่งทั่วประเทศ คิดเป็นพื้นที่ปลูกประมาณ 800 ไร่ ในแต่ละวันมีผักสดและผลิตภัณฑ์ผักจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์วางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครประมาณ 20 ตันต่อวัน และทั่วประเทศประมาณ 80 – 100 ตันต่อวัน (ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, 2553)

ถึงแม้ว่าการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์จะได้ผลผลิตสูงและปลอดภัย แต่ก็ยังมีต้นทุนการผลิตที่สูง เนื่องจากต้องอาศัยเทคโนโลยีการผลิตต่างๆ จากต่างประเทศ เช่น เครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนวัสดุปลูกที่นิยมใช้ในการปลูก เช่น เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์ ฯลฯ ซึ่งมีราคาแพง ทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสูง จากข้อมูลของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ พบว่า พ.ศ. 2557 มีการนำเข้าเวอร์มิคูไลท์และเพอร์ไลท์ จำนวนรวมกัน 4,617 ตัน เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2556 ถึง 19.65% ของปริมาณการนำเข้าเมื่อ พ.ศ. 2556 และคิดเป็นมูลค่า 48.3 ล้านบาทเพิ่มขึ้นถึง 40% ของมูลค่าการนำเข้าเมื่อปี 2556 ซึ่งทั้งเวอร์มิคูไลท์และเพอร์ไลท์มีอายุการใช้งาน 1 – 2 ครั้งเท่านั้น และ

ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมตามมาเพราะเกิดการสลายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กอัดตัวกันแน่น (พัชรี สำโรงเย็น, 2557)

หากมีวัสดุปลูกที่หาง่ายในธรรมชาติและเหมาะสมสำหรับปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์ ที่สามารถรักษาอัตราส่วนของน้ำและอากาศให้เหมาะสมตลอดการ ไม่มีการอัดหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำ หรือเมื่อผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ เป็นวัสดุที่รากพืช สามารถแพร่กระจายได้อย่างสะดวกทั่วทุกส่วน ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหาร เพื่อจะได้ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูก และไม่เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง จะสามารถลดต้นทุนการผลิตและลดการนำเข้าจากต่างประเทศได้ (อัมพา คำวงษา, 2553)

สำหรับในงานทดลองนี้ทำการศึกษา และเปรียบเทียบวัสดุปลูกสำหรับผักไฮโดรโปนิคส์ ที่นำเข้าจากต่างประเทศกับวัสดุปลูกที่มีอยู่ในท้องถิ่น ที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ ผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกใช้วัสดุปลูก ภายในประเทศทดแทนวัสดุปลูกต่างประเทศ

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาสมบัติของวัสดุปลูกผักกาดหอมคอสในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)
- 2.2 เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอส
- 2.3 เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ

Nutrient Film Technique (NFT)

## 3. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองในแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ขนาด 45 หลุมปลูก ตั้งอยู่หมู่ที่ 7 ตำบลจอมจันทร์ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2559 – สิงหาคม 2559

#### 4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ได้ข้อมูลสำหรับการเลือกชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมกับการปลูกผักด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์

4.2 ภาครัฐสามารถนำผลการทดลองแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

4.3 เกษตรกรได้แนวทางในการใช้วัสดุปลูกเพื่อการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ให้ได้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงเนื่องจากการใช้วัสดุปลูกที่มีอยู่ในท้องถิ่น

4.4 ส่งเสริมการใช้วัสดุปลูกท้องถิ่นเพื่อลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากวัสดุปลูกต่างประเทศที่ย่อยสลายยาก



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา ทบทวนวรรณกรรม และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสในระบบ Nutrient Film Technique เพื่อใช้เป็นหลักสำหรับการกำหนดขอบเขตการวิจัย ตัวแปรของการวิจัย รวมทั้งการออกแบบการทดลองเพื่อการวิเคราะห์และอภิปรายผลการวิจัย ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. ผักกาดหอม
2. ไฮโดรโปนิกส์
3. วัสดุปลูกสำหรับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน
4. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ผักกาดหอม

ผักกาดหอม (Lettuce) หรือสลัด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. อยู่ในวงศ์ Asteraceae (Compositae) ซึ่งเป็นวงศ์ที่ค่อนข้างใหญ่ ประกอบด้วยพืช 800 สกุล 20,000 กว่าชนิด แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสายพันธุ์ป่า มีเพียงไม่กี่ชนิดที่นำมาปลูกเพื่อการค้า Compositae คือกลุ่มพืชที่มีก้านดอกเดี่ยว มีช่อดอกบนก้านดอกจำนวนมาก ส่วน Asteraceae หมายถึง กลุ่มพืชที่เนื้อเยื่อประกอบด้วยสารคล้ายน้ำนม ในลำต้นและส่วนอื่นๆ Lettuce มีความหมายคือ น้ำนมจากพืช (milk juice of the plant) Lac (*Lactuca* = milk; Latin) Lettuce อาจจะมีรากศัพท์มาจากภาษาฝรั่งเศสโบราณ laitue ซึ่งหมายถึง น้ำนม *Sativa* หมายถึง พืชที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ด ผักกาดหอมเป็นผักที่ใช้บริโภคเป็นนิยมนบริโภคสดและประกอบอาหาร ประกอบด้วยน้ำ 95% คาร์โบไฮเดรต 1-2% โปรตีน 1-2% และไขมัน 0.25% (นิพนธ์ ไชยมงคล, 2559)

##### 1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

นิพนธ์ ไชยมงคล (2559) ได้อธิบายถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดหอมไว้ ดังนี้

**1.1.1 ราก** รากของผักกาดหอมเป็นระบบรากแก้ว มีรากแก้วที่แข็งแรงอวบอ้วน และเจริญอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อปลูกในดินร่วนปนทรายที่มีความชื้นเพียงพอ รากแก้วสามารถหยั่งลึกลงไปดินได้ถึง 5 ฟุตหรือมากกว่าแต่รากแก้วจะเสียหายในขณะที่ย้ายปลูก ดังนั้นรากที่เหลือจะเป็นรากแขนง ซึ่งแผ่กระจายอยู่ที่ผิวดินประมาณ 1-2 ฟุต โดยปริมาณของรากจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนาแน่น ไม่ค่อยแพร่กว้างออกไปมากนัก อย่างไรก็ตามการย้ายปลูกนั้นมีผลดีในการช่วยให้ผักกาดหอมประเภทหัวห่อหัวได้ดีขึ้น

**1.1.2 ลำต้น** ลำต้นของผักกาดหอมในระยะแรกมักจะมองไม่ค่อยเห็น เนื่องจากใบมักจะปกคลุมไว้จะเห็นชัดก็ต่อเมื่อระยะแทงช่อดอก ลักษณะลำต้นผักกาดหอมจะตั้งตรง สูงจะลุดขึ้นจนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ลำต้นมีลักษณะอวบอ้วน ถ้าปลูกในที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากๆ จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 2 นิ้ว ลำต้นมีลักษณะเป็นข้อสั้น แต่ละข้อจะเป็นที่เกิดของใบ

**1.1.3 ใบ** แดกออกมาจากลำต้น โดยรอบ สีใบมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวปนเหลือง จนถึงสีเขียวแก่บางพันธุ์มีสีแดงหรือน้ำตาลปนอยู่ ทำให้มีสีแดง บรอนซ์ หรือน้ำตาลปนเขียว พันธุ์ที่ห่อเป็นหัวจะมีใบหนา เนื้อใบอ่อนนุ่ม ใบจะห่อหัวอัดกันแน่นคล้ายกะหล่ำปลี ใบที่ห่ออยู่ข้างในจะเป็นมัน บางชนิดมีใบม่วงอประามีเส้นใบเห็นได้ชัด ขอบใบมีลักษณะเป็นหยัก ขนาดและรูปร่างของใบผักกาดหอมจะแตกต่างกันตามชนิด

**1.1.4 ดอกและช่อดอก** ดอกผักกาดหอมมีลักษณะเป็นช่อแบบที่เรียกว่า Panicle ประกอบด้วยกลุ่มของดอกที่อยู่เป็นกระจุกตรงยอด แต่ละกระจุกประกอบด้วยดอกย่อย 15-25 ดอกหรือมากกว่า ก้านช่อดอกจะยาวประมาณ 2 ฟุต ช่อดอกอันแรกจะเกิดที่ยอดอ่อน จากนั้นจะเกิดช่อดอกข้างตรงมุมใบขึ้นภายหลัง ช่อดอกที่เกิดจากส่วนยอดโดยตรงจะมีอายุมากที่สุด ส่วนช่อดอกอื่นๆจะมีอายุรองลงมา ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศกลีบดอกสีเหลืองตรงโคนเชื่อมติดกัน รังไข่มี 1 ห้อง เกสรตัวเมียมี 1 อัน มีลักษณะเป็น 2 แฉก เกสรตัวผู้ 5 อัน รวมกันเป็นยอดยาวห่อหุ้มก้านเกสรตัวเมียและยอดเกสรตัวเมียไว้

**1.1.5 เมล็ด** เมล็ดผักกาดหอมเป็นชนิดเมล็ดเดี่ยว (achene) ซึ่งเจริญมาจากรังไข่ อันเดียว เมล็ดจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เปลือกเมล็ดจะไม่แตกเมื่อเมล็ดแห้งเมล็ดของผักกาดหอมมีลักษณะแบนยาว หัวท้ายแหลมเป็นรูปหอก มีเส้นเล็กๆ ลาดยาวไปตามด้านยาวของเมล็ดที่ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด เมล็ดมีสีเทาปนครีมความยาวของเมล็ดประมาณ 4 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร

## 1.2 กลุ่มของผักกาดหอม

นิพนธ์ ไชยมงคล (2559) ได้อธิบายถึงไว้ว่า ผักกาดหอมแบ่งออกตามลักษณะของต้นและใบได้ 5 กลุ่ม ได้แก่



**1.2.1 Leaf lettuce** (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) บางครั้งเรียก bunching lettuce/ loose – leaf (สลัดใบ/ผักกาดหอม) สายพันธุ์นี้จะมีลำต้นและใบเจริญเป็นกระจุก มีใบจำนวนมาก ลักษณะ รูปร่างและสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะพันธุ์ที่มีใบสีเขียวอ่อน เช่น พันธุ์ Blackseeded Simpson และ Grand Rapid เป็นต้น

**1.2.2 Crisp-head** (*L. sativa* var. *capitata* L.) บางครั้งเรียก head lettuce หรือ iceberg type (สลัดปลี ผักกาดห่อ ผักกาดแก้ว หรือสลัดแก้ว) มีใบขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ใบในจะม้วนและซ้อนกันคล้ายกะหล่ำปลี หัวแน่น ใบจะแข็ง กรอบกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ใบนอกจะมีสีเขียวเข้ม ใบในจะมีสีเหลืองปนขาว ทนทานต่อการขนส่ง

**1.2.3 Butterhead** (*L. sativa* var. *capitata* Lam.) บางครั้งเรียก Bibb หรือ Boston lettuce คือ สลัดกึ่งห่อ หรือ สลัดบัตเตอร์ ใบจะอ่อนและนุ่ม ห่อปลีหลวม ใบในจะมีลักษณะคล้าย มีน้ำมันหรือเนยจับที่ผิวใบ การปลูกในฤดูหนาว จะใช้หัวขนาดใหญ่และหัวแน่นกว่าฤดูร้อน การปลูกในฤดูร้อน ฤดูฝน ควรปลูกในโรงเรือนที่สามารถลดอุณหภูมิ ความชื้นของแสง และป้องกันฝน บางสายพันธุ์ในกลุ่มนี้จะมีความต้านทานต่อโรคใบด่างของผักกาดหอม (Lettuce Mosaic Virus: LMV) รสชาติดี แต่ไม่ทนทานต่อการขนส่ง

**1.2.4 Stem** (*L. sativa* var. *asparagina*) ในบางครั้งเรียก Asparagus หรือ Celtuce (CELery-LetTUCE) มีลักษณะลำต้นสูง ใบจะเรียวยาว เจริญเติบโตขึ้นขึ้นไปจนถึงช่อดอก อาจจะทยอยเก็บเกี่ยวโดยเริ่มจากใบล่าง เหมาะสำหรับใช้เป็นพืชผักสวนครัว ลำต้นสามารถนำไปประกอบอาหารและแปรรูปได้

**1.2.5 Cos หรือ Romaine** (*L. sativa* var. *longifolia* Bailey) สลัดคอส หรือสลัดโรเมน หรือผักกาดหวาน ลำต้นเป็นกอ ใบมีลักษณะตั้งตรงยาวและห่อ สีเขียวเข้ม เนื้อใบหนา มีเส้นใบนูนเด่น ออกมาด้านหลัง ใบในจะมีปลายโค้งเข้าข้างในทำให้หัวกลมยาว นอกจากนี้ยังมีชนิดใบกลม ห่อหัวแน่น รสชาติหวานกรอบ เรียกว่า เบบี้คอส (baby cos) ผักกาดหวาน

สำนักส่งเสริมและเผยแพร่ กรมส่งเสริมการเกษตร (2559) ได้อธิบายเกี่ยวกับ ผักกาดหอมคอสไว้ว่า

ผักกาดหอมคอส เป็นพืชที่นิยมบริโภคสด โดยเฉพาะในสลัด หรือกินกับยำ นำมาตกแต่งในจานอาหาร แต่สามารถประกอบอาหารได้ ในบางชนิด เช่น นำไปผัดกับน้ำมัน โดยใช้ไฟแรงอย่างรวดเร็ว ผักกาดหวาน มีน้ำเป็นองค์ประกอบ และมีวิตามินซีสูง นอกจากนี้ ยังให้ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ช่วยป้องกันโรค โลหิตจาง บรรเทาอาการท้องผูก เหมาะสำหรับ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน การปลูกดูแลรักษาคล้ายผักกาดหอมห่อ ต้องการสภาพอากาศเย็น อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10 – 24 องศาเซลเซียส ในสภาพอุณหภูมิสูง การเจริญเติบโตทางใบจะลดลง และสร้าง



สารสีขาวคล้ายน้ำมันหรืออย่างมาก เส้นใยเหนียวและมีรสขม ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกควรร่วนซุย มีความอุดมสมบูรณ์ และมีอินทรีย์วัตถุสูง หน้าดินลึก และอุ้มน้ำได้ดีปานกลาง สภาพความเป็นกรดค่าของดินอยู่ระหว่าง 6-6.5 พื้นที่ปลูกควรโล่ง และได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ เนื่องจากผักกาดหอมคอส มีลักษณะบางไม่ทนต่อฝน

กองพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2545) อธิบายถึงข้อกำหนดเรื่องคุณภาพและการจัดชั้นคุณภาพของผักกาดหอมคอสไว้ ดังนี้

คุณภาพขั้นต่ำ ต้องเป็นผักกาดหอมคอส ทั้งต้น มีรูปร่างและสีตรงตามพันธุ์ ไม่มีอาการปลายใบไหม้ ไม่แคะแกระ็น ต้นไม่บิดงอ ปลอดภัยจากสารเคมี

#### การจัดชั้นคุณภาพ

##### ชั้นหนึ่ง

1) น้ำหนักของต้น 300 กรัมขึ้นไป เข้าหัวกลมๆ ก้านใบอวบ ก้านใบยาว 20 เซนติเมตรขึ้นไป

2) ไม่มีตำหนิจากโรคหรือแมลง

3) มีคุณภาพอย่างน้อยตามคุณภาพขั้นต่ำ

##### ชั้นสอง

1) น้ำหนักของต้น 200 กรัมขึ้นไป เข้าหัวกลมๆ ก้านใบอวบ ก้านใบยาว 20 เซนติเมตรขึ้นไป

2) ไม่มีตำหนิจากโรคหรือแมลง

3) มีคุณภาพอย่างน้อยตามคุณภาพขั้นต่ำ

##### ชั้น U

1) น้ำหนักของต้น 100 กรัมขึ้นไป

2) ไม่แคะหรือแคะแกระน ต้นไม่บิดงอ ไม่มีอาการปลายใบไหม้

3) ปลอดภัยจากสารเคมี

### 1.3 ปัจจัยในการปลูกในดิน

สุรินทร์ หลวงนา (2549) ได้อธิบายปัจจัยในการปลูกผักกาดหอมในดินไว้ ดังนี้ ผักกาดหอมเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นดินเหนียว ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย แต่สามารถปลูกผักกาดหอมได้ดีที่สุดในดินร่วน ซึ่งการระบายน้ำและระบายอากาศดี ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 6.0 – 6.8 มีความชื้นในดินพอสมควร พื้นที่ปลูกผักกาดหอมควรให้ได้รับแสงเต็มที่ตลอดวัน เพราะผักกาดหอมต้องการแสงเต็มที่ตลอดวัน ผักกาดหอมเป็นพืชฤดูเดียว เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น ระดับอุณหภูมิที่

เหมาะสมอยู่ระหว่าง 21 – 26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ผักกาดหอมมีรสขมและ  
แทงช่อดอกเร็ว

#### 1.4 การเพาะกล้า

สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2559) ได้อธิบายถึง  
วิธีการเพาะกล้าผักกาดหอมไว้ ดังนี้

การเพาะกล้าจะทำเมื่อปลูกผักกาดหอม เพาะกล้าในแปลงขนาด 2-2.5 ตารางเมตร  
สำหรับปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 50 กรัม (ประมาณ 4 หมั่นเมล็ด) หลังจากเตรียม  
แปลงเพาะแล้วให้หว่านเมล็ดลงบนแปลงให้กระจายไปทั่วแปลง แล้วใช้ดินที่ผสมกับปุ๋ยคอกโรย  
ทับบางๆ คลุมด้วยฟางข้าวรดน้ำให้ชุ่ม หรือจะใช้วิธีโรยเป็นแถว

ให้แต่ละแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร ดูแลรักษาจนกระทั่งกล้ามีใบจริง 2-3 ใบ  
ให้ทำการถอนต้นกล้าออกบ้างเพื่อไม่ให้เบียดกันแน่นเกินไป เพราะอาจทำให้ต้นกล้าเกิดโรคโคนเน่า  
และต้นกล้าอ่อนแอได้เมื่อต้นกล้ามีอายุ 25-30 วัน หรือมีใบจริง 3-4 ใบ จึงทำการย้ายกล้าลงปลูกใน  
แปลง

#### 1.5 การปลูก

สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2559) ได้อธิบายถึง  
วิธีการปลูกผักกาดหอมไว้ ดังนี้

ผักกาดหอมสามารถปลูกได้ทั้งวิธีการหว่านเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง และการ  
ย้ายกล้าปลูก มีทั้งการปลูกแบบแถวเดี่ยวและแบบแถวคู่ มีวิธีการดังนี้

การปลูกโดยการหว่านเมล็ด เป็นวิธีการปลูกที่นิยมใช้กับผักกาดหอมใบ โดยการ  
หว่านเมล็ดให้กระจายทั่วทั้งผิวนแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ หรือโรยเมล็ดลงในแปลงเป็นแถวก็ได้ แต่  
ก่อนหว่านเมล็ดควรคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อรา เช่น แคปแทนหรือไธราม เพื่อป้องกันโรค  
เน่าคอดิน หลังจากหว่านเมล็ดแล้วให้ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วหว่านกลบหนาประมาณ  
1/2-1 เซนติเมตร แล้วคลุมดินด้วยหญ้าแห้งหรือฟางแห้งสะอาดบางๆ รดน้ำด้วยบัวฝอยละเอียด

เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 2-3 ใบ ให้รีบถอนแยกต้นที่อ่อนแอทิ้ง และจัดระยะระหว่างต้น  
ให้พอเหมาะถ้าแน่นทึบเกินไปกล้าผักจะตายง่าย และทำการถอนครั้งสุดท้ายเมื่ออายุได้ 3 สัปดาห์  
พร้อมทั้งจัดระยะระหว่างต้น 20×20 เซนติเมตร หรือ 30×30 เซนติเมตร หากปลูกในช่วงหน้าร้อน  
ควรมีการคลุมแปลงปลูกเพื่อพรางแสงแดด จะทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น โดยใช้ไม้ไผ่หรือไม้ทำโครงสูง  
2-2.5 เมตร แล้วใช้ไม้ไผ่พาดและมุงด้วยทางมะพร้าว

สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่ใช้หว่านในพื้นที่ 1 ไร่ ใช้ประมาณ 1-2 ลิตร แต่ถ้าใช้วิธีหยอดเมล็ดเป็นแถว โดยมีระยะระหว่างแถวประมาณ 20 เซนติเมตร จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 100 -160 กรัมต่อไร่

การปลูกโดยการย้ายกล้าปลูก การปลูกด้วยวิธีนี้สามารถใช้ได้กับผักกาดหอมทุกพันธุ์ ประหยัดเมล็ดพันธุ์ เป็นการปลูกโดยการเพาะกล้าในแปลงเพาะเสียก่อน เมื่อต้นกล้ามีอายุ 25-30 วัน หรือมีใบจริง 3-4 ใบ จึงทำการย้ายกล้าลงปลูกในแปลงปลูก โดยเลือกเฉพาะต้นที่แข็งแรงสมบูรณ์ไปปลูก ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวที่เหมาะสมคือผักกาดหอมใบใช้ระยะ 25×30 เซนติเมตร ผักกาดหอมห่อหัวหัวใช้ระยะปลูก 40×40 เซนติเมตร

ก่อนย้ายกล้าประมาณ 2-3 วัน ควรรดการให้น้ำ เพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงไม่เปราะง่าย ควรย้ายกล้าในช่วงเวลาบ่ายถึงเย็น หรือช่วงที่อากาศมีดีคริม ก่อนทำการย้ายต้นกล้าจากแปลงเพาะกล้าประมาณ 30 นาทีให้รดน้ำต้นกล้าพอดินเปียก เพื่อให้ง่ายต่อการถอน การย้ายควรทำด้วยความระมัดระวัง เพาะต้นกล้าบอบช้ำง่าย การถอนไม่ควรใช้วิธีจับต้นดึงขึ้น ทางที่ดีควรหาแผ่นไม้บางๆ หรือเสียมเล็กๆ แทงลงไปดินแล้วงัดขึ้นมาให้ดินเป็นก้อนติดกับต้นกล้าให้มากที่สุด แล้วรีบนำไปปลูกให้เร็วที่สุด

สำหรับฤดูปลูกผักกาดหอมในประเทศไทยนั้น ผักกาดหอมใบสามารถปลูกได้ตลอดปี ส่วนผักกาดหอมห่อหัวปลูกได้ผลดีในช่วงฤดูหนาวประมาณเดือนตุลาคมถึงธันวาคม

## 2. ไฮโดรโพนิกส์

กรมส่งเสริมการเกษตร (2558) ได้อธิบายถึงการปลูกพืชแบบไฮโดร โพนิกส์ไว้ ดังนี้

ไฮโดร โพนิกส์ (Hydroponics) มาจากภาษากรีก คำว่า “Hydro” แปลว่า น้ำ รวมกับคำว่า “Ponos” ที่แปลว่า งาน เมื่อรวมกันจึงหมายถึง การทำงานของน้ำ (สารละลายธาตุอาหาร) ผ่านรากพืช โดยปกติแล้วการที่พืชจะเจริญเติบโตได้ดีนั้นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมหลายอย่าง เช่น แสงแดด อุณหภูมิ น้ำ และธาตุอาหารพืช การที่พืชจะนำธาตุอาหารพืชไปใช้ประโยชน์ได้นั้นจะต้องคำนึงถึงเรื่องความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินหรือสารละลายธาตุอาหารใช้ปลูกพืช การปลูกพืชแบบไฮโดร โพนิกส์ พืชจะได้รับธาตุอาหารในรูปสารละลายเรียกว่า “สารละลายธาตุอาหารพืช” ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ตลอดเวลา ข้อดีของการปลูกผักไฮโดร โพนิกส์ คือ สามารถทำการปลูกผักในบริเวณที่พื้นดินไม่เหมาะสมหรือสภาพแวดล้อมที่

ไม่เหมาะสมต่อการปลูกผัก ใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อยและสามารถทำการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ ควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตได้ เช่น การควบคุมปริมาณธาตุอาหาร pH เป็นการปลูกผักที่ใช้น้ำและธาตุอาหารพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช แต่การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ เป็นระบบที่มีต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพงและการควบคุมดูแลต้องใช้ผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์

## 2.1 ระบบสารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากเป็น แผ่นบางๆ อย่างต่อเนื่อง (Nutrient Film Technique: NFT)

พัชรินทร์ โพธิ์ทอง (2540) ได้อธิบายระบบ NFT ไว้ว่า ระบบ NFT เป็นระบบการปลูกพืชในน้ำหรือสารละลายที่มีลักษณะพิเศษ คือ ใช้สารละลายไหลคั้นๆ ตามรางปลูก รากของพืชจะเกิดเป็นแผ่นบางๆ บนก้นราง ระดับสารละลายนี้ตื้นมากจนต้นกล้าที่ปลูกบนก้อนปลูกหรือที่ปลูกในกระถางสามารถตั้งอยู่บนร่องปลูกได้ รากจะงอกอย่างรวดเร็วเข้าไปในสารละลายที่ไหลอยู่

ประการที่สองคือ อัตราส่วนที่กว้างระหว่างพื้นที่ผิวกับปริมาณสารละลาย ช่วยให้มีการถ่ายเทอากาศดี ผลก็คือไม่จำเป็นที่จะใช้แปลงที่ลึก หรือหนักของระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (เช่น การปลูกในทรายหรือกรวด) แล้วใช้แผ่น polythene ซึ่งมีน้ำหนักเบาแทน ไม่เพียงแต่จะลดค่าติดตั้งและค่าบำรุงรักษาลงเท่านั้น ยังทำให้สามารถเปลี่ยนผังการปลูกได้ตามต้องการอีกด้วย

### 2.1.1 ลักษณะพื้นฐานของระบบ NFT มีดังนี้

- 1) ถังบรรจุสารละลายธาตุอาหารเจือจาง
  - 2) เครื่องสูบน้ำที่ส่งสารละลายไปยังส่วนหัวของร่องหรือรางปลูก
  - 3) รางปลูกที่ขนานกันสำหรับปลูกจะมีการลาดเอียง เพื่อให้สารละลายไหลลงได้สะดวก
  - 4) ท่อน้ำไหลกลับ เป็นท่อที่นำสารละลายกลับมาสู่ถังเก็บอีกครั้ง
  - 5) ระบบควบคุมต่างๆ เพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร
- ความเป็นกรดต่าง และระบบน้ำ

### 2.1.2 ส่วนประกอบของระบบ NFT

- 1) ถังเก็บ สารละลาย ธาตุอาหาร ถังจะอยู่จุดต่ำสุดของระบบคือ อยู่ใต้ดิน ควรมีการปิดเพื่อป้องกันแสงและการเจริญของสาหร่าย และก่อกำแพงข้างสูงกว่าระดับพื้นดิน เพื่อป้องกันฝุ่นหรือน้ำผิวดินเข้าไป ทำให้มีการปนเปื้อนขึ้น

## 2) เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน เครื่องสูบน้ำไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า

ควรออกแบบให้ทนทานสำหรับที่จะทำงานตลอดเวลา และสามารถดูดสารละลายธาตุอาหารที่เจือจางที่สามารถมีการกักคร่อนได้เล็กน้อย ความเข้มข้นเกลือปกติจะมีความนำไฟฟ้าในช่วง 2-5 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และมีค่าความเป็นกรดต่าง ในช่วง 5.5-6.8 ค่าการนำไฟฟ้าที่น้อยกว่า 8 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร บางทีอาจจะพบได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (2-3 สัปดาห์) และค่าความเป็นกรดต่าง ที่ต่ำกว่าค่าในช่วงทำงานของเครื่องที่ตั้งไว้ อาจเกิดขึ้นได้บางครั้งในช่วงสั้นๆ ด้วยเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าหนึ่งหรือสองตัวก็น่าที่จะเพียงพอเมื่อต้นพืชยังเล็กอยู่ เมื่อระบบรากแผ่ขยายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพอากาศร้อน

ในบางสภาวะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำเป็นต้องจำกัดการเจริญเติบโต ในช่วงระยะแรก เช่น มะเขือเทศ ภายใต้สภาพแสงที่มีความเข้มข้นต่ำ การหมุนเวียนสารละลายไม่จำเป็นต้องให้ต่อเนื่องกัน ซึ่งจะลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าและลดการเสื่อมของปั๊ม แต่ถึงบรรจุดึงมีความจุที่เพียงพอในการรับสารละลายที่ระบายกลับไปจากร่องปลูก

## 3) รางปลูก วัสดุที่ทำรางปลูกหรือร่องปลูก ที่ใช้สำหรับระบบ NFT มีตั้งแต่แผ่นโพลีเอทิลีนไปจนถึงรูปแบบที่สำเร็จจากโรงงานแต่ที่ทำได้ง่ายที่สุดทำจากโพลีเอทิลีนสีขาว ด้านหนึ่งดำอีกด้านหนึ่ง ที่กว้าง 70 เซนติเมตร

แม้ว่ารางปลูกที่ทำจากแผ่นโพลีทินจะเป็นวิธีการที่ง่าย แต่การทำให้ลาดเอียงนั้นกลับสำคัญมาก ประการแรกที่ร่องปลูกต้องมีฐานแบนกว้าง เพื่อรองรับระบบรากที่แผ่กว้าง ร่องปลูกที่แคบจะทำให้การไหลผ่านรากช้าลง จึงทำให้ความลึกของสารละลายเพิ่มขึ้น

มีความพยายามหลายๆ ทางที่จะรักษาระดับของสารละลายตลอดร่องปลูก แต่อาจมีปัญหาเมื่อตอนเริ่มปลูกเนื่องจากสารละลายที่ไหลอาจจะเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง จึงไม่สามารถทำให้กระถางหรือบล็อกร่องปลูกได้รับสารละลายทั่วถึงกัน ปัญหานี้จะหายไปเองเมื่อรากพื้นเจริญพื้นวัสดุปลูกหรือสานกันเป็นแผ่น อย่างไรก็ตามในระยะแรกของการเจริญเติบโตของพืชจึงแนะนำให้วางแผ่นชั้นน้ำวางร่องปลูกใต้ต้นพืช ช่วงแรกๆการใช้แผ่นชั้นน้ำจะเป็นการให้สารละลายพืชอย่างเพียงพอ รากของพืชจะเจริญไปตามแรงดึงดูดโลกและหยั่งลงสู่แผ่นชั้นน้ำด้านล่าง ทำให้เกิดปัญหาการแลกเปลี่ยนอากาศขึ้น

ประการสำคัญที่สองของการจัดวางร่องปลูกคือ ความลาดเอียงของร่องปลูก เพื่อให้สารละลายธาตุอาหารไหลได้ทันทีจากด้านบนลงสู่ด้านล่างแปลง เพื่อให้สารละลายมีอยู่เพียงต้นๆ ร่องปลูกควรปิดไม่ให้โดนแสง เพื่อป้องกันการเจริญของสาหร่าย ควรเพิ่มแผ่น โพลีทีนิดที่ปลายสุด ร่องปลูกยาวจะมีปัญหาเรื่องการละลายของอากาศ ความยาวมากที่สุดไม่ควรเกิน 20 เมตร ความยาวที่เหมาะสมควรมีขนาด 10-15 เมตร สำหรับเมืองหนาว



## 2.2 ระบบสารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากในระดับลึก (Deep Flow Technique: DFT) Dynamic root Floating (DRFT)

2.2.1 การปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากฝักในระดับลึก (Deep Flow Technique: DFT) วิธีนี้เหมือนการปลูกแบบลอยน้ำซึ่งสามารถปลูกได้ดีในที่มีแคคจัด โดยวิธีนี้มีช่องว่างระหว่างแผ่นปลูกกับสารละลายธาตุอาหารพืชประมาณ 3-5 เซนติเมตร เพื่อให้รากฝักบางส่วนถูกอากาศและบางส่วนอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช ฝักที่ปลูกได้ดีและนิยมปลูกในระบบนี้ได้แก่ ฝักไทย (ฝักกินใบที่มีอายุสั้น ประมาณ 20-30 วัน) เช่น ฝักคะน้า ฝักบั้ง ฝักโคม เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

2.2.2 การปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารและอากาศไหลวนผ่านรากฝักในระดับลึกอย่างต่อเนื่องในถาดปลูก (Dynamic Root Floating Technique : DRFT) ระบบนี้พัฒนามาจากระบบ DFT โดยเพิ่มการไหลเวียนของอากาศและสารละลายธาตุอาหารพืช ฝักที่ปลูกได้ดีและนิยมปลูก ได้แก่ ฝักไทยระบบ Dynamic Root Floating (DRFT) การปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และให้อากาศไหลวนผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่องที่ระดับความลึกประมาณ 4 เซนติเมตร โดยที่สารละลายธาตุอาหารจะไหลลงสู่ถังบรรจุ จากนั้นจึงไหลเวียนขึ้นไปในถาดปลูกด้วยปั๊มน้ำ ขณะที่สารละลายไหลเวียนขึ้นไปด้านหัวถาดปลูกจะผ่านหัวพ่นอากาศเพื่อเติมอากาศให้สารละลาย และไหลผ่านรากพืชตามถาดปลูกมาสู่ด้านท้ายถาดปลูกจะผ่านสวิตช์ปรับน้ำ (Nutrient Level Adjust) ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับความสูงต่ำของสารละลายในถาดปลูก เป็นระบบที่พัฒนามาจากใต้หวัน และมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับประเทศไทย ลักษณะของระบบจะเป็นโรงเรือนขนาดเล็ก โดยทั่วไปมีขนาด 2 x 7 เมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกใส ป้องกันแสง UV ทำให้ทนต่อแสงแดด อายุการใช้งานนาน 2 – 3 ปี ด้านข้างเป็นมุ้งไนลอนป้องกันแมลง ดังนั้น ระบบน้ำจะเป็นระบบปิด เป็นระบบที่มีการปลูกแพร่หลายระบบหนึ่งในประเทศไทย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558, น.3)

## 3. วัสดุปลูกสำหรับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

วัสดุปลูกที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชได้รับธาตุอาหารทางรากจากการเติมธาตุอาหารลงในวัสดุปลูก คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุปลูก คือ สามารถกักน้ำ ส่วนของพืชที่อยู่เหนือดินให้ตั้งตรงอยู่ได้ เก็บสำรองน้ำ และธาตุอาหารพืช ควบคุมความชื้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช และสามารถแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูก คุณสมบัติที่ดีของวัสดุปลูก ต้องสะอาด ปราศจากแมลง โรค และเมล็ดวัชพืช มีช่องว่างสำหรับการ

ถ่ายเทหรือหมุนเวียนอากาศ มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ปานกลาง เนื่องจากการอุ้มน้ำที่ดีและเหมาะสม จะทำให้ความชื้นสูงเพียงพอต่อการงอก และไม่เป็นสาเหตุให้เมล็ดเน่า วัสดุปลูกสามารถยึดรากไว้ไม่แตกต่างกันในขณะที่ย้ายปลูก และมีความอุดมสมบูรณ์สูง (เนตรชนก เกียรติ์นันทพัทธ์ และ ชวนพิศ อรุณรังสิกุล, 2555)

นอกจากนี้ พิสมัย จุฑะมงคล (2534) ยังได้กล่าวอีกว่า คุณสมบัติของวัสดุปลูกที่ใช้พิจารณาถึงความเหมาะสม ได้แก่ ความจุในการดูดซับน้ำ 30 – 60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ควรมีที่ว่างระหว่างเม็ดดินหรือความพรุนประมาณ 50% ซึ่งเป็นช่องว่างสำหรับน้ำและอากาศอย่างละ 25% ความหนาแน่นรวมในช่วง 0.721 – 0.926 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความเป็นกรดต่าง 5.5 – 6.5 ค่าการนำไฟฟ้าในช่วง 1.5 – 3.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน 10 – 30 มิลลิกรัมสมมูลต่อ 100 กรัมน้ำหนัก

### 3.1 คุณสมบัติของวัสดุปลูกที่เหมาะสม

พัชรินทร์ โพธิ์ทอง (2540) ได้อธิบายคุณสมบัติของวัสดุปลูกที่เหมาะสม ดังนี้

**3.1.1 ความจุอากาศของวัสดุปลูกและการระบายน้ำ** เป็นสิ่งสำคัญมาก รากพืชจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมีการระบายอากาศที่ดี มีระดับความชื้นและธาตุอาหารเพียงพอ การกระจายตัวของช่องว่างมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในวัสดุที่ถูกยึดไว้ได้ โดยเฉพาะถ้าขนาดของช่องว่างมีขนาดเล็ก จะเกิดการขังน้ำได้ วัสดุปลูกที่เหมาะสมควรมีอากาศ 10-20 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 35-50 เปอร์เซ็นต์ ความจุความชื้นของวัสดุปลูกควรอยู่ในช่วง 30-60 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรหรือ 183 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้วัสดุปลูกควรมีความหนาแน่นรวม (bulk density) ที่เหมาะสม เช่น 0.721-1.282 และ 0.15-0.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

**3.1.2 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C)** ที่เหมาะสมสำหรับวัสดุปลูก ในภาชนะควรอยู่ระหว่าง 10-30 มิลลิอีควิวาเลนต์ต่อ 100 กรัม หรือ 10-100 มิลลิอีควิวาเลนต์ต่อ 100 มิลลิลิตร ถ้าค่าต่ำกว่านี้จะไม่เหมาะสมในการปลูกพืช จึงจำเป็นต้องนำเอาวัสดุอื่นๆ เช่น พีทมอส เวอร์มิคูไลท์ และอินทรีย์วัตถุที่ค่า C.E.C. สูง นำมาเป็นส่วนผสมทำให้ส่วนประกอบของวัสดุปลูกมีค่า C.E.C. สูงขึ้น ค่า C.E.C. ควรอยู่ในระดับที่เหมาะสม ค่าสูงเกินไปทำให้มีปริมาณเกลือสูง และถ้าระดับต่ำเกินไปทำให้สารละลายธาตุอาหารมีปริมาณเกลือต่ำลง

**3.1.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของวัสดุปลูก** มีผลควบคุมธาตุอาหารที่พืชจะสามารถนำไปใช้ได้ พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในระดับความเป็นกรดต่ำเล็กน้อย คือ ในช่วง 6.2-6.8 ถ้าสภาพความเป็นกรดและด่างของวัสดุมีค่าต่ำผิดปกติ ทำให้อะลูมิเนียมและแมงกานีส สลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช ระดับของความเป็นกรดต่ำที่สูงสามารถนำไปสู่การตกตะกอนของธาตุอาหารรอง เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี เพราะฉะนั้นในการใช้วัสดุปลูกทุกครั้ง

ควรตรวจระดับความเป็นกรดค่า และปรับเข้าที่ระดับที่พืชต้องการก่อนนำไปใช้ประโยชน์

### 3.1.4 ค่าการนำไฟฟ้า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในระบบ NFT

อยู่ระหว่าง 2-4 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าที่สูงกว่านี้จะใช้กับมะเขือเทศตอนแรกๆ ภายในสภาพที่ความเข้มแสงต่ำ และลดลงถึงประมาณ 3 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น และการคายน้ำสูง ระดับการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมจะค่อนข้างสูงกว่าในน้ำกระด้าง (แคลเซียมสูง) มากกว่าในน้ำอ่อน (แคลเซียมต่ำ) น้ำที่มีความบริสุทธิ์พอทำให้พืชเจริญเติบโตดี

3.1.5 อากาศ ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนอกจากให้ธาตุอาหารครบตามที่พืชต้องการแล้ว ยังต้องให้ออกซิเจนแก่รากพืชด้วย พืชต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ เพื่อช่วยในการสังเคราะห์แสง โดยรวมตัวกับออกซิเจนและถูกดูดเข้าที่ปากใบ แล้วสร้างอาหารให้กับพืช การให้สารละลายธาตุอาหารพืช ควรให้ในประมาณที่พอเพียงถึงทุกส่วนของวัสดุปลูกอย่างสม่ำเสมอ ส่วนที่วัสดุปลูกไม่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้ จะถูกระบายอย่างรวดเร็ว

เพื่อให้มีปริมาณของก๊าซออกซิเจนอย่างเหมาะสมเข้าไปอยู่แทนที่ในส่วนช่องว่างนั้น ขนาดของเครื่องสูบน้ำไฟฟ้า และความบ่อยครั้งในการให้สารละลายธาตุอาหารพืชขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของวัสดุรองรับพืช การให้สารละลายธาตุอาหารพืชควรให้เฉพาะช่วงกลางวัน การวางแผนโพนให้พื้นผิวของสารละลายจะเกิดช่องว่างระหว่างแผ่นโพนกับผิวของสารละลาย ช่องว่างนี้จะช่วยให้สารละลายได้สัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้น เมื่อปลูกพืชในสภาพอากาศร้อนควรเพิ่มอากาศหรือออกซิเจนในสารละลาย โดยให้สารละลายธาตุอาหารมีการไหลเวียนมากขึ้น

## 3.2 ชนิดของวัสดุปลูก

ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีวัสดุหลายชนิด ซึ่งส่วนมากจะเป็นของแข็ง การเลือกใช้วัสดุชนิดใด ขึ้นอยู่กับราคา ความยากง่าย การระบายอากาศดี อุ้มน้ำได้ดี และต้องคำนึงรากพืชได้ดี และไม่จำเป็นต้องมีธาตุอาหารอยู่เพียงพอ เพราะสามารถใส่ให้ได้ ด้วยการใส่สารเคมีหรือปุ๋ยต่างๆ ได้ พชรินทร์ โพธิ์ทอง (2540) ได้แบ่งชนิดของวัสดุปลูกไว้ดังนี้

### 3.2.1 วัสดุที่ได้จากสารอนินทรีย์ในธรรมชาติ (Natural Inorganic Substrate)

เป็นวัสดุที่ช่วยในการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแบ่งได้หลายชนิด คือ

1) ทราย (sand) เป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาไม่แพง และสะอาด ทรายที่นำมาใช้ควรเป็นทรายที่มีขนาดเล็ก ไม่ละเอียด หรือใหญ่จนเกินไป ข้อดีของทรายคือ ราคาถูก และหาง่าย ใช้ได้นาน ขนาดของทรายมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าละเอียดมากเมื่อความชื้นจับตัวกันแน่น ทำให้การระบายน้ำ และการถ่ายเทอากาศไม่ดี ทำให้พืชเจริญเติบโตไม่ดี ถ้ามีขนาดใหญ่เท่ากรวดเล็กๆ ก็มีปัญหาเพราะจะไม่อุ้มน้ำ และต้องให้น้ำบ่อย ซึ่งทำให้เสียเวลา และปริมาณสารละลายธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ทรายมีความหนาแน่นรวม (bulk density) 1.92 กรัมต่อมิลลิลิตร มีช่องว่างทั้งหมด



(total porosity) 36.0 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ช่องอากาศ (air space) 26.6 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร ทรายที่เหมาะสมควรเป็นทรายน้ำจืด นำมาล้างทำความสะอาดโดยให้มีเศษวัสดุต่างๆ ติดมาน้อยที่สุด ไม่ควรมีเกลือติดมาด้วย เนื่องจากเกลือที่ติดมาทำให้เป็นอันตรายกับรากพืชได้

2) *เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite)* เป็นแร่ที่พบในธรรมชาติ มีลักษณะเป็นรูพรุน น้ำหนักเบา มีความเป็นกรดต่ำ เป็นกลาง สามารถดูดน้ำได้ 3-4 เท่าของน้ำหนักแห้ง ไม่ละลายน้ำ มี 2 ขนาด คือ ขนาดเล็กมาก ใช้สำหรับเพาะเมล็ด และขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว ใช้สำหรับปลูกพืชซึ่งจะถ่ายเทอากาศได้ดี ไม่มีธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่มีโปแตสเซียม 5-8 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 9-12 เปอร์เซ็นต์ และอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ มี C.E.C. ประมาณ 100-150 มิลลิอิกวิวาเลนต์ต่อ 100 กรัม เมื่อให้ความร้อนกับทรายที่มีอุณหภูมิสูง 2,000 องศาฟาเรนไฮต์ น้ำที่อยู่ระหว่างเม็ดทรายจะระเหยเป็นไอออกไป ทำให้เวอร์มิคูไลท์แยกตัวเป็นชั้นๆ มีลักษณะเป็นก้อนหรือเป็นเกล็ดเล็กๆ ที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำซึ่งสามารถดูดซับน้ำได้สูง

3) *เพอร์ไลท์ (perlite)* เป็นหินจากภูเขาไฟที่นำไปย่อยและร่อนแล้ว นำเข้าเตาอบที่มีความร้อนประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส การขยายตัวทำให้มีน้ำหนักเบา มีความคงทนสูง ไม่มี C.E.C. ความเป็นกรดต่ำ 7.5 ซึ่งจะไม่มีผลต่อวัสดุปลูก มีราคาถูก เพอร์ไลท์มี C.E.C. 1.5 มิลลิอิกวิวาเลนต์ต่อ 100 กรัม มีความสามารถในการเก็บน้ำ 27 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีการระบายน้ำดี เพอร์ไลท์ประกอบไปด้วย ธาตุอะลูมิเนียม โปแตสเซียม และโซเดียมอยู่ด้วย แต่ไม่เป็นประโยชน์หรือโทษกับพืช ได้มีการทดลองปลูกคาร์เนชันในเพอร์ไลท์ พบว่า คาร์เนชันจะได้รับอันตรายอันเกิดจากพิษของอะลูมิเนียมเมื่อความเป็นกรดต่ำกว่า 5 แต่ถ้าความเป็นกรดของวัสดุปลูกสูงกว่านี้จะไม่แสดงอาการ

4) *ใยหิน (rock wool)* เป็นวัสดุที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำประกอบด้วย diabase 60 เปอร์เซ็นต์ dolerite 20 เปอร์เซ็นต์ และยังมีหินปูนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำมาเผาหรืออบที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส จะมีรูพรุนมาก สามารถดูดซับน้ำ องค์ประกอบของร็อควูลประกอบด้วย เหล็ก และทองแดง ซึ่งไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช เพราะเป็นสารเลื้อย ข้อเสียของใยหินคือจะเก็บสะสมน้ำไว้มากเกินไป ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชก็จะมีเกลือสะสมเมื่อน้ำระเหยหรือถูกดูดนำไปใช้

5) *ฟองน้ำสังเคราะห์ (plastic foam)* ฟองน้ำสังเคราะห์มีหลายชนิด เช่น polystyrene, polyurethane และ polyphenolic compound เป็นต้น polystyrene เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูกมากที่สุดเนื่องจากอุ้มน้ำได้ดีและมีน้ำหนักเบา

ก่อนใช้ฟองน้ำปลูกพืชควรนำมาแช่น้ำแล้วบีบน้ำออกหลายๆ ครั้ง เพื่อล้างสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กที่เจือปนอยู่ เนื่องจากสารเหล่านั้นอาจมีผลกระทบต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืช

**3.2.2 วัสดุที่ได้จากสารอินทรีย์ในธรรมชาติ (Natural Organic Substrate)** เช่น พีท หรือ ดินเหนียว มีความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารมากกว่าวัสดุอื่นๆ เช่น ทราย กรวด การใช้วัสดุเหล่านี้มีความจำเป็นที่ต้องการฆ่าเชื้อ เพราะส่วนที่ใช้แล้วสามารถทิ้งไป และหา มาแทนที่ได้ สารอินทรีย์ธรรมชาติที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดินมีหลายชนิด เช่น

1) ขุยมะพร้าว (coir dust) ปกตินำมาเป็นส่วนผสมสำหรับการปลูกพืช เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางฟิสิกส์ของวัสดุปลูกให้ดีขึ้น โดยเพิ่มความสามารถในการดูดธาตุอาหาร เป็นการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำและอากาศ สามารถอุ้มน้ำได้ถึง 4-5 เท่าของน้ำหนักตัวเอง ขุยมะพร้าวมีสภาพค่อนข้างเป็นกรดเกือบถึงสภาพเป็นกลาง มีไปแตสซีเอ็มค่อนข้างสูง มีขนาดอนุภาค ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 0.5-2.0 มิลลิเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การซาบซึมน้ำ 0.15 เซนติเมตรต่อวินาที ขนาดของอนุภาคส่วนใหญ่อยู่ในขนาด 0.0047 ไมครอน ความหนาแน่นรวม 0.06 กรัมต่อมิลลิลิตร ความหนาแน่นอนุภาค 1.55 กรัมต่อมิลลิลิตร ความพรุนทั้งหมด 95.53 เปอร์เซ็นต์ ช่องว่างอากาศ 4.87 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ 35.28 เปอร์เซ็นต์ และความจุในการดูดยึดความชื้นไว้ได้ 8.76 เปอร์เซ็นต์ ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุค่อนข้างสะอาด มีความเป็นกรดเล็กน้อย คือ มีความเป็นกรดค้าง อยู่ในช่วง 6.2 มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มาก เมื่อนำไปผสมกับทรายก่อสร้างในอัตรา 1:1 เป็นอัตราที่เหมาะสมในการเพาะเมล็ดไม้ดอก ได้มีการใช้ขุยมะพร้าว แกลบ และวัสดุอื่นๆ ที่เหลือใช้มาทดลองปลูกพืชแทนดิน พบว่าพืชชนิดต่างๆ เช่น มะเขือเทศ แตงกวา แตงเทศ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในวัสดุซึ่งเป็นส่วนผสมของแกลบสด และขุยมะพร้าว ปัจจุบันการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อการค้าในมาเลเซีย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อน พบว่าขุยมะพร้าวสามารถนำมาเป็นวัสดุปลูกที่ใช้ได้ดีที่สุด

2) พีท (peat) เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพัง ทับถมกันเป็นระยะเวลาอันยาวนานหลายร้อยปีของซากพืชที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณที่มีฝนตกชุก ความชื้นสูง และมีอากาศเย็นในช่วงฤดูร้อน คุณภาพขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ให้กำเนิด ภูมิภาค สภาพการผุเปื่อย

ปริมาณธาตุอาหารและคุณภาพความเป็นกรดของพีท พีทมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง แต่มีธาตุอาหารที่จำเป็นเพียงเล็กน้อย พีทมีคุณสมบัติเป็นกรด ส่วนใหญ่นำไปเป็นส่วนผสมทราย และเวอร์มิคูไลท์ในอัตราส่วน 1:1:1 พบว่าเมื่อนำมาปลูกมะเขือเทศทำให้ได้ผลผลิตที่ดี

3) แกลบ (*rice hull*) เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายจากโรงสีข้าว คุณค่าทางเคมีของ แกลบประกอบด้วยองค์ประกอบโดยประมาณดังนี้ โปรตีน 3.27 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 3.13 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 38.64 เปอร์เซ็นต์ เถ้าถ่านรวม 10.49 เปอร์เซ็นต์ ซิลิกอน 9.53 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าถ่านที่ละลาย น้ำได้ 0.96 เปอร์เซ็นต์ C/N ratio ของแกลบอยู่ระหว่าง 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของอินทรีย์วัตถุ ที่นำมาผสม ได้มีการใช้วัสดุซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างแกลบสด และขุยมะพร้าว นำมาเป็นวัสดุปลูก พืชชนิดต่างๆ เช่น มะเขือเทศ แตงเทศ น้ำเต้า ผักกวางตุ้ง ผักกาดขาว พริกขี้หนู และไม้ดอก เช่น ดาวเรือง เทียนสี ซึ่งทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี

4) ขี้เลื่อย (*sawdust*) เป็นวัสดุที่ได้จาก โรงเลื่อยที่ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา นาน บริเวณชั้นบนมีการผุสลายตัวดี มักเป็นกรดจัดจนทำอันตรายกับรากพืชได้ การใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุ ปลูกนั้น ต้องมีการเปลี่ยนวัสดุปลูกหลังจากปลูกพืชได้ 1-2 ฤดู เพราะจะเกิดการอัดตัวกันแน่น และ ควรเปลี่ยนวัสดุใหม่เพื่อหลีกเลี่ยงเชื้อโรคที่ติดมากับวัสดุปลูกได้ ขี้เลื่อยที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์พืช แต่ไม่ควรปลูกเกิน 6 เดือน เพราะอาจเป็นพิษกับพืชปลูกได้ เมื่อนำขี้เลื่อยมาผสมกับพีท ทราบ และ ฟางข้าว เพื่อใช้ในการปลูกมะเขือเทศทำให้ผลผลิตที่ได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

5) ถ่านแกลบ (*rice husk charcoal*) ถ่านแกลบเป็นวัสดุได้จากการเผาของ โรงสีไปเพื่อเป็นพลังงาน ส่วนที่เหลือเป็นถ่านแกลบสีดำ มีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี มีความพรุน ที่เหมาะสม และมีความสะอาดเพียงพอเหมาะในนำปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูก (*Substrates culture*) มีความ เป็นกรดต่ำ (pH) 8.5 อุ้มน้ำได้ดี ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ ความพรุนสูง มีการสลายตัวน้อย แต่จะมีการอัดตัวบ้างหลังปลูก น้ำหนักเบา ง่ายต่อการนำมาใช้ ราคาถูก

6) เปลือกไม้ (*bark*) เปลือกไม้ที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูกมักได้มาจาก โรงงาน แปรรูปไม้ การใช้เป็นวัสดุปลูกควรนำมาบดและหมักก่อน ทั้งนี้เนื่องจากสารบางอย่างจากเปลือกไม้ หรือเกิดจากการสลายตัวของเปลือกไม้เป็นอันตรายต่อพืช เปลือกไม้อุ้มน้ำได้น้อยแต่สามารถ ระบายอากาศได้ดี

#### 4. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

ชานนท์ ลากิจิตร และวิไลลักษณ์ ชินะจิตร (2551) อธิบายว่า การงอกเป็นสิ่งบอกถึง ความมีชีวิตของเมล็ด ความสามารถที่จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นพืชปกติได้ ในการที่จะทำให้เกิดความงอกนั้น เมล็ดจะต้องถูกนำไปปลูกหรือเพาะในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมล็ดต้องได้รับ ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอก คือ น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิที่เหมาะสม และในเมล็ดพันธุ์ บางชนิดยังต้องการแสงเพื่อกระตุ้นให้เกิดการงอก

**4.1 น้ำ หรือความชื้น** เมล็ดที่นำมาทดสอบความงอกจะได้รับน้ำหรือความชื้นจากวัสดุเพาะโดยการดูดซับน้ำ ฉะนั้นน้ำหรือความชื้นในวัสดุเพาะต้องอยู่ในปริมาณที่พอเพียงที่เมล็ดจะดูดไปใช้ได้ หากวัสดุเพาะมีน้ำมากเกินไปจะกีดกันการดูดซึมน้ำออกซิเจนของเมล็ด ในขณะที่เดียวกัน ถ้าความชื้นในวัสดุเพาะต่ำ เมล็ดจะงอกได้ช้าหรืออาจไม่งอก

**4.2 ออกซิเจน** เมล็ดได้รับออกซิเจนจากบรรยากาศรอบๆเมล็ด ปกติแล้วในบรรยากาศทั่วไป มีออกซิเจนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในปริมาณที่เพียงพอต่อการงอกของเมล็ด

**4.3 อุณหภูมิที่เหมาะสม** อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพืชต่างๆ ไปอยู่ในช่วง 10-35 องศาเซลเซียส เมล็ดพืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิสูงต่ำสลับกัน

**4.4 แสง** เมล็ดพืชบางชนิดต้องการแสงเพื่อไปกระตุ้นการงอก แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติหรือแสงที่มีความเข้มประมาณ 75-100 แรงเทียน พอเพียงในการกระตุ้นให้เมล็ดงอก

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ดพืช

ศรีสุนันท์ กิจภักดีกุล และเขาวพา จิระเกียรติกุล (2545) ศึกษาผลของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ที่มีต่อการงอกของเมล็ดคะน้า โดยวัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลองคือ ทรายหยาบผสมขุยมะพร้าว ทรายหยาบผสมถ่านแกลบ ทรายหยาบผสมแกลบ ขุยมะพร้าวผสมถ่านแกลบ ขุยมะพร้าวผสมแกลบ ถ่านแกลบผสมแกลบ อัตราส่วน 1:1 พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดคะน้าไม่แตกต่างกันเมื่อปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

ลักษมณ ปีดานนท์ชัย (2550) ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าและปุ๋ยเคมีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยใช้แกลบป่น ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมัก ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 0.8 และ 1.6 กรัมต่อลิตรและเปรียบเทียบกับพีทมอส พบว่า วัสดุเพาะกล้าทุกสูตร ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ชมพู โทวรรณ และคณะ (2551) ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยหาวัสดุเพาะกล้าที่ดีมาใช้ประโยชน์ในธุรกิจเพาะกล้า โดยเฉพาะเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมีวัสดุเพาะจำนวน 18 สูตร เป็นหน่วยทดลอง จากผลการทดลองพบว่า สูตรที่มีพีทมอส : แกลบเผา อัตรา 1:1 และสูตรที่มี พีทมอส: ขุยมะพร้าว อัตรา 1:1 มีอัตราการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอกที่สูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับพีทมอสที่นิยมใช้

ชานนท์ ลากจิตร และวิไลลักษณ์ ชินะจิตร (2551) ศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตต้นกล้ามะเขือเทศเพื่อการผลิตในโรงเรือน : ผลของวัสดุเพาะกล้า และขนาดถาดเพาะที่มี

ต่อการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ พบว่าวัสดุเพาะที่ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว:แกลบดิบ:แกลบคั่ว: filter cake 1:0.5:1:1 มีอัตราการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอกที่สูงใกล้เคียงกับพีทมอส ซึ่งเป็นวัสดุเพาะทางการค้า และให้การเจริญเติบโต น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงกว่าพีทมอส และพีทมอสผสมกับแกลบเผา อัตรา 1:1

มียศดา นาเอก (2553) ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในวัสดุปลูก perlite และ vermiculite ชนิดต่างๆ ในระบบปลูก Nutrient Film Technique (NFT) พบว่า ที่ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) 1.2 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ผักกาดหอมในวัสดุปลูก perlite ขนาด 4.75 มิลลิเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การงอกดีที่สุด รองลงมา คือ วัสดุปลูกที่เป็นการผสมระหว่าง perlite ขนาด 3.00 มิลลิเมตร และ vermiculite แบบลูกเต๋า อัตราส่วน 2:1

ศิรัชฐ์สพล หนูพรหม (2559) ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อความงอกของต้นกล้าบล็อคโคลี พบว่า ดินผสมทำให้เมล็ดบล็อคโคลีมีความงอกสูงถึง 81.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับขี้เถ้าแกลบ ส่วนผสมของหน้าดิน ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1:1 และส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบ ทราฮายาบ ในอัตราส่วน 1:1

## 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของพืช

พัชรินทร์ โพธิ์ทอง (2540) ศึกษาผลของวัสดุปลูกและออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของคะน้า พบว่า ต้นคะน้าที่ปลูกในขุยมะพร้าวอัดแท่งและขุยมะพร้าวใส่ถ้วยพลาสติกสีดำ ให้ผลผลิตสูงสุด และปริมาณธาตุอาหารที่ให้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และระดับของออกซิเจน

ศุภชัย อำคา (2544) ศึกษาวัสดุปลูกและอัตราปุ๋ยต่อการผลิตยอดผักอนามัย พบว่า ผักคะน้าและผักกาดฮ่องเต้ มีการเจริญเติบโตดีที่สุดในวัสดุปลูกที่ได้จากดินผสมขี้เถ้าไม้สับ ส่วนผักกาดกวางตุ้ง มีการเจริญเติบโตดีที่สุดในวัสดุปลูกที่ได้จากดินผสมขุยมะพร้าว

ศรีสุนันท์ กิจภักดีกุล และเขาวพา จิระเกียรติกุล (2545) ศึกษาผลของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของคะน้า พบว่า คะน้าที่ปลูกในวัสดุปลูกที่เป็นทราฮายาบผสมถ่านแกลบและทราฮายาบผสมขุยมะพร้าว มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุด

ธัญพิสิษฐ์ และชัชวัฒน์ (2546) ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของแตงเทศในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน พบว่า ต้นแตงเทศที่ปลูกในทราฮายาบพีทและพีทผสมเวอร์มิคูไลท์ มีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตดีที่สุด และให้ความหวานเท่ากัน ซึ่งสูงกว่าความหวานของแตงเทศที่ปลูกในวัสดุอื่นๆ ส่วนน้ำหนักสดของผล ขนาดของผล และความหนาเนื้อ พบว่าไม่มีความแตกต่าง และจากการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุปลูก พบว่า ค่าความเป็น



กรดต่างของทุกวัสดุปลูกมีแนวโน้มลดลง และค่าการนำไฟฟ้าของทุกวัสดุปลูกมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้น

เรวัตร์ จินดาเจีย (2546) ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอริ โดยไม่ใช้ดินในเขตร้อน พบว่า ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ ทรายหยาบ และแกลบดิบ ไม่มีความเหมาะสมในการเป็นวัสดุปลูกเดี่ยว ส่วนพีทมอสเป็นวัสดุปลูกที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอริได้ดีที่สุด วัสดุปลูกที่มีสัดส่วนขุยมะพร้าว:ทรายหยาบ:แกลบดิบ เท่ากับ 1:1:1 มีผลให้ต้นมะเขือเทศมีความสูงมากที่สุด ส่วนน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากมะเขือเทศเชอริมากที่สุดอยู่ในวัสดุปลูกผสมที่มีสัดส่วนขุยมะพร้าว:ทรายหยาบ:แกลบดิบ เท่ากับ 1:1:2 แต่ น้ำหนักผลดีและน้ำหนักผลผลิตรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

มุกดา สุขสวัสดิ์ และสุวารี สายจีน (2548) ศึกษาระยะเวลาการแช่เมล็ดและอัตราส่วนวัสดุเพาะต่างๆ เพื่อผลิตผักโตเหมี่ยว พบว่า การแช่เมล็ดเป็นเวลา 8 ชั่วโมงก่อนการเพาะเพื่อผลิตผักโตเหมี่ยว เป็นระยะเวลาที่เหมาะสม เนื่องจากมีผลทำให้ความยาวยอด จำนวนใบ และน้ำหนักยอดสดสูงกว่าการแช่เมล็ด 6 ชั่วโมง วัสดุเพาะเมล็ดที่ประกอบด้วยแกลบดำ คือ แกลบดำ:ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1 เป็นวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักโตเหมี่ยวกว่าวัสดุเพาะที่ประกอบด้วยทราย โฟมเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมที่จะเป็นส่วนประกอบในวัสดุเพาะ เนื่องจากเป็นวัสดุที่ไม่ย่อยสลายในธรรมชาติและไม่มีผลแตกต่างในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดผักโตเหมี่ยว

ปริญภรณ์ แนนไส (2546) ศึกษาอิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก พบว่า การตอบสนองของพืชต่อสูตรวัสดุเพาะกล้า ในการทดลองเพาะกล้าครั้งที่ 1 คือ มะเขือเทศ กระน้ำ และกะหล่ำดอก โดยไม่ทำการเพิ่มธาตุอาหารให้กับต้นกล้า ปรากฏว่า วัสดุเพาะที่ใช้เพาะกล้าเปรียบเทียบกับให้ต้นกล้าที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด โดยให้ค่าเฉลี่ยความสูง 7.72 เซนติเมตร น้ำหนักสด 0.95 กรัม และน้ำหนักแห้ง 0.1053 กรัม และในการทดลองเพาะกล้าในครั้งที่ 2 หลังจากเพาะเมล็ด 5 และ 10 วัน ทำการให้ยูเรีย (46-0-0) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้กับต้นกล้าแดงควา ผักกาดขาวปลี และสลัด ปรากฏว่า ขุยมะพร้าว แกลบดิบ ปุ๋ยหมัก (1:1:0.5) ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด โดยให้ค่าเฉลี่ยความสูง 11.52 เซนติเมตร น้ำหนักสด 5.18 กรัม และน้ำหนักแห้ง 0.3290 กรัม

อารักษ์ ธีรอำพล (2548) ทดสอบวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักกาดหอม โดยไม่ใช้ดิน พบว่า ขุยมะพร้าว และเพอร์ไลต์มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูกผักกาดหอม โดยไม่ใช้ดิน และเพอร์ไลต์ยังให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตสูงที่สุด

ลักษณะ ปิตานนท์ชัย (2550) ได้ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยใช้แกลบป่น ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมัก ในอัตราส่วน

ที่แตกต่างกันและใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 0.8 และ 1.6 กรัมต่อลิตรและเปรียบเทียบกับฟิทมอส พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 28 วัน สูตรที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว: ปุ๋ยหมัก อัตรา 1:0.5 ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของยอดแลรอกมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนการใช้ปุ๋ยสูตร 16:16:16 ให้การเจริญเติบโตทุกด้านดีกว่าปุ๋ยสูตรอื่น

ชมพู โทวรรณ และคณะ (2551) ได้ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยหาวัสดุเพาะกล้าที่ดีมาใช้ประโยชน์ในธุรกิจเพาะกล้า โดยเฉพาะเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมีวัสดุเพาะจำนวน 18 สูตร เป็นหน่วยทดลอง จากผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้านั้น พบว่า สูตรที่มีขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake อัตราส่วน 1: 0.5: 1: 1 และสูตรที่มี ฟิทมอส: filter cake อัตรา 1:1 มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าฟิทมอส และพบว่าฟิทมอส: filter cake อัตรา 1:1 ให้น้ำหนักแห้งต้นกล้าสูงที่สุด ดังนั้น ในการนำไปใช้ประโยชน์สามารถคัดเลือกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบดิบ แกลบเผา และ filter cake นำมาเป็นส่วนประกอบของวัสดุร่วมกับการใช้ฟิทมอส เพื่อลดต้นทุนค่าฟิทมอสลงได้ นอกจากนี้ในกรณีไม่มีฟิทมอส สามารถนำวัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake อัตราส่วน 1:0.5:1:1 มาใช้เป็นวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศได้

ชานนท์ ลาภจิตร และวิไลลักษณ์ ชินะจิตร (2551) ศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตต้นกล้ามะเขือเทศเพื่อการผลิตในโรงเรือน : ผลของวัสดุเพาะกล้า และขนาดถาดเพาะที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่าวัสดุเพาะที่ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว:แกลบดิบ: แกลบเผา:filter cake 1:0.5:1:1 ให้การเจริญเติบโต น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงกว่า ฟิทมอส และฟิทมอสผสมกับแกลบเผา อัตรา 1:1

มียดา นานอก (2553) ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในวัสดุปลูก perlite และ vermiculite ชนิดต่างๆ ในระบบปลูก Nutrient Film Technique (NFT) พบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอมสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 หลังย้ายปลูกลงวางในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 4 ผักกาดหอมมีความแตกต่างกันในด้านน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง และในสัปดาห์ที่ 5 การเจริญเติบโตของผักกาดหอมมีความแตกต่างกันเกือบทุกด้าน ยกเว้น การเจริญเติบโตทางด้านความยาวราก โดยในวัสดุปลูก perlite ขนาด 3.00 มิลลิเมตร ผสม vermiculite แบบลูกเต๋า อัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร ผักกาดหอมมีจำนวนใบ ความยาวต้น ขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง เฉลี่ยสูงสุด ดังนั้น การใช้ perlite ผสม vermiculite ในอัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร ให้ผลดีในการนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในระบบ NFT

เหนียวคำ คำมีนาที (2555) ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดา ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงมิถุนายน 2554 พบว่า

วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) และหรือการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีผลทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางต้น จำนวนใบ ความเขียวใบ น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินสูงที่สุด

เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ และ ชวนพิศ อรุณรังสิกุล (2555) ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการเกิดรากของต้นกล้าผักขาว พบว่า วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ดินร่วน 1 ส่วน ใบไม้ผุ 2 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 2 ส่วน ปุ๋ยคอก 1 ส่วน ให้ค่าเฉลี่ยที่สูงในลักษณะ ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และน้ำหนักรากสด และเป็นวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุปลูกต้นผักขาวมากที่สุด





# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสีในระบบ Nutrient Film Technique มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

### 1. การทดลอง

การทดลองในครั้งนี้ มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ถ้วยปลูก โดยมีสิ่งทดลองเป็นวัสดุปลูกสูตรต่างๆ ได้แก่

สูตรที่ 1 ฟองน้ำ

สูตรที่ 2 เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน

สูตรที่ 3 แกลบคิบ

สูตรที่ 4 แกลบดำ

สูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว

### 2. เครื่องมือและขั้นตอนการทดลอง

#### 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### 2.1.1 วัสดุปลูก

1) ฟองน้ำเนื้อพรุนสำหรับงานก่อสร้าง ฟองน้ำรูปลูกเต๋า กว้าง×ยาว×สูง = 2.5×2.5×2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร และบากเป็นร่องสำหรับวางเมล็ด

2) เพอร์ไลท์ และเวอร์มิคูไลท์ เป็นวัสดุปลูกที่สั่งซื้อมาจากบริษัทไฮกรีน เลขที่ 171/20 หมู่ที่ 6 ถนนบางนา-ตราด กม.32 ตำบลบ้านระกาศ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

3) แกลบคิบ ได้มาจากโรงสีข้าวในตำบลจอมจันทร์ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน แล้วนำมาคัดเอาสิ่งปลอมปนออก

4) แกลบดำ ได้จากการนำแกลบคิบมาเผาจนเป็นถ่าน โดยทำการจุดไฟในกองไฟ จนไฟลุกไหม้ดีแล้ว หลังจากนั้นนำถังโลหะที่มีปล่องควัน มาครอบลงบนกองไฟ แล้วจึงนำ

แกลบดิบมาสุมบนโลหะ โดยรอบถัง แกลบดิบจะได้รับความร้อนจากถังโลหะจนกลายเป็นแกลบดำ คล้ายถ่าน นำแกลบดำที่ได้มาทำให้เย็นโดยใช้น้ำรดในเปียกทั่วทั้งกอง และวางผึ่งให้แห้ง

5) ขุยมะพร้าว ได้มาจากร้านค้าจำหน่ายวัสดุ อุปกรณ์ทางการเกษตร ในจังหวัดน่าน

### 2.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการปลูก

1) ถ้วยปลูกพลาสติก ชนิดใช้ครั้งเดียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร สูง 5.25 เซนติเมตร มี 2 รอยผ่าที่ก้นถ้วย

2) ถาดเพาะ สำหรับวางถ้วยปลูก

3) ชุดแปลงทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Film Technique รุ่น 45 ช่องปลูก จำนวน 3 โต๊ะปลูก ขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร มีโต๊ะปลูกละ 5 ราง รางละ 9 หลุม จากบริษัทเซนไฮโดรโปนิกส์ 24/1 ซอย 1 ถนนกำแพงดิน ตำบลช้างคลาน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

### 2.1.3 สารละลายธาตุอาหาร

สารละลายธาตุอาหารสูตรของบริษัทเซนไฮโดรโปนิกส์ 24/1 ซอย 1 ถนนกำแพงดิน ตำบลช้างคลาน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

### 2.1.4 พื้นที่ทดลอง

เมล็ดผักกาดหอมคอสนิดไม่เคลือบ จากบริษัทไฮกรีน เลขที่ 171/20 หมู่ที่ 6 ถนนบางนา-ตราด กม.32 ตำบลบ้านระกาศ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

### 2.1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

1) วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

2) ตรวจวัดการเจริญเติบโต ได้แก่ ไม้บรรทัด ตราชั่ง และตู้อบลมร้อน

### 2.1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการควบคุมคุณภาพ

1) เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter)

2) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC meter)

3) เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ (Thermometer with Hygrometer)

## 2.2 ขั้นตอนการทดลอง

2.2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ความพรุนรวม (Porosity) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) และ ปริมาณช่องว่างอากาศ (Air-porosity) โดยมีการเก็บตัวอย่างวัสดุปลูกแต่ละชนิด ชนิดละ 3 ซ้ำ

### วิธีการเตรียมตัวอย่าง

- 1) เตรียมกระบอกลูกเต๋าดังตัวอย่างดิน (soil core sampler) ปริมาตร 100

ลูกบาศก์เซนติเมตร คัดฝากรองสีขาวบริเวณด้านหนึ่งของ core sampler ปิดด้วยเทปกาวเพื่อกันน้ำรั่ว  
ซึ่งน้ำหนัก A

- 2) เติมวัสดุปลูกลงในกระบอกลูกเต๋าดังเดิม เคาะเบาๆเติมวัสดุปลูกจนเต็มกระบอกลูกเต๋าดังเดิม

3) วางกระบอกลูกเต๋าดังที่บรรจุด้วยวัสดุปลูกในถาดทรงสูงที่มีน้ำสะอาดอยู่ ทิ้งไว้  
ให้วัสดุปลูกดูดซับน้ำจากทางด้านล่าง ประมาณ 30 นาที จนกระทั่งวัสดุปลูกอิ่มตัว

- 4) ปิดฝาด้านล่าง ซึ่งน้ำหนักกระบอกลูกเต๋าดังและฝาพร้อมวัสดุปลูกอิ่มตัว บันทึก

น้ำหนัก B

- 5) เปิดฝาด้านล่าง ทิ้งให้น้ำระบาย 30 นาทีหรือจนไม่มีน้ำระบายออกมา

นำไปซึ่งหาน้ำหนัก C

- 6) นำกระบอกลูกเต๋าดัง (ไม่รวมฝา) ที่บรรจุด้วยวัสดุปลูก ไปอบที่อุณหภูมิ 65-70

องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ซึ่งหาน้ำหนัก D

จากนั้นนำน้ำหนักที่หาได้ไปคำนวณหาความหนาแน่นรวม (Bulk density)

ความพรุนรวม (Porosity) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) และปริมาณช่องว่าง  
อากาศ (Air-porosity) โดยวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

### 2.2.2 การศึกษาความงอกของผักกาดหอมคอสที่เพาะในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

#### 1) การเตรียมวัสดุปลูก

- (1) เตรียมวัสดุปลูกจำนวน 5 สูตร ตามทริตเมนต์ข้อ 1.1 ดังนี้

ก. ฟองน้ำ ตัดเป็นรูปลูกเต๋าดัง ขนาด 16.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(กว้าง×ยาว×สูง = 2.5×2.5×2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ข. เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน

ค. แกลบสด

ง. แกลบดำ

จ. ขุยมะพร้าว

- (2) บรรจุวัสดุปลูกแต่ละชนิดลงในถ้วยปลูก โดยให้วัสดุปลูกอยู่ต่ำกว่า

ขอบถ้วยประมาณ 1 เซนติเมตร ยกเว้นฟองน้ำ ให้บรรจุฟองน้ำให้ถึงก้นถ้วยปลูก

## 2) การเพาะเมล็ดผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

(1) หยอดเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมคอสลงในวัสดุปลูก จำนวน 1 เมล็ดต่อหนึ่งถ้วยปลูก ให้เมล็ดจมลงในวัสดุปลูกประมาณ 0.5 เซนติเมตร สำหรับวัสดุปลูกที่เป็นฟองน้ำให้หยอดเมล็ดลงรอยกริดของฟองน้ำที่ตัดเป็นรูปปลูกเต๋า ซึ่งผ่านการแช่น้ำจนชุ่มแล้ว

(2) รดน้ำด้วยน้ำเปล่าให้ชุ่ม และเติมน้ำลงในถาดเพาะให้มีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร ในสภาพโรงเรือนเปิด หลังคามุงด้วยพลาสติก เป็นเวลา 14 วัน ระหว่างนั้นคอยเติมน้ำให้อยู่ในระดับ 1 เซนติเมตร และพรมน้ำให้ชุ่มด้วยกระบอกฉีดน้ำทุกเช้าเย็น

### 2.2.3 วิธีการปลูกและดูแลรักษาผักกาดหอมคอสที่ปลูกด้วยระบบ NFT

1) เตรียมแปลงปลูก ตัดตั้งโต๊ะปลูกและตรวจสอบระบบการทำงานของโต๊ะปลูก จากนั้นเติมสารละลายธาตุอาหาร A และ B ในปริมาณที่เท่ากัน (สูตรทางการค้าของบริษัท ไฮโดร โพนิกส์) เปิดระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารเพื่อเป็นการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ และผสมธาตุอาหาร A และ B ในถังเก็บ กำหนดค่า EC ที่ 1.0 – 1.6 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และควบคุมค่า pH ไว้ที่ 5.8 - 6.2

2) นำต้นกล้าผักกาดหอมคอส อายุสองสัปดาห์ ที่มีลักษณะต้นกล้าที่สมบูรณ์จากการศึกษาความงอก ข้อ 2.2.2 ย้ายปลูกในแปลงปลูก

3) ควบคุมค่า EC ที่ 1.0-1.6 mS/cm และค่า pH ที่ 5.8 - 6.2 ตลอดการทดลอง โดยใช้เครื่อง Electrical Conductivity meter วัดค่า EC ทุกวัน เวลา 07.00 – 08.00 น. และใช้ pH meter วัดค่า pH ทุกวัน เวลา 07.00 – 08.00 น.

## 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

### 3.1 สภาพภูมิอากาศ ได้แก่

3.1.1 อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ใช้ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ยทุกวันจากสถานีอากาศเกษตรน่าน ต.ผาสิ่งห่อ อ.เมืองน่าน จ.น่าน

3.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) ใช้ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดและสูงสุดทุกวันจากสถานีอากาศเกษตรน่าน ต.ผาสิ่งห่อ อ.เมืองน่าน จ.น่าน

### 3.2 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

3.2.1 ความหนาแน่นของวัสดุปลูก (bulk density) (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นของวัสดุปลูก} = \frac{\text{มวลของวัสดุปลูก}}{\text{ปริมาตรของวัสดุปลูก}} \quad \text{หรือ} \quad \frac{(D-A)}{100}$$

### 3.2.2 ความพรุนรวม (total porosity) หาได้จากสูตร

$$\text{ความพรุนรวม (\%)} = \frac{(B - D) \times 100}{\text{ปริมาตรของภาชนะ}}$$

### 3.2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)

$$\text{ความสามารถในการอุ้มน้ำ (\%)} = \frac{(C - D) \times 100}{\text{ปริมาตรของภาชนะ}}$$

### 3.2.4 ปริมาณช่องว่างอากาศ (air porosity) (%) คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณช่องว่างอากาศ} = \text{ความพรุนรวม} - \text{ความสามารถในการอุ้มน้ำ}$$

3.3 การงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอส ตรวจสอบจำนวนเมล็ดที่งอก 2 ครั้ง คือ อายุ 7 วัน และ 14 วัน หลังเพาะเมล็ด โดยนับเฉพาะเมล็ดที่งอกแบบปกติ จากนั้นนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตร

$$(\%) \text{ ความงอก} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}}$$

3.4 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส จำนวน 4 ครั้งเมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน 28 วัน 35 วัน และ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด ได้แก่ ความสูงของต้นกล้า (เซนติเมตร) ความยาวของราก (เซนติเมตร) น้ำหนักสดของต้นรวมราก (กรัม) น้ำหนักแห้งของต้นรวมราก (กรัม) และจำนวนใบ (ใบ)

3.4.1 ความสูงของต้น (เซนติเมตร) โดยรวบใบแล้ววัดความสูงจากระดับพื้นผิวของวัสดุปลูกจนถึงปลายที่ยาวที่สุด โดยใช้ไม้บรรทัด จำนวนซ้ำละ 2 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.4.2 ความยาวของราก (เซนติเมตร) โดยวัดจากก้นถ้วยปลูกจนถึงปลายรากที่ยาวที่สุด จำนวนซ้ำละ 2 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.4.3 ขนาดทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยวัดจากปลายใบด้านหนึ่งผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางของต้น ไปยังปลายใบอีกด้านหนึ่ง จำนวนซ้ำละ 2 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.4.4 น้ำหนักสด (กรัม) วัดน้ำหนักสดโดยชั่งน้ำหนักสดลำต้นรวมรากทั้งหมด จำนวนซ้ำละ 2 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

**3.4.5 น้ำหนักแห้ง (กรัม)** โดยนำต้นผักกาดหอมคอส เมื่ออายุ 28, 35 และ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด ไปอบที่อุณหภูมิ 70 - 80 องศาเซลเซียส ภายใต้ตู้อบลมร้อน (Memmert, Model UM400, Germany) เป็นเวลา 24 - 48 วัน หรือจนกว่าต้นผักกาดหอมคอสจะแห้งสนิทคือน้ำหนักแห้งคงที่ จากนั้นชั่งน้ำหนัก จำนวนซ้ำละ 2 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

**3.4.6 จำนวนใบ** นับเฉพาะใบที่แผ่เต็มที่

**3.5 อัตราการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส** โดยใช้ค่าน้ำหนักสดของต้นในวันที่ 21 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ดมาคำนวณ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตของพืช(กรัมต่อวัน)} = \frac{\text{การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก}}{\text{จำนวนวันที่แตกต่างกัน}}$$

**3.6 ต้นทุนของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ** คำนวณเป็นจำนวนบาทต่อถ้วยเพื่อเปรียบเทียบ ต้นทุนของวัสดุปลูกแต่ละชนิด

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส วิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วย ONE-WAY ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 5. สถานที่ทำการทดลอง

แปลงปลูกไฮโดรโปนิกส์ บ้านเลขที่ 169 หมู่ที่ 7 ต.จอมจันทร์ อ.เวียงสา จ.น่าน

#### 6. ระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลองในฤดูฝน คือ ระหว่าง มิถุนายน 2559 – สิงหาคม 2559

# บทที่ 4

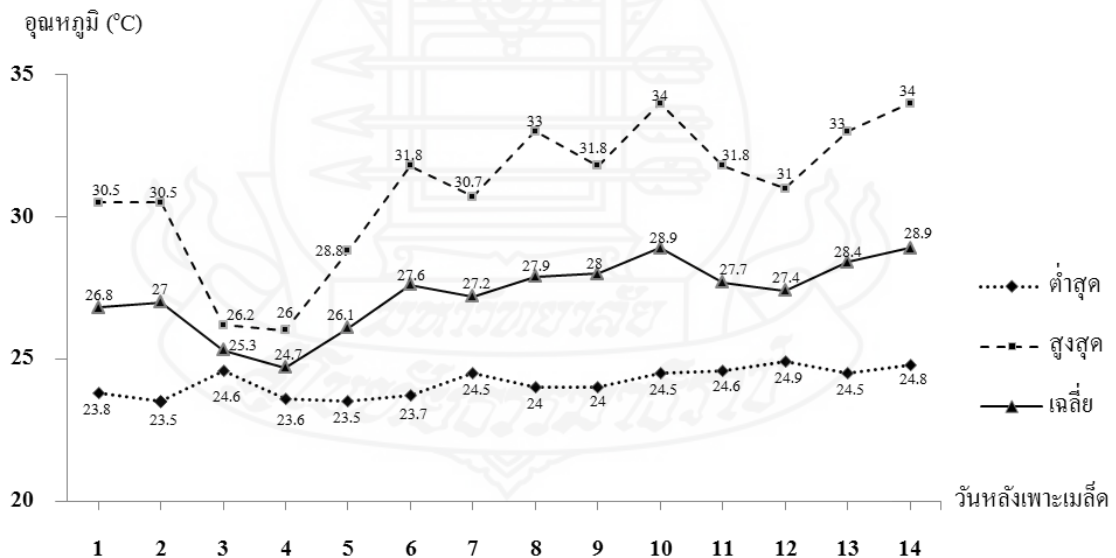
## ผลการศึกษา

การศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสีในระบบ Nutrient Film Technique พบว่า

### 1. สภาพภูมิอากาศ

#### 1.1 สภาพภูมิอากาศระหว่างการเพาะเมล็ด

1.1.1 อุณหภูมิอากาศ พบว่า อุณหภูมิอากาศ อยู่ระหว่าง 23.5 – 34.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 7 วันแรกหลังเพาะเมล็ด เท่ากับ 26.38 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอด 14 วันหลังเพาะเมล็ด เท่ากับ 27.28 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.1)

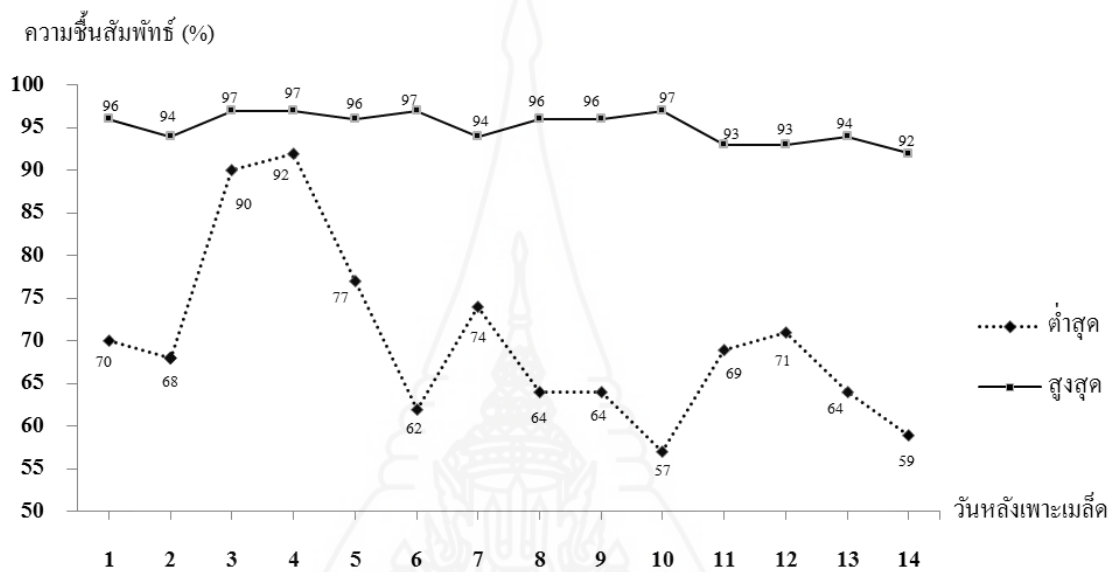


ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิอากาศระหว่างการเพาะเมล็ด

ที่มา : สถานีอากาศเกษตรน่าน ตำบลผาสิงห์ อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน (มี.ย. 2559)



**1.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์** พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์อากาศอยู่ระหว่าง 57–97 เปอร์เซ็นต์ 7 วันแรกหลังเพาะเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 95.86 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเฉลี่ย 76.14 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ 14 วันแรกหลังเพาะเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 95.14 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเฉลี่ย 70.07 เปอร์เซ็นต์



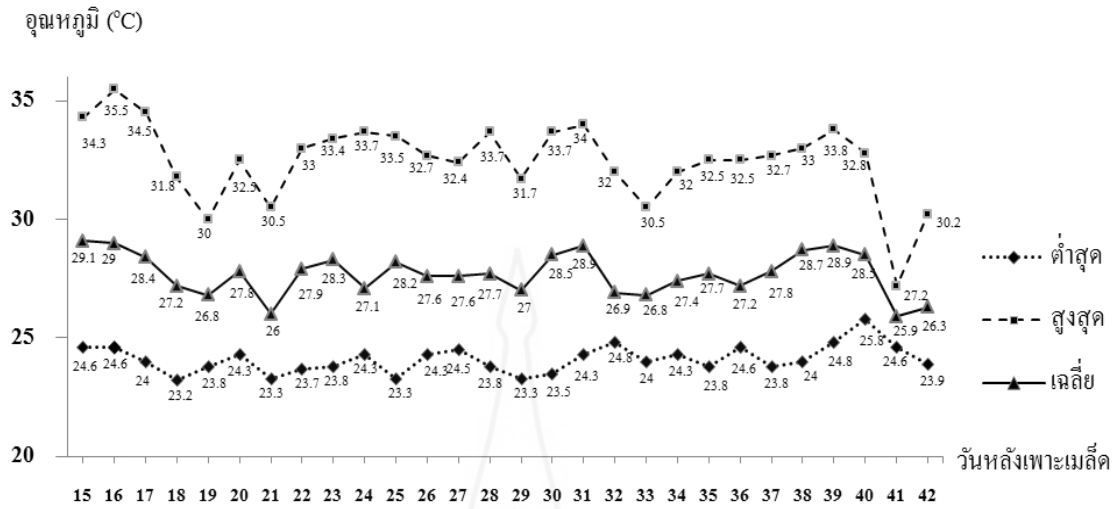
ภาพที่ 4.2 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศระหว่างการเพาะเมล็ด

ที่มา : สถานีอากาศเกษตรน่าน ตำบลผาสิงห์ อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน (มี.ย. 2559)

## 1.2 สภาพภูมิอากาศหลังย้ายแปลงปลูก

**1.2.1 อุณหภูมิอากาศ** พบว่า อุณหภูมิอากาศ อยู่ระหว่าง 23.2 – 35.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอด 42 วันหลังเพาะเมล็ด เท่ากับ 27.69 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.3)

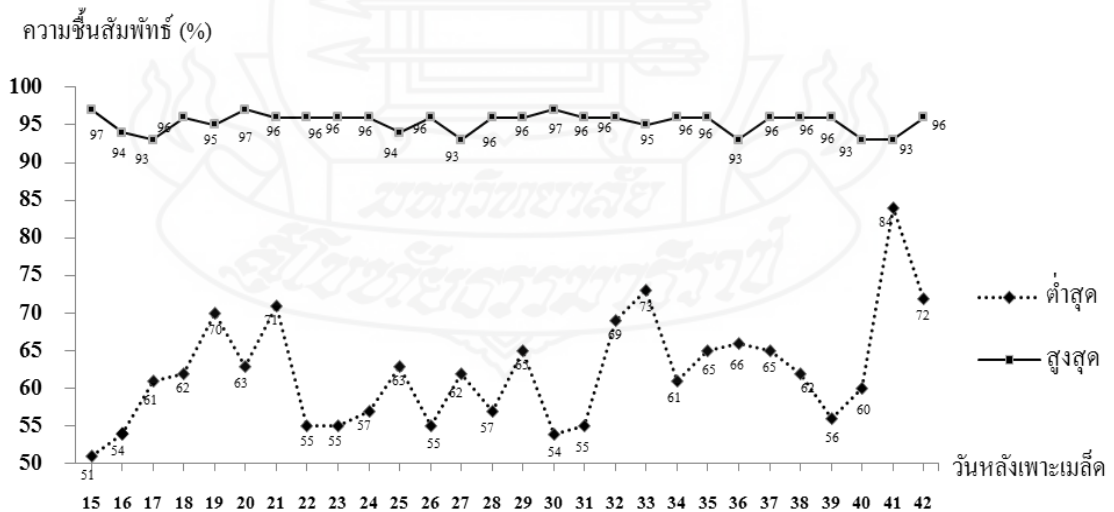




ภาพที่ 4.3 อุณหภูมิอากาศหลังจากย้ายแปลงปลูก

ที่มา : สถานีอากาศเกษตรนาน ตำบลผาสิงห์ อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน (ม.ย.-ก.ค. 2559)

1.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์อากาศอยู่ระหว่าง 51 – 97 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 95.36 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเฉลี่ย 62.25 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศหลังจากย้ายแปลงปลูก

ที่มา : สถานีอากาศเกษตรนาน ตำบลผาสิงห์ อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน (ม.ย.-ก.ค. 2559)

## 2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและต้นทุนของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

**2.1 ความหนาแน่นรวม (bulk density)** ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุปลูกสูตรที่ 4 แกลบดำ มีความหนาแน่นรวมมากที่สุดเท่ากับ 0.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) กับสูตรอื่นๆ รองลงมาคือสูตรที่ 3 แกลบดิบ สูตรที่ 1 ฟองน้ำ และสูตรที่ 2 ส่วนผสมของเพอร์ไลต์กับเวอร์มิคูไลต์ในอัตรา 3:1 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 0.17 0.15 และ 0.11 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนวัสดุปลูกสูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว มีความหนาแน่นรวม น้อยที่สุด เท่ากับ 0.08 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ 4.1)

**2.2 ความพรุนรวม (total porosity)** ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุปลูกสูตรที่ 3 แกลบดิบ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 92.30 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) กับสูตรอื่นๆ รองลงมาคือสูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว สูตรที่ 4 แกลบดำ และสูตรที่ 2 ส่วนผสมของเพอร์ไลต์กับเวอร์มิคูไลต์ในอัตรา 3:1 มีค่าความพรุนรวมเท่ากับ 90.06 79.53 และ 76.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวัสดุปลูกสูตรที่ 1 ฟองน้ำ มีความพรุนรวมต่ำที่สุด เท่ากับ 1.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1)

**2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity)** ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุปลูกสูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงที่สุด เท่ากับ 74.38 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) กับสูตรอื่นๆ รองลงมาคือสูตรที่ 4 แกลบดำ สูตรที่ 3 แกลบดิบ และสูตรที่ 2 ส่วนผสมของเพอร์ไลต์กับเวอร์มิคูไลต์ในอัตรา 3:1 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 66.50 42.46 และ 33.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวัสดุปลูกสูตรที่ 1 ฟองน้ำ มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำที่สุด เท่ากับ 5.89 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1)

**2.4 ปริมาณช่องว่างอากาศ (air porosity)** ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ พบว่าวัสดุปลูกสูตรที่ 3 แกลบดิบ มีช่องว่างอากาศมากที่สุด คือ 49.84 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) กับสูตรอื่นๆ รองลงมาคือ สูตรที่ 2 ส่วนผสมของเพอร์ไลต์กับเวอร์มิคูไลต์ในอัตรา 3:1 สูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว และสูตรที่ 4 แกลบดำ มีปริมาณช่องว่างอากาศเท่ากับ 43.44 15.69 และ 13.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวัสดุปลูกสูตรที่ 1 ฟองน้ำ มีปริมาณช่องว่างอากาศต่ำที่สุด เท่ากับ 1.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

วัสดุปลูก	ความหนาแน่นรวม (g/cm <sup>3</sup> )	ความพรุนรวม (%)	ความสามารถในการอุ้มน้ำ (%)	ช่องว่างอากาศ (%)
1 ฟองน้ำ	0.15c <sup>1/</sup>	7.81c <sup>1/</sup>	5.89d <sup>1/</sup>	1.92d <sup>1/</sup>
2 เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	0.11d	76.55b	33.11d <sup>1/</sup>	43.44b <sup>1/</sup>
3 แกลบดิบ	0.17b	92.30a	42.46c	49.84a
4 แกลบดำ	0.21a	79.53b	66.50b	13.03c
5 ขุยมะพร้าว	0.08e	90.06a	74.38a	15.69c
F-test	**	**	**	**
CV (%)	32.55	9.06	32.65	55.70

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

## 2.5 ต้นทุนวัสดุปลูก

2.5.1 ฟองน้ำเนื้อพรุนสำหรับงานก่อสร้าง ฟองน้ำรูปลูกเต๋า กว้าง×ยาว×สูง = 2.5×2.5×2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขนาดกว้าง 12.5 เซนติเมตร ยาว 30.5 เซนติเมตร (กว้าง 5 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว) ชิ้นละ 7 บาท สามารถนำมาตัดแบ่งได้ 60 ชิ้น เหลือชิ้นละ 0.12 บาท (ตารางที่ 4.2)

2.5.2 เพอร์ไลท์ และเวอร์มิคูไลท์ เป็นวัสดุปลูกที่สั่งซื้อมาจากบริษัทไฮกรีน เลขที่ 171/20 หมู่ที่ 6 ถนนบางนา-ตราด กม.32 ตำบลบ้านระกาศ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เพอร์ไลท์ ราคา 100 บาทต่อกิโลกรัม เวอร์มิคูไลท์ ราคา 120 บาทต่อกิโลกรัม 1 ถ้วยปลูกบรรจุส่วนผสมของเพอร์ไลท์กับเวอร์มิคูไลท์หนัก 3.89 กรัม เป็นเพอร์ไลท์ 2.92 กรัม คิดเป็น 0.29 บาทต่อถ้วย และเวอร์มิคูไลท์ 0.97 กรัม คิดเป็น 0.12 บาท รวมต้นทุนวัสดุปลูกที่เป็นส่วนผสมของเพอร์ไลท์ 3 ส่วน และเวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน คิดเป็น 0.41 บาทต่อถ้วย (ตารางที่ 4.2)

2.5.3 **แกลบดิบ** ได้มาจากโรงสีข้าวในตำบลจอมจันทร์ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน แล้วนำมาคัดเอาสิ่งปลอมปนออก โดยในหนึ่งถ้วยปลูกบรรจุ 4.05 กรัม คิดเป็นเงิน 0.02 บาท (ตารางที่ 4.2)

2.5.4 **แกลบดำ** ได้จากการนำแกลบดิบจากข้อ 1.5.3 มาเผาจนเป็นถ่าน โดยในหนึ่งถ้วยปลูกบรรจุ 4.19 กรัม คิดเป็นเงิน 0.04 บาท (ตารางที่ 4.2)

2.5.5 **ขุยมะพร้าว** ได้มาจากร้านค้าจำหน่ายวัสดุ อุปกรณ์ทางการเกษตร ในจังหวัดน่าน จำหน่ายถุงละ 20 บาท โดย 1 ถุงหนัก 4.5 กิโลกรัม ใน 1 ถ้วยปลูกใช้ขุยมะพร้าวหนัก 3.14 กรัม คิดเป็นเงิน 0.01 บาท (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ต้นทุนวัสดุปลูก

วัสดุปลูก	ราคาต่อหน่วย (บาท)	น้ำหนัก ต่อถ้วยปลูก (กรัม)	ราคา ต่อถ้วยปลูก (บาท)
1 ฟองน้ำ ขนาด กว้าง 12.5×30.5×2.5 ซม.	7	0.01	0.12
2 เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	110 <sup>1/</sup>	3.89	0.41
3 แกลบดิบ	6	4.05	0.02
4 แกลบดำ	10	4.19	0.04
5 ขุยมะพร้าว	20	3.14	0.01

<sup>1/</sup> ราคาเฉลี่ยของวัสดุปลูกเพอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์

### 3. การงอกของผักกาดหอมคอสนในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

การงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสนในวันที่ 7 และ 14 หลังเพาะเมล็ด ด้วยวัสดุปลูกสูตรต่างๆ พบว่าความงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสน 7 วันหลังเพาะเมล็ด ในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดมากที่สุด คิดเป็น 76.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) กับสูตรอื่นๆ และการเพาะเมล็ดผักกาดหอมคอสนในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 (แกลบดิบ) ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกน้อยที่สุดเท่ากับ 35.42 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสน

14 วันหลังเพาะเมล็ดในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) ยังมีเปอร์เซ็นต์ความงอกมากที่สุดเท่ากับ 98.61 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับสูตรอื่นๆ ส่วนการเพาะเมล็ดผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 (แกลบดิบ) ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกน้อยที่สุดเท่ากับ 84.03 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ความงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสที่เพาะในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	%ความงอกหลังเพาะเมล็ด	
	7 วัน	14 วัน
1 ฟองน้ำ	61.10c <sup>1/</sup>	84.03c <sup>1/</sup>
2 เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	72.92ab	90.28b
3 แกลบดิบ	35.42d	74.31d
4 แกลบดำ	71.52b	88.19bc
5 ขุยมะพร้าว	76.40a	98.61a
F-test	**	**
CV (%)	9.42	9.42

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

<sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

#### 4. การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสที่เพาะในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จะส่งผลต่อการเจริญในด้านต่างๆ ของต้นผักกาดหอมคอส เมื่ออายุ 21 วัน 28 วัน 35 วัน และ 42 วันเพาะเมล็ด ดังนี้

##### 4.1 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

4.1.1 ความสูงของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีความสูงมากที่สุด เท่ากับ 17.50 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุสูตรที่ 2 (เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน) เท่ากับ 15.53 เซนติเมตร และสูตรที่ 4 (แกลบดำ) เท่ากับ 14.93 เซนติเมตร แต่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ

อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) มีความสูงต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 6.90 และสูตรที่ 3 (แกลบดำ) ที่มีความสูงเท่ากับ 8.65 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.4)

**4.1.2 ความยาวรากของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด** พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 2 (เพอร์ไลต์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลต์ 1 ส่วน) มีความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 14.30 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.4)

**4.1.3 ขนาดทรงพุ่มต้นผักกาดหอมคอสอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด** พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 16.28 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) และไม่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 2 (เพอร์ไลต์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลต์ 1 ส่วน) ส่วนต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) มีขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุดเท่ากับ 6.17 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.4)

**4.1.4 จำนวนใบของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด** พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 7.00 ใบ แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.4)

**4.1.5 น้ำหนักสดต้นผักกาดหอมคอสอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด** พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด เท่ากับ 13.52 กรัม ไม่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) และ สูตรที่ 2 (เพอร์ไลต์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลต์ 1 ส่วน) มีน้ำหนักของต้นเท่ากับ 8.99 และ 8.31 กรัม ตามลำดับ แต่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) และ 3 (แกลบดิบ) มีน้ำหนักสดต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 2.34 กรัม (ตารางที่ 4.4)

**4.1.6 น้ำหนักแห้งต้นผักกาดหอมคอสอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด** พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 0.84 กรัม ไม่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 2 (เพอร์ไลต์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลต์ 1 ส่วน) และสูตรที่ 4 (แกลบดำ) มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.53 และ 0.52 กรัม ตามลำดับ แต่แตกต่างกับวัสดุปลูกอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 (แกลบดิบ) ที่มีน้ำหนักแห้งต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 0.12 กรัม (ตารางที่ 4.4)



ตารางที่ 4.4 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคออายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

สูตร ที่	วัสดุปลูก	ความสูง	ความ	ขนาด	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก
		ต้น (ซม.)	ยาวราก (ซม.)	ทรงพุ่ม (ซม.)	ใบ (ใบ)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)
1	ฟองน้ำ	6.90b <sup>1/</sup>	10.00	6.17c <sup>1/</sup>	5.00	2.34b <sup>1/</sup>	0.13b <sup>1/</sup>
2	เพอร์ไลท์ 3 ส่วน: เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	15.53a	14.30	13.83ab	6.33	8.31a	0.53a
3	แกลบดิบ	8.65b	11.63	7.85c	5.00	2.34b	0.12b
4	แกลบดำ	14.93a	12.10	12.45b	6.67	8.99a	0.52a
5	ขุยมะพร้าว	17.50a	11.85	16.28a	7.00	13.52a	0.84a
F-test		**	ns	**	ns	**	**
CV (%)		36.51	35.57	36.78	19.92	71.78	73.52

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

#### 4.2 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอ อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

##### 4.2.1 ความสูงของต้นผักกาดหอมคอ อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) มีความสูงมากที่สุด เท่ากับ 24.20 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) และสูตรที่ 2 (เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน) ที่มีความสูงของต้นเท่ากับ 22.67 และ 20.12 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ความแตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) มีความสูงของต้นน้อยที่สุด 15.37 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.5)

##### 4.2.2 ความยาวรากของต้นผักกาดหอมคอ อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 2 (เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน) มีความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 21.58 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.5)

#### 4.2.3 ขนาดทรงพุ่มต้นผักกาดหอมคอส อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 25.43 เซนติเมตร และไม่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) มีขนาดทรงพุ่มเท่ากับ 23.43 เซนติเมตร และสูตรที่ 2 (เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน) มีขนาดทรงพุ่มเท่ากับ 20.40 เซนติเมตร แต่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนการปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) มีขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุด เท่ากับ 15.57 (ตารางที่ 4.5)

#### 4.2.4 จำนวนใบของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 13.00 ใบ ไม่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) ที่มีจำนวนใบเท่ากับ 12.00 ใบ แต่แตกต่างกับวัสดุปลูกอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนการปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) มีจำนวนใบน้อยที่สุด คือ 8.67 ใบ (ตารางที่ 4.5)

#### 4.2.5 น้ำหนักสดต้นผักกาดหอมคอส อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด เท่ากับ 50.64 กรัม ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) ที่มีน้ำหนักสดต้นเท่ากับ 43.99 กรัม แต่มีแตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) มีน้ำหนักสดต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 15.84 กรัม (ตารางที่ 4.5)

#### 4.2.6 น้ำหนักแห้งต้นผักกาดหอมคอส อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด เท่ากับ 3.00 กรัม ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) ที่มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 2.64 กรัม แต่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 (แกลบดิบ) มีน้ำหนักแห้งต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 0.76 กรัม (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคออายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

สูตร ที่	วัสดุปลูก	ความสูง	ความ	ขนาด	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก
		ต้น (ซม.)	ยาวราก (ซม.)	ทรงพุ่ม (ซม.)	ใบ (ใบ)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)
1	ฟองน้ำ	15.37c <sup>1/</sup>	18.47	15.57b <sup>1/</sup>	8.67c <sup>1/</sup>	15.84c <sup>1/</sup>	0.85cd <sup>1/</sup>
2	เพอร์ไลท์ 3 ส่วน: เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	20.12ab	21.58	20.40ab	11.00b	28.40b	1.82bc
3	แกลบดิบ	16.63bc	17.18	15.90b	9.33c	16.49c	0.76d
4	แกลบดำ	24.20a	20.30	23.43a	12.00ab	43.99ab	2.64ab
5	ขุยมะพร้าว	22.67a	21.37	25.43a	13.00a	50.64a	3.00a
F-test		**	ns	**	**	**	**
CV (%)		20.14	26.66	24.44	16.86	53.69	57.68

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

### 4.3 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอ อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

#### 4.3.1 ความสูงของต้นผักกาดหอมคอ อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีความสูงของต้นมากที่สุด เท่ากับ 40.27 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) และสูตรที่ 2 (เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน) มีความสูงของต้นเท่ากับ 35.33 และ 34.67 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) ส่วนต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1 (ฟองน้ำ) มีความสูงของต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 22.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.6)

#### 4.3.2 ความยาวรากของต้นผักกาดหอมคอ อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) มีความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 37.70 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.6)

4.3.3 ขนาดทรงพุ่มต้นผักกาดหอมคอส อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 27.13 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.6)

4.3.4 จำนวนใบของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 20.33 ใบ แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.6)

4.3.5 น้ำหนักสดต้นผักกาดหอมคอส อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด เท่ากับ 148.57 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.6)

4.3.6 น้ำหนักแห้งต้นผักกาดหอมคอส อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด เท่ากับ 7.77 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

สูตร ที่	วัสดุปลูก	ความ สูงต้น (ซม.)	ความ ยาวราก (ซม.)	ขนาด ทรงพุ่ม (ซม.)	จำนวน ใบ (ใบ)	น้ำหนัก สด (กรัม)	น้ำหนัก แห้ง (กรัม)
1	ฟองน้ำกว้าง×ยาว×สูง = 1×1×1 นิ้ว <sup>3</sup>	22.6c <sup>1/</sup>	23.87	21.73	15.67	70.44	3.45
2	เพอร์ไลท์ 3 ส่วน: เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	34.67ab	28.97	25.83	19.67	132.37	7.31
3	แกลบดิบ	32.53b	37.70	24.70	17.00	96.83	6.04
4	แกลบดำ	35.33ab	36.47	27.13	20.33	114.60	6.69
5	ขุยมะพร้าว	40.27a	26.83	26.53	18.67	148.57	7.77
	F-test	**	ns	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	19.72	26.5	13.12	15.69	35.46	33.88

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

#### 4.4 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

##### 4.4.1 ความสูงของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 2 (เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน) มีความสูงของต้นมากที่สุด เท่ากับ 46.07 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.7)

##### 4.4.2 ความยาวรากของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 (แกลบคิบ) ทำให้ต้นผักกาดหอมคอสมีความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 39.17 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.7)

##### 4.4.3 ขนาดทรงพุ่มต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 35.47 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.7)

##### 4.4.4 จำนวนใบของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบค้ำ) มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 24.33 ใบ แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.7)

##### 4.4.5 น้ำหนักสดต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด เท่ากับ 204.28 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.7)

##### 4.4.6 น้ำหนักแห้งต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด พบว่า

ต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด เท่ากับ 18.25 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

สูตร ที่	วัสดุปลูก	ความสูง	ความยาว	ขนาด	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก
		ต้น (ซม.)	ราก (ซม.)	ทรงพุ่ม (ซม.)	ใบ (ใบ)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)
1	ฟองน้ำ กว้าง×ยาว×สูง = 1×1×1 นิ้ว <sup>3</sup>	39.40 <sup>1/</sup>	26.15	28.60	18.00	134.75	13.22
2	เพอร์ไลท์ 3 ส่วน: เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	46.07	32.83	31.57	22.67	167.08	16.15
3	แกลบดิบ	39.00	39.17	31.97	20.33	145.47	14.51
4	แกลบดำ	39.10	37.87	28.43	24.33	164.10	16.75
5	ขุยมะพร้าว	41.00	34.37	35.47	22.00	204.28	18.25
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		12.66	22.17	15.23	13.96	34.75	29.32

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

#### 4.5 อัตราการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอ

##### 4.5.1 อัตราการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคออายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

พบว่า ผักกาดหอมคอที่เพาะในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเท่ากับ 2.16 กรัมต่อวัน ไม่แตกต่างกับผักกาดหอมคอที่เพาะในวัสดุปลูกสูตรที่ 4 (แกลบดำ) เท่ากับ 2.12 กรัม แต่แตกต่างกับการปลูกในวัสดุปลูกอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) และผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 (แกลบดิบ) มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุดเท่ากับ 0.64 กรัมต่อวัน (ตารางที่ 4.8)

##### 4.5.2 อัตราการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคออายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

พบว่า ต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 2 (เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเท่ากับ 5.49 กรัมต่อวัน แต่ไม่แตกต่างกับต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.8)



#### 4.5.3 อัตราการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

พบว่า ต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 5 (ขุยมะพร้าว) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเท่ากับ 10.48 กรัมต่อวัน แต่ไม่แตกต่างกับต้นผักกาดหอมคอที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ( $P \geq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 อัตราการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคออายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูก	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)		
	28 วัน	35 วัน	42 วัน
1 ฟองน้ำ	0.71b <sup>1/</sup>	2.06	8.42
2 เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน	1.18b	5.49	8.83
3 แกลบดิบ	0.64b	5.28	8.46
4 แกลบคั่ว	2.12a	4.05	10.06
5 ขุยมะพร้าว	2.16a	4.77	10.48
F-test	**	ns	ns
CV (%)	59.46	44.95	50.07

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก ต้นทุนของวัสดุปลูกของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอส และการศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ NFT โดยใช้วัสดุปลูก 5 สูตร คือ สูตรที่ 1 ฟองน้ำ กว้าง×ยาว×สูง = 2.5×2.5×2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร สูตรที่ 2 เพอร์ไลท์ 3 ส่วน : เวอร์มิคูไลท์ 1 ส่วน สูตรที่ 3 แกลบดิบ สูตรที่ 4 แกลบดำ และสูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว ในสภาพที่มีอุณหภูมิอากาศ อยู่ระหว่าง 23.2 – 35.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อากาศอยู่ระหว่าง 51 – 97 เปอร์เซ็นต์ และควบคุมค่าการนำไฟฟ้าไว้ที่ 1.0 – 1.6 มิลลิซีเมนตต่อเซนติเมตร ควบคุมค่า pH ไว้ที่ 5.8 – 6.2 ตลอดการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

#### 1. ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของผักกาดหอมคอส

การเพาะเมล็ดผักกาดหอมคอสในขุยมะพร้าว ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสในวันที่ 7 และ 14 วันหลังเพาะเมล็ดสูงที่สุด เนื่องจากขุยมะพร้าวมีสมบัติการอุ้มน้ำได้ดีมาก และมีความพรุนมาก จึงทำให้เก็บความชื้นไว้ได้นาน และมีความจุความชื้น (เรวัตร์ จินดาเจีย, 2546) นอกจากนี้ ในการเตรียมขุยมะพร้าวสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูกต้องพรมน้ำให้ชุ่มประกอบกับในช่วงการทดลองมีอุณหภูมิสม่ำเสมอและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง จึงทำให้ขุยมะพร้าวมีความชื้นสูงและคงที่ตามไปด้วย ซึ่งในช่วงแรกของการงอกของเมล็ด ต้องการน้ำเป็นตัวทำให้สิ่งห่อหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่ม น้ำจึงซึมผ่านเข้าสู่เมล็ดได้ง่าย กระบวนการแรกที่เกิดขึ้นในเมล็ด คือ การดูดน้ำเพื่อนำไปใช้ในการละลายโปรโตพลาสซึม ช่วยให้เอนไซม์ย่อยอาหารสะสมที่มีโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็กๆ แล้วขนย้ายไปยังจุดเจริญเติบโต เช่น การเคลื่อนย้ายโปรตีนของกรดอะมิโน กลูโคส ซูโคส ที่ถูกย่อยจากอาหารสะสม ส่งผลให้จุดเจริญของเมล็ดผักกาดหอมนำสารอาหารไปใช้ได้ เมล็ดจึงสามารถงอกได้ดีและเร็ว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) นอกจากนี้ ขุยมะพร้าวมีความหนาแน่นต่ำทำให้น้ำหนักเบาขนส่งสะดวก แต่อย่างไรก็ตามขุยมะพร้าวย่อยสลายหรือยุบตัวง่าย (อุณากร ศิลปี, 2541) ซึ่งอาจพัฒนาสูตรโดยการผสมวัสดุปลูกอื่นๆ เพื่อให้ได้สูตรที่มีสมบัติที่ดีขึ้น และส่งผลต่อการงอกที่ดี

ส่วนเคลือบดินที่นำมาเป็นวัสดุปลูกทำให้การงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอสต่ำที่สุด เนื่องจากเคลือบดินมีความจุความชื้นต่ำ อุ้มน้ำได้น้อย (เรวัตร์ จินดาเจีย, 2546) และผักกาดหอมคอสที่เพาะในเคลือบดำและส่วนผสมของเพอร์ไลต์และเวอร์มิคูไลต์ในอัตราส่วน 3:1 มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าขุยมะพร้าว ทำให้เก็บความชื้นไว้ได้ไม่นาน และมีช่องว่างอากาศมากจึงอาจเกิดการระเหยของน้ำ ทำให้วัสดุแห้งเร็ว (อุณากร ศิลปี, 2541) ทำให้การงอกของเมล็ดช่วง 7 – 14 วันหลังเพาะเมล็ดที่เพาะในเคลือบดำและส่วนผสมของเพอร์ไลต์และเวอร์มิคูไลต์ในอัตราส่วน 3:1 น้อยกว่าขุยมะพร้าว แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดก็ต้องการอากาศในการหายใจทำให้เกิดพลังงานที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด จึงทำให้ดินกล้าเจริญเติบโตได้ แต่หากมีช่องว่างอากาศมาก เช่นในส่วนผสมของเพอร์ไลต์และเวอร์มิคูไลต์ในอัตราส่วน 3:1 และเคลือบดิน ที่มีปริมาณช่องว่างอากาศเท่ากับ 43.44 และ 49.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณช่องว่างอากาศที่มีค่าสูงนี้จะไปขัดขวางการลำเลียงธาตุอาหารและอากาศที่อาจจะส่งผลกระทบต่อารงอกของเมล็ดผักกาดหอมคอส (สังคม เศษวงค์เสถียร, 2559)

## 2. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ

### Nutrient Film Technique (NFT)

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกต่างๆ ในช่วงอายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีความสูง ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) โดยผักกาดหอมคอสที่ปลูกในขุยมะพร้าว ทำให้ความสูง ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต้นสูงที่สุด เนื่องจากขุยมะพร้าวมีความหนาแน่นเพียง  $0.08 \text{ g/cm}^3$  ซึ่งต่ำมาก ทำให้รากของต้นผักกาดหอมสามารถแพร่ได้อย่างสะดวกทั่วทุกส่วนของขุยมะพร้าว (วิทยา สุริยาภณานนท์, 2523) อีกทั้งยังมีสมบัติการอุ้มน้ำได้ดีมาก เท่ากับ 74.38 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้เก็บความชื้นไว้ได้นาน และสมบัติที่ดีประการหนึ่งของขุยมะพร้าว ก็คือ มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง (เรวัตร์ จินดาเจีย, 2546) ซึ่งจะช่วยในการดูดซับธาตุอาหาร ทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ช่วยลดการชะล้างธาตุอาหารพืชออกไปจากวัสดุปลูกได้ (พิสมัย จุฑามงคล, 2534) นอกจากนี้ ที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตลอดการทดลองค่อนข้างเย็น เท่ากับ 26.35 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ดี (พัชรินทร์ โพธิ์ทอง, 2540) ทำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอส

แม้ว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสในช่วง 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด ที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จะไม่มีความแตกต่างกัน ( $P \geq 0.05$ ) ซึ่งเป็นช่วงที่เจริญเต็มที่ และการเจริญเติบโต

ในช่วงนี้จะเริ่มชะลอตัว (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2545) โดยอัตราการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสมอส อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ที่เพาะในแกลบดำและขุยมะพร้าว มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าวัสดุปลูกอื่นๆ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P \leq 0.01$ ) แต่เมื่อผักกาดหอมคอสมอสมีอายุ 35 และ 42 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสมอสในวัสดุปลูกต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ( $P \geq 0.05$ ) อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสมอสที่ปลูกในขุยมะพร้าวมีแนวโน้มการเจริญเติบโตมากกว่าการปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่นๆ ซึ่งการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสมอสที่ปลูกในขุยมะพร้าวทำให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงที่สุด คือ ผักกาดหอมคอสมอสอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ที่ปลูกในขุยมะพร้าวมีน้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งต้น เท่ากับ 148.57 และ 7.77 กรัม ตามลำดับ และผักกาดหอมคอสมอสอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด ที่ปลูกในขุยมะพร้าวมีน้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งต้น เท่ากับ 204.28 และ 18.25 กรัม ตามลำดับ ข้อดีของขุยมะพร้าวที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อปลูกระยะเวลาานอาจเกิดการยุบตัว ทำให้ต้นที่มีน้ำหนักมากล้มได้ (อุณากร ศิลป์, 2541)

### 3. ข้อเสนอแนะ

3.1 วัสดุปลูกที่มาจากธรรมชาติหลายชนิดที่สามารถใช้ทดแทนวัสดุปลูกที่นำเข้าจากต่างประเทศได้ดี ซึ่งวัสดุปลูกเหล่านั้นสามารถหาได้ในท้องถิ่น แต่การนำไปใช้ต้องเลือกวัสดุปลูกที่สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปน และปรับปรุงสมบัติให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

3.2 การศึกษาในครั้งนี้ ศึกษาในฤดูฝน จึงต้องระมัดระวังการเจือจางของสารละลายธาตุอาหาร ต้องตรวจสอบและควบคุมค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรดด่างของสารละลายธาตุอาหารอย่างสม่ำเสมอ และต้องคอยต้นกล้าที่กำลังออกให้ได้รับแสงแดดอยู่เสมอเพราะหากไม่ได้รับแสงอย่างเต็มที่จะทำให้ต้นกล้ายืดยาว

3.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านส่วนผสมวัสดุปลูก เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันอาจสามารถผสมในสัดส่วนที่ทำให้ได้สูตรที่ดีที่สุดขึ้นได้

3.4 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอมคอสมอสในช่วงการเพาะก่อนย้ายลงแปลงปลูก



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2543). *การขยายพันธุ์พืช*. กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายเอกสารแนะนำ  
กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). *การปลูกผักบนที่สูง*. กรุงเทพมหานคร. สำนักส่งเสริมและเผยแพร่.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558). *การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์*. กรุงเทพมหานคร :  
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. (2558). *Mineral Import of Thailand 2013 – 2014*.  
สืบค้นจาก <http://www.dpim.go.th/artieles?catid=129>.
- คริสรัฐสพล หนูพรหม. (2559). *ผลของวัสดุเพาะกล้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อ  
ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบดคอกโคโก้*. การประชุมวิชาการระดับชาติ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต. ภูเก็ต
- ชมพู่ โทวรรณ, ชานนท์ ลากจิตร, และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. (2551). *ผลของวัสดุเพาะกล้า  
ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ*. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร  
มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 39(3). สืบค้นจาก [www.agi.nu.ac.th/proceeding/Oral/3.CO](http://www.agi.nu.ac.th/proceeding/Oral/3.CO)  
สาขาพืชผัก/CO\_281\_284.pdf.
- ชานนท์ ลากจิตร และวิไลลักษณ์ ชินะจิตร. (2551). *การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตต้นกล้ามะเขือเทศ  
เพื่อการผลิตในโรงเรือน:ผลของวัสดุเพาะกล้า และขนาดภาพเพาะที่มีต่อการเจริญเติบโต  
ของต้นกล้ามะเขือเทศ* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกต. (2553). *การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soiless Culture)*. กรุงเทพมหานคร.  
สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกต. (2544). *การปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดินด้วยเทคนิค NFT*. (พิมพ์ครั้งที่ 1).  
นครปฐม. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม กำแพงแสน สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และ ชัยวัฒน์ เคารพ. (2546). *ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและ  
การให้ผลผลิตของแตงเทศในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน*.  
*วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*. 11(2). 62-70.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. (2559). *ผักกาดหอม*. สืบค้นจาก  
<http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb-gar/pakkadhom.pdf>.

- เนตรชนก เกียรติ์นันทพัทธ์ และชวนพิศ อรุณรังสิกุล. (2555). วัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการเกิดรากของต้นกล้าผักขาว. *วิทยาศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.*, 43(2)(พิเศษ), 305-308.
- ปรียาภรณ์ แนนไส. (2546). *ศึกษาอิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- พัชรินทร์ โพธิ์ทอง. (2540). *ผลของวัสดุปลูกและออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของคะน้า.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- พัชรี สำโรงเย็น. (2557). *แนวทางและแบบอย่างการลงทุนเพาะปลูกผักไร้ดิน.* สมุทรสาคร: อินเทอร์เน็ตเดีย.
- พิศมัย จุฑามงคล. (2535). *ผลของเครื่องปลูก ชนิด อัตราและวิธีการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- มุกดา สุขสวัสดิ์ และ สุวาริ สายจีน. (2548). การศึกษาระยะเวลาการแช่เมล็ดและอัตราส่วนวัสดุเพาะเพื่อผลิตผักโตเหมี่ยว (รายงานการวิจัย). สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก. พิษณุโลก. สืบค้นจาก [www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4301065.pdf](http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4301065.pdf).
- มูลนิธิโครงการหลวง. (2546). *คู่มือการปลูกผักบนที่สูง.* สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง. สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- เรวัตร จินดาเจีย. (2546). *ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่โดยไม่ใช้ดินในเขตร้อน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ลักขมณ ปิตานนท์ชัย. (2550). *ผลของวัสดุเพาะกล้าและปุ๋ยเคมีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ.* (ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- วิทยา สุริยาภณานนท์. (2523). *อาหารและเครื่องปลูกของพืชสวน* (เอกสารประกอบการสอนภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.



- ศุภชัย อ่ำคา. (2544). การศึกษาวัสดุปลูกและอัตราการใช้ปุ๋ยต่อการผลิตยอดผักกอนามัย (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- ศรีสุนันท์ กิจภักดีกุล และเขาวพา จิระเกียรติกุล. (2545). ผลของวัสดุปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของคะน้าในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วิทยาศาสตร์เกษตรและเทคโนโลยี (ภาษาไทย). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. ปทุมธานี. 10(2). 47-53.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร, (ม.ป.ป.). ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช: สรีรวิทยาการผลิตพืช. สืบค้นจาก [http://www.ag.kku.ac.th/suntec/134101/134101%20Factors%20affecting%20G-D\(note\).pdf](http://www.ag.kku.ac.th/suntec/134101/134101%20Factors%20affecting%20G-D(note).pdf).
- สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2545). คู่มือการจัดชั้นคุณภาพผัก. กองพัฒนาเกษตรที่สูง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพมหานคร.
- เหนียวคำ คำมินาที. (2555). ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของ ต้นกล้วยมะเขือเทศสีดา (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- อัมพา คำวงษา. (2553). แนวทางการผลิตและลงทุนผักไฮโดรโปนิกส์. กรุงเทพมหานคร: นาคาอินเตอร์มีเดีย.
- อารักษ์ ชีร์อำพล. (2548). การทดสอบระบบการปลูก สูตรสารละลายธาตุอาหาร ภาชนะปลูกและ วัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- อุณากร สิลปี. (2541) การศึกษาการปลูกคริสต์มาสในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.



ภาคผนวก

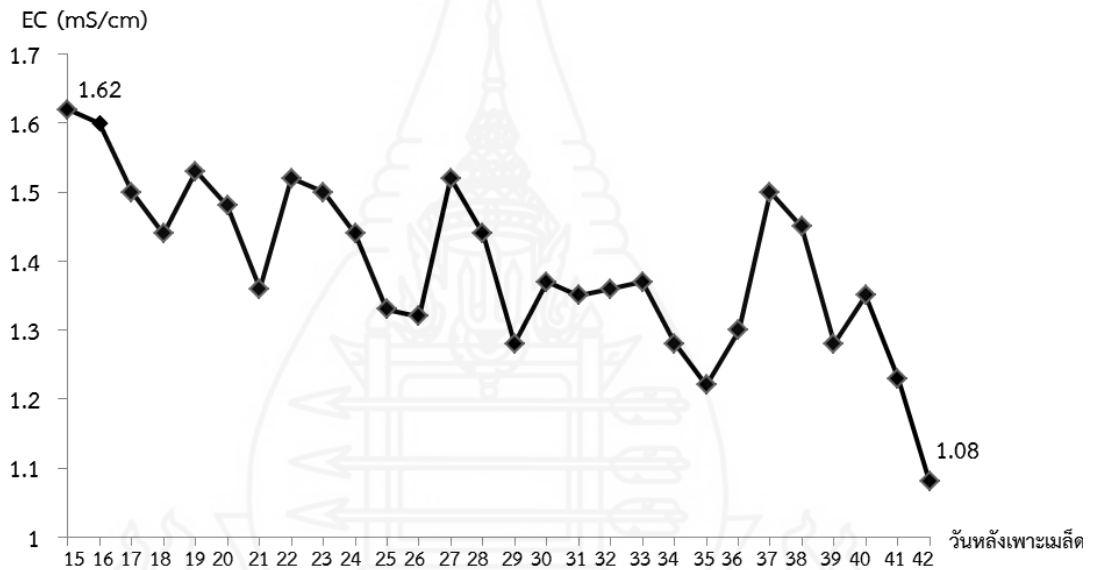
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สืบราชสันตติวงศ์

## 1. ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

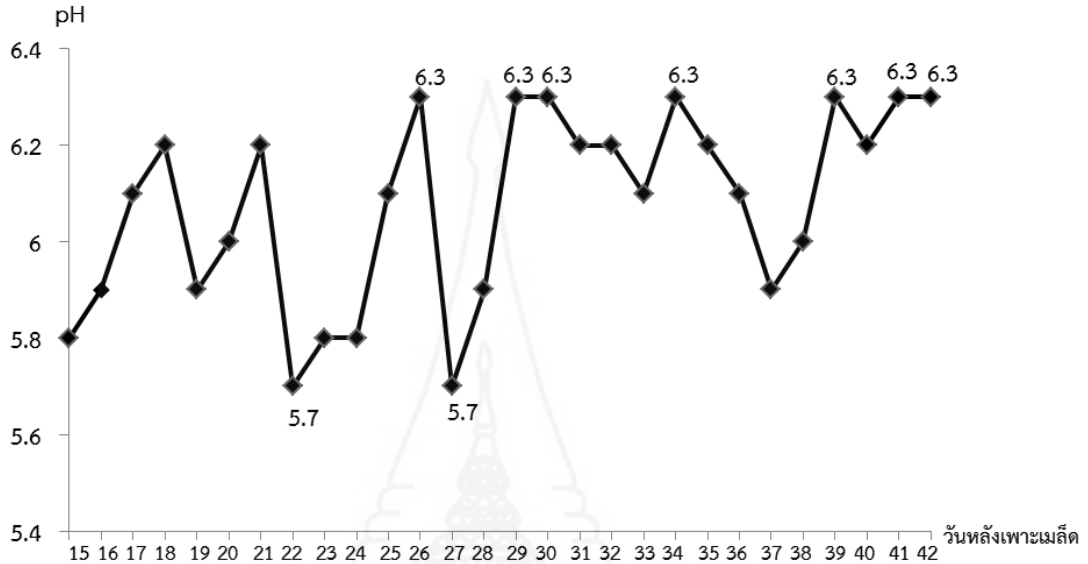
การศึกษารูปแบบของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ NFT ทำการศึกษายาได้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ดังนี้

**1.1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ควบคุมค่าการนำไฟฟ้าไว้ที่ 1.0 – 1.6 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร** ตลอดการทดลอง และจากการทดลองมีการวัดค่าการนำไฟฟ้าทุกๆเช้า (07.00 – 08.00 น.) พบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงสุดที่ 1.62 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และต่ำสุดที่ 1.08 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ภาพที่ 1)



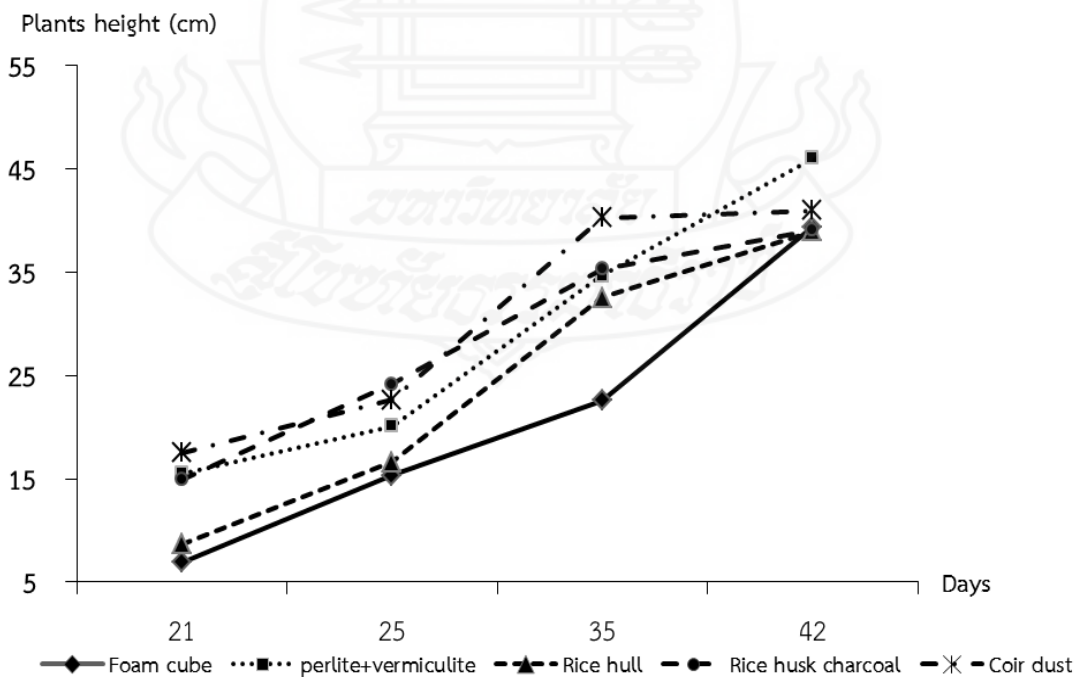
ภาพที่ 1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารระหว่างการทดลอง

1.2 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ควบคุมค่า pH ไว้ที่ 5.8 – 6.2 ตลอดการทดลอง และจากการทดลองมีการวัดค่าความเป็นกรดด่าง (07.00 – 08.00 น.) พบว่าระหว่างการทดลองค่าความเป็นกรดด่าง (pH) มีค่าสูงสุดที่ 6.3 และต่ำสุดที่ 5.7 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 6.01 (ภาพที่ 2)

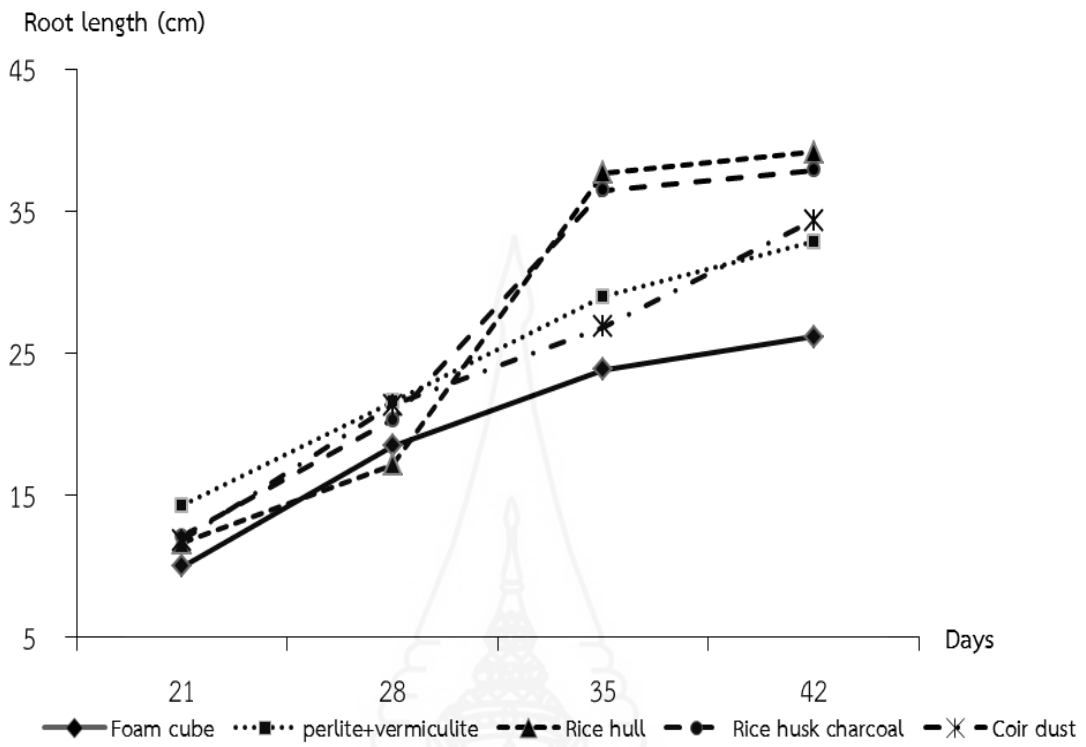


ภาพที่ 2 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของสารละลายธาตุอาหารในระหว่างการทดลอง

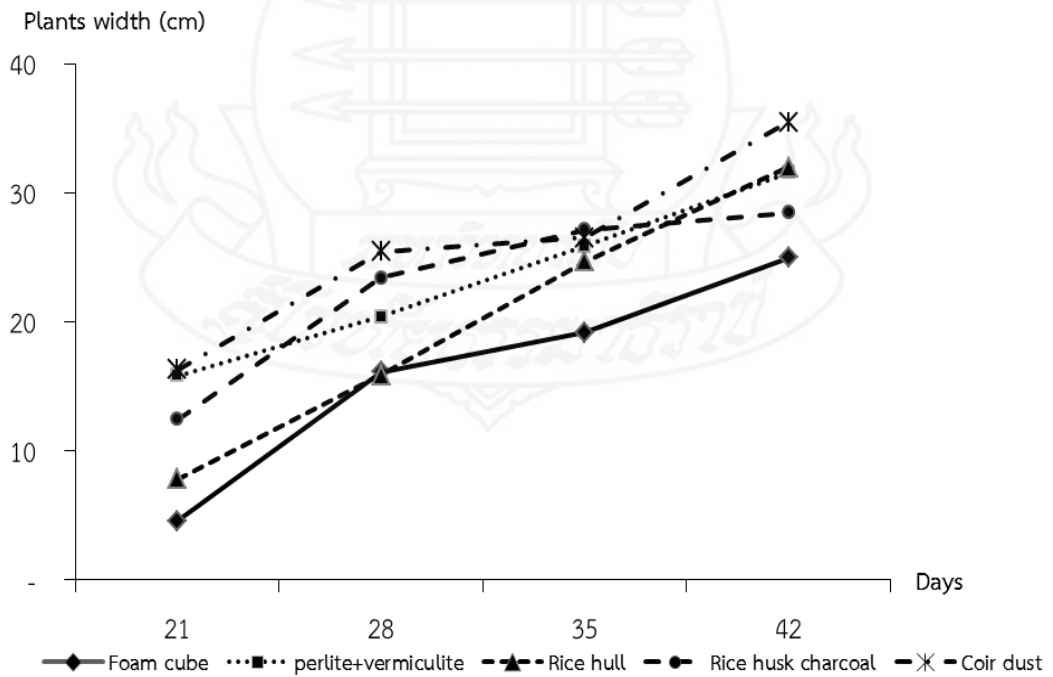
2. การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอสที่ปลูกในระบบ NFT



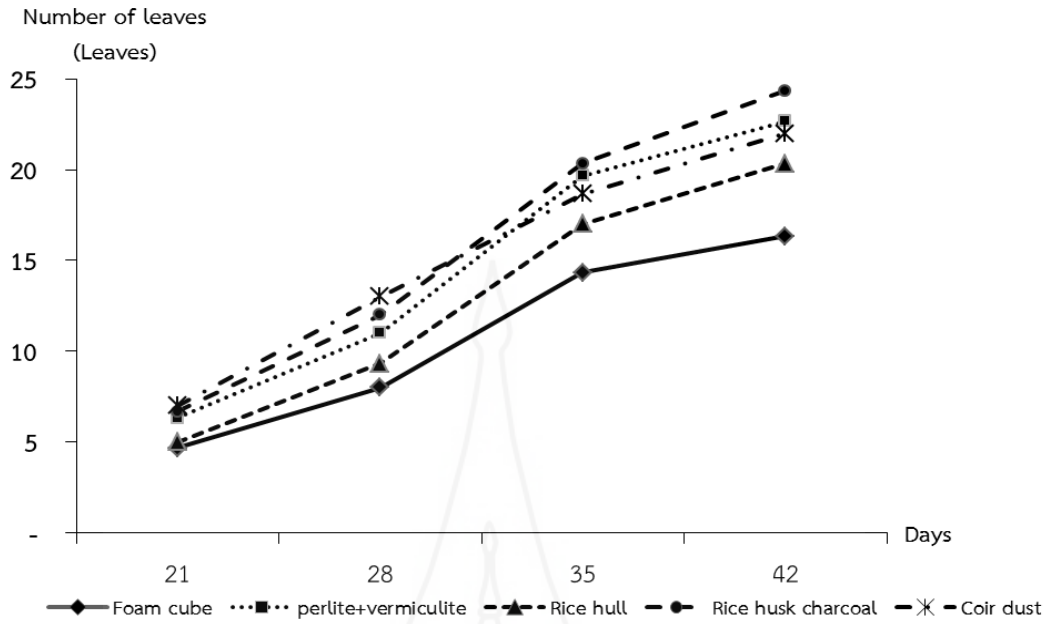
ภาพที่ 3 ความสูงของต้นผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกต่างๆ



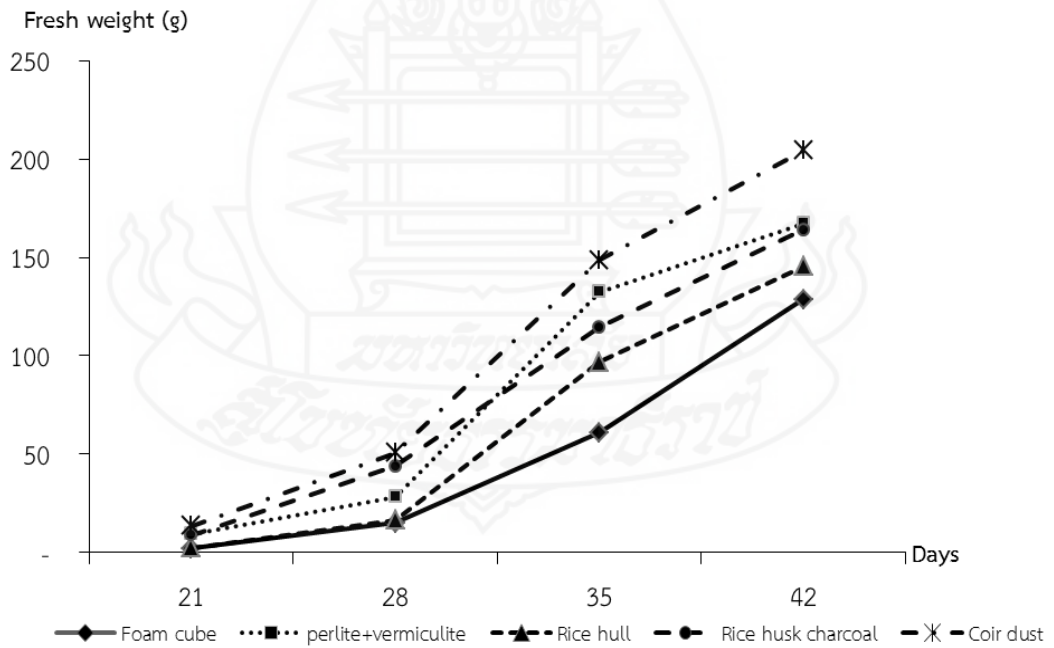
ภาพที่ 4 ความยาวรากของต้นผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกต่างๆ



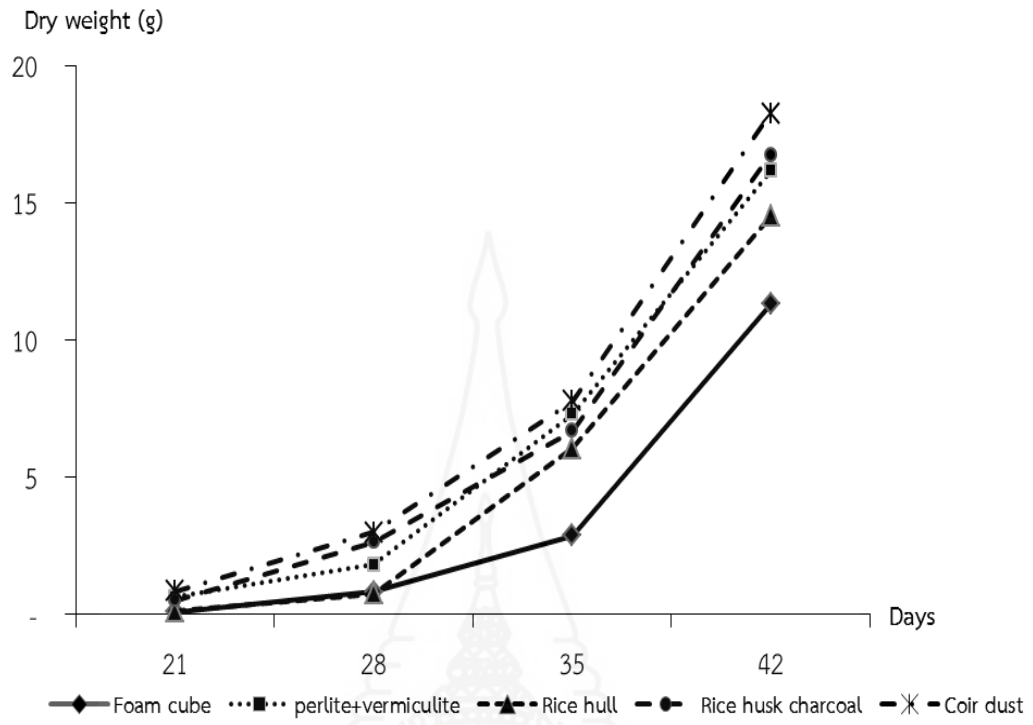
ภาพที่ 5 ขนาดทรงพุ่มของต้นผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกต่างๆ



ภาพที่ 6 จำนวนใบของต้นผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกต่างๆ



ภาพที่ 7 น้ำหนักสดของต้นผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกต่างๆ



ภาพที่ 8 น้ำหนักแห้งของต้นผักกาดหอมคอสในวัสดุปลูกต่างๆ



ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 21 วัน หลังเพาะเมล็ด





ภาพที่ 10 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด



ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด



ภาพที่ 12 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมคอส อายุ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายวรากร ดิน้อย
วัน เดือน ปีเกิด	11 กุมภาพันธ์ 2524
สถานที่เกิด	อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2547 กษ.บ. (ส่งเสริมการเกษตร) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช พ.ศ. 2558
สถานที่ทำงาน	สำนักงานเกษตรจังหวัดน่าน
ตำแหน่ง	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรปฏิบัติการ

