13587

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

อิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

(Influence of the concentration of nutrient solution on the growth of lettuce)

T099917

โดย

นายกังวาน จันทร์ประเสริฐ

ผศ.ดร.ศุภชัย รตโนภาส ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 25 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2531

ปพ.
ก3790
2531

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
รับ.เดือน,ปี.....

ปพ.
ก3790
2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

Influence of the concentration of nutrient solution on the growth of lettuce

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ช่วงเวลาที่ทำการทดลองวันที่ 23 พฤศจิกายน 2530 ถึงวันที่ 4 มกราคม 2531 บริเวณหาดพ้าอาคาร **Processing Plant 1** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง วางแผนการทดลองแบบ **Completely Randomized Design (RCD)** ซึ่งมีการศึกษาสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับ คือ T_1 T_2 T_3 และ T_4 (สารละลายธาตุอาหารประกอบด้วย ปุ๋ยเกร็ดสูตร 15-30-15, $CaCl_2.2H_2O$ และ KCl อัตราส่วนตามตำรับ T_1 T_2 T_3 และ T_4) แบบเป่าและไม่เป่าอากาศที่มีผลต่อน้ำหนักสดของใบและต้น จำนวนใบ น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน พบว่า สารละลายธาตุอาหารทั้ง 4 ตำรับ ไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของใบและต้น จำนวนใบ จำนวนของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งแบบเป่าและไม่เป่าอากาศ ในการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของใบและต้น จำนวนใบและน้ำหนักสดของรากผักกาดหอมแบบเป่าและไม่เป่าอากาศในแต่ละตำรับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงต่อท่านอาจารย์ผุภชัย รัตโนภาส, อาจารย์สุมิตรา ภู่วโรดม และอาจารย์ท่านอื่นๆ ซึ่งเป็นอาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ คำชี้แนะ แนะนำ ตลอดจนการตรวจแก้ไขในการเขียนปัญหาพิเศษในช่วงที่กำลังทำการทดลอง จนทำให้งานปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้แล้ว ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณต่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการคุณพิสมัย เรืองบุปผา ที่อำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทดลอง

กังวาน จันทร์ประเสริฐ

มกราคม 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(1)
สารบาญภาพ	(3)
คำนำ	1.
วัตถุประสงค์	3.
การตรวจเอกสาร	3.
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12.
ผลการทดลอง	17.
สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	29.
เอกสารอ้างอิง	32.
ภาคผนวก	34.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ตารางแสดงส่วนประกอบของสารละลายธาตุอาหารแต่ละตำรับ (กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	13.
2.	ตารางแสดงช่วงระยะเวลาการนำกล้าผักกาดหอมออกได้รับแดด	14.
3.	ตารางแสดงน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (กรัม/ต้น)	19.
4.	ตารางวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ	19.
5.	ตารางแสดงน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ (กรัม/ต้น)	20.
6.	ตารางวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ	20.
7.	ตารางแสดงจำนวนใบผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (ใบ/ต้น)	21.
8.	ตารางวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนใบผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ	21.
9.	ตารางแสดงจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ (ใบ/ต้น)	22.
10.	ตารางวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ	22.
11.	ตารางแสดงน้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (กรัม/ต้น)	23.
12.	ตารางวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ	23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

13. ตารางแสดงน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ (กรัม/ต้น) 24.

14. ตารางวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ 24.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ	27.
2.	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนใบผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ	28.
3.	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ	28.
4.	แสดงต้นกล้าผักกาดหอมอายุ 9 วัน เพาะในฟองน้ำ	35.
5.	แสดงลักษณะการปลูกผักกาดหอมลงในสารละลายธาตุอาหาร	35.
6.	แสดงลักษณะการปลูกผักกาดหอม อายุ 16 วัน แบบเป่าอากาศ	36.
7.	แสดงลักษณะการปลูกผักกาดหอม อายุ 16 วัน แบบไม่เป่าอากาศ	36.
8.	แสดงลักษณะของผักกาดหอม อายุ 30 วัน แบบเป่าอากาศ	37.
9.	แสดงลักษณะของผักกาดหอม อายุ 30 วัน แบบไม่เป่าอากาศ	38.
10.	แสดงลักษณะของผักกาดหอม อายุ 37 วัน แบบเป่าอากาศ	39.
11.	แสดงลักษณะของผักกาดหอม อายุ 37 วัน แบบไม่เป่าอากาศ	40.
12.	แสดงลักษณะรากของผักกาดหอมเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล	41.
13.	แสดงลักษณะของรากผักกาดหอมที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่แทนรากที่เป็นสีน้ำตาลหลังจากย้ายปลูกในน้ำบริสุทธิ์	41.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันประชากรของประเทศมีเพิ่มมากขึ้นในอัตราค่อนข้างสูง จึงส่งผลกระทบไปถึงเรื่องของความต้องการพื้นที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่ดินที่ใช้ในการทำการเกษตรลดลงมาก เกษตรกรขาดพื้นที่ดินทำกินเป็นของตนเอง เกิดการบุกรุกเข้าถากถางป่าสงวนแห่งชาติ อันเป็นแหล่งของความชุ่มชื้น ต้นน้ำลำธารที่จะนำมาใช้กับการเกษตรถูกทำลาย การเกษตรก็ทำไม่ได้ผล เกิดภาวะฝนแล้ง ผลผลิตของประเทศชาติลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด ในอนาคตจะทำให้ประเทศไทย ซึ่งสินค้าออกที่ทำรายได้ส่วนใหญ่ของประเทศเป็นสินค้าด้านเกษตรกรรมตกต่ำตามไปด้วย ประเทศชาติขาดรายได้ จะทำให้เกิดความยากจนขึ้นในที่สุด ดังนั้นการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ในการผลิตทางด้านการเกษตร โดยเฉพาะการเพิ่มผลผลิตทางด้านพืช ซึ่งมีความจำเป็นต้องอาศัยพื้นที่ในการเกษตร มีความจำเป็นมากเพื่อให้สอดคล้องกับอัตราการเพิ่มของประชากรที่มากขึ้น จะต้องผลิตผลผลิตทางการเกษตรให้มากขึ้นภายใต้พื้นที่จำกัด หรือจะใช้พื้นที่ให้น้อยลง แต่พยายามเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้น เป็นการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นนั่นเอง

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการผลิตพืชไม่ว่าจะเป็นการใช้ปุ๋ย ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ นอกจากจะให้ประโยชน์ในแง่ของการเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังส่งผลให้เกิดมีสารพิษเหล่านี้ตกค้างอยู่ในสภาพแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำ ในดินและอื่นๆ ทำให้สิ่งมีชีวิตและมนุษย์ผิดปรกติ เกิดอาการป่วยด้วยโรคที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ดังนั้นการจะแก้ไขไม่ว่าจะเป็นเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดพื้นที่การปลูก และป้องกันการตกค้างของสารพิษในธรรมชาติ อันเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แล้วจะต้องมีการศึกษาวิธีการอื่นๆ มาทดแทนวิธีการเพาะปลูกพืชแบบเก่าๆ ซึ่งสามารถควบคุมให้เกิดความปลอดภัยและประโยชน์สูงสุด ซึ่งก็ได้มีการศึกษาโดยวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร เรียกว่า **Hydroponic** ก็น่าจะได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นเป็นการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตตามความต้องการของพืช นอกจากนี้ยังสามารถปรุงแต่งสารละลายธาตุอาหารให้เป็นไปตามความต้องการของพืชได้อีกด้วย เป็นการลดพื้นที่ดินในการทำการเกษตรลงได้มาก นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มากขึ้นอีกด้วย เพราะการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร สามารถปรุงแต่งธาตุอาหารตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถดูแลรักษาได้ง่าย และลดสภาพที่ไม่เหมาะสมอันเกิดจากสภาพดินอีกด้วย แต่เนื่องจากสภาพการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ จะเหมาะสมกับพืชต่างชนิดกัน มีความยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องศึกษาเทคนิคใหม่ๆ ของการปลูกพืชในน้ำยา เพื่อจะลดค่าใช้จ่ายลงให้เหมาะสมกับเกษตรกรของไทย สามารถทำการผลิตพืชด้วยวิธีการนี้ได้บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาเทคนิคการปลูกผักกาดหอมในสารละลายธาตุอาหาร

2. พยายามลดต้นทุนการปลูกผักกาดหอมในสารละลายธาตุอาหาร จากเดิมซึ่งจำเป็นต้องอาศัยสารเคมีที่มีราคาแพง และยุ่งยากในการเตรียมมาเป็นการใช้ปุ๋ยเกรดละลายน้ำที่แต่งเติมธาตุอาหารบางชนิดเข้าไป จนครบตามความต้องการของพืช

3. เพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าทำลายของโรคและแมลงที่อาจจะติดมากับดินปลูกพืช เพราะการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารไม่จำเป็นต้องอาศัยดิน

ตรวจเอกสาร

1. <u>การจำแนกผักกาดหอมทางพฤษศาสตร</u>

Division	:	**Spermatophyta**
Class	:	**Angiospermae**
Subclass	:	**Dicotylendoneae**
Family	:	**Compositae**
Genus	:	**Lactuca**
Species	:	**sativa**

ชื่อสามัญ **Lettuce (English), Laitue (France), Lechuga (Spanish) Slat (German), Sia (Netherland), Letsugas (Philippines)**

ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>**Lactuca sativa**</u> **L.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของผักกาดหอม

เป็นไม้ล้มลุก อวบน้ำ อายุฤดูเดียว

ราก : เป็นระบบรากแก้ว มีรากฝอยกระจายอยู่รอบๆ

เมล็ด : ลักษณะผลเป็นเมล็ดเดี่ยวแห้งเล็กไม่แตก ลักษณะนอก มีเปลือกหุ้มเมล็ดบางๆ เมล็ดแก่แล้วไม่แตกยาวประมาณ 3–4 มิลลิเมตร มีตะเข็บขึ้นมาเป็นเส้นๆ ม้วนที่ข้างใดข้างหนึ่ง เมล็ดมีสีขาว เหลือง เทาหรือน้ำตาลม้วนเป็นปุยปกคลุม มีน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดต่อกรัม

ต้น : เป็นทรงกระบอกมีท่อน้ำยาง ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ส่วนในพันธุ์ L. sativa var asperagina จะมีท่อน้ำยางยาวถึง 1 เมตร

ใบ : ก้านใบสั้นมากเกือบจะไม่มีก้านใบ การเรียงตัวของใบมีลักษณะคล้ายบรรไดเวียน จะรวมกันเป็นกลุ่มที่ปลายยอด ขนาดและรูปร่างของใบ จะแตกต่างกันตามพันธุ์ ยาวประมาณ 10–25 เซนติเมตร

ดอก : เป็นดอกชนิด Pentamerous ลักษณะเป็นช่อดอกอัดตัวกันแน่น กลีบดอกเป็นสีเหลืองแบบรัศมีแผ่ไปรอบๆ ดอกมีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน อับเรณูเป็นแบบทรงกรวยมี 5 อัน ยอดเกสรตัวเมียมี 2 แฉก

3. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

ผักกาดหอม จัดเป็นพืชผักประเภทที่ทนอากาศหนาวเย็นได้บาง (Semi-hardy vegetable) แต่ไม่ทนต่อสภาพอากาศหนาวเย็นจัด ถ้าแบ่งตามความต้องการอุณหภูมิแล้ว พบว่าผักกาดหอมจะถูกจัดอยู่ในพืชผักประเภทผักฤดูหนาวต้องการอุณหภูมิอยู่ในช่วง 15.5°–18.3°c หรืออุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 21°–24°c และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 7°c อุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับผักกาดหอมพันธุ์ใบ 21°–26.6°c ส่วนพันธุ์หอ 15.5°–21°c สภาพอากาศเย็นในเวลากลางคืน มีผลทำให้คุณภาพของผักกาดหอมดีขึ้น ความชื้นพอเพียงประกอบกับ อุณหภูมิต่ำมีความจำเป็นต่อการห่อหัว แต่ถ้าความชื้นต่ำและอุณหภูมิสูงอาจเป็นสาเหตุของโรคปลายใบไหม้ (Tip burn) ซึ่งในที่อยู่ภายในหัวของผักกาดหอมพันธุ์ Crisp head type จะแสดงอาการแห้งตาย (Yamaguchi,1983) นอกจากนี้อาการดังกล่าวยังมีผลมาจาก สภาพความไม่สมดุลย์ของสภาพดิน พืชและน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Tindall,1983) เมล็ดผักกาดหอมต้องการเก็บรักษาในสภาพแห้งก่อน จะนำไปปลูก การเก็บรักษาเมล็ดพันธ์ไว้ในสภาพอุณหภูมิสูง มีผลทำให้เมล็ดเกิดการผักตัว เมล็ดผัก-กาดหอมมีความไวต่อการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูง เมื่อเพาะเมล็ดที่อุณหภูมิสูง 26.7° เมล็ดผักกาดหอมจะพักตัวไม่งอก (Splittstoesser,1984) การงอกของเมล็ดผัก กาดหอมจะใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกันตามอุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ทำการเพาะในวัสดุที่ อุณหภูมิ 25°C จะงอกเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20°C ,30°C ,15°C ,10° C ,5°C และ 0° C ตามลำดับ ใช้เวลาในการงอก 2.2,2.6,2.6,7,14.9 และ 49 วันตามลำดับ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่าง 4.4–26.7° C และที่เหมาะสม ที่สุดที่ 23.9° C อุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถงอกได้ 0° C สูงสุด 29.4° C (Bubel,1978) ในสภาพอุณหภูมิสูง เปอร์เซนต์การงอกจะลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องมากจากเกิดการ กระจายของแกส และเกิดการขาดแคลนออกซิเจนด้วย นอกจากนี้แล้ว ยังพบ GA_3 เมื่อพ้นระยะการพักตัว ในสภาพอากาศร้อนและชื้นความสามารถในการงอกของเมล็ดจะ สูญเสียไปอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิสูงเป็นสาเหตุให้เกิดดอกเร็ว ใบแคละแกรน และใบมี รสชาดขม (Tindall,1983) ผักกาดหอมสามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด รวมทั้งดินเหนียว ดินร่วน ดินร่วนปนทราย แต่ดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตมากที่สุด คือดินร่วน และสามารถระบายน้ำได้ดี ในเขตร้อนพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับทำการปลูกผัก กาดหอมนั้นจะเป็นพื้นที่ที่อยู่ในระดับสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 1,000 เมตร ในสภาพ พื้นที่ต่ำใกล้ระดับน้ำทะเล อุณหภูมิจะสูงสภาพการห่อหัวจะไม่ดีในสภาพที่ดินมีความแห้งแล้ง มีน้ำน้อยน้ำไม่เพียงพอ จะเป็นตัวการในการชักนำให้ผักกาดหอมออกดอกเร็วขึ้น (Tindall, 1983) ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสมควรจะเป็น 6.0 – 6.8

บุญสม (2515) กล่าวว่าผักกาดหอมเป็นพืชที่มีความสามารถในการหา อาหารได้น้อย เพราะระบบรากสั้นและน้อย ระบบรากตื้นน้อยกว่า 80 เซนติเมตรหรือ 3 ฟุต ระบบรากสามารถเจริญเติบโตขึ้นมาใหม่ได้อย่างรวดเร็ว สามารถแตกใหม่ขึ้นมา ทดแทนระบบรากเก่าที่เสียหายจากการย้ายกล้าได้ดี นอกจากนี้ยังมีเปอร์เซนต์รอดตาย สูงหลังย้ายกล้าสูง ผักกาดหอมเป็นพืชมีระบบรากตื้น จำเป็นต้องมีการให้น้ำบ่อยครั้ง ช่วย ให้มีการพัฒนา และเจริญเติบโตเร็วขึ้น ดังนั้นการปลูกผักกาดหอมจำเป็นจะต้องเป็นดินที่มี หน้าดินลึก เป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุ เป็นองค์ประกอบ อุดมสมบูรณ์ ผักกาดหอมนั้นเป็นผักที่ ค่อนข้างจะทนทานต่อโรค และแมลงพอสมควร ชาวสวนนิยมนำมาปลูกเป็นแนวป้องกันโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแมลงให้กับพืชอื่น สมศักดิ์(2530) รายงานว่าผักกาดหอมเป็นพืชที่ต้องการแดดจัดตลอดทั้งวันและความยาว แสงไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของผักกาดหอม

4. พันธุ์ผักกาดหอม

ผักกาดหอมเป็นพืชที่มีโครโมโซน 2n = 18 เป็นพืชประเภท Diploid สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ กล่าวคือ

4.1 Criphead type หรือ Iceburg บ้านเราเรียกผักกาดหอมห่อ หรือผักกาดแก้ว (Lactuca sativa var capitaca) เป็นพวกห่อหัว ใบบางกรอบ ขอบใบหยักไม่เรียบ ลักษณะเข้าหัวแน่นแข็งคล้ายกะหล่ำปลี พันธุ์ที่พบ เช่น Calmar fairlon, Great lakes type เป็นต้น ปลูกได้ในระหว่างเดือนตุลาคม ถึงมกราคม ปลูกได้ดีที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม

4.2 Cos หรือ Romaine (L. sativa var Longifolia) ลักษณะต้นตรงอาจสูงได้ถึง 25 เซนติเมตร ใบค่อนข้างแคบ เรียว ใบนอกมีลักษณะเรียวบาง และมีสีเขียว ใบมีความกรอบมากกว่าผักกาดหอมพวกพันธุ์ที่เป็นพันธุ์ห่อ พันธุ์ที่พบเช่น Paris island, Paris white, Valamine เป็นต้น

4.3 Butterhead หรือ Bibb (L. sativa var capitator) ลักษณะห่อหัวแบบหลวมๆ ใบข้างในมีสีครีมหรือสีเหลือง และใบด้านนอกมีสีเขียว ใบเป็นรอยช่วนได้ง่ายและฉีกขาดง่าย พันธุ์ที่พบเช่น Bibb, Butter crunch, Butting เป็นต้น

4.4 Leaf lettuce หรือ Loose leaf (L. sativa var crispa) เป็นผักกาดหอมพันธุ์ใบ ผักกาดหอมพันธุ์นี้จะไม่มีการห่อหัว ปลูกในไทย ลักษณะใบหยักเป็นคลื่น หรือย่นที่ใบ สีใบมีตั้งแต่สีเขียวจนถึงสีแดง พันธุ์ที่ปลูก เช่น Black seeded simpson, Grand rapids type เป็นต้น

5. การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร (Water culture)

จากปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เนื่องจากการปลูกพืชโดยอาศัยดินไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการเลือกพื้นที่ๆ เหมาะสม สภาพดิน ปัญหาโรคและแมลงที่เข้าทำลายพืช

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทางใต้ดินหรือเหนือดิน ปัญหาอุณหภูมิ ความต้องการน้ำ การใช้สารเคมีควบคุมโรคแมลงต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่เป็นปัญหาที่พบอยู่ในปัจจุบัน มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายอย่าง เช่น ผลผลิตได้รับความเสียหาย จากการเข้าทำลายของโรคแมลง การใช้สารเคมีเข้าป้องกัน กำจัด ทำให้มีสารพิษตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมทั้งในดิน แหล่งน้ำ รวมถึงในผลผลิต เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

นักวิทยาศาสตร์ได้คำนึงถึงเหตุนี้ จึงได้มีการค้นคิดที่จะทำการปลูกพืชโดยวิธีการไม่ใช้ดินขึ้น **Resh (1981)** ได้กล่าวถึงบุคคลที่มีความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ **Hydroponic** คือ **Sachs (1860)** และ **Knop (1861)** เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ทำการทดลองปลูกพืชในสารละลายที่มีการเติมธาตุอาหารลงไป ซึ่งเทคนิคนี้เอง ได้นำมาใช้สำหรับศึกษาธาตุอาหารของพืช และสรีระวิทยาของพืชในห้องปฏิบัติการจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้แล้วในปี 1930 **W.F. Gerick** แห่งมหาวิทยาลัย **California** ได้นำการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่ทำกันในห้องปฏิบัติการมาทำเป็นการค้า และเรียกการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารนี้ว่า **Hydroponic** ศึกษาจนประสพผลสำเร็จเป็นครั้งแรกกับมะเขือเทศ

France และ **Loomis (1947)** ได้กล่าวว่า หลังจากย้ายกล้าข้าวและข้าวโพด ลงไปทำการปลูกในสารละลายธาตุอาหารฟอสฟอรัส พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสลดลงอย่างรวดเร็ว ในระยะ 2-3 วัน ในการดูดธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ของพืชนั้น **Wallace (1951)** กล่าวว่า มีปัจจัยหลายอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้อง คือ

1. ความเข้มข้นของน้ำยาที่พืชดูดเข้าไปใช้ จำเป็นต้องมีระดับความเข้มข้นเหมาะสม มิฉะนั้นจะเป็นอันตรายต่อพืช

2. ธาตุอาหารบางชนิดมีมากเกินไป จะมีผลในการยับยั้งการดูดธาตุอาหารอื่นๆ เข้าไปให้ช้าลง เช่น ถ้ามีธาตุโปแตสเซียมมาก จะทำให้การดูดธาตุแคลเซียมได้ช้าลง หรือในทางกลับกัน

3. ธาตุอาหารจะต้องมีสัดส่วนที่พอเหมาะ หากพืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในสัดส่วนที่เหมาะสม พืชจะเจริญเติบโตตามปรกติ แต่ถ้าระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของธาตุอาหารมีสัดส่วนไม่เหมาะสม จะทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารออกมาให้เห็น

4. แม้จะมีสัดส่วนของธาตุอาหารเหมาะสมก็ตาม แต่ถ้าสภาพของความเป็นกรด เป็นด่างไม่เหมาะสมแล้ว จะทำให้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของพืชลดลง

การปลูกพืชโดยไร้ดิน (Soilles Culture) นั้น สามารถปลูกได้ทั้งในสารละลายธาตุอาหาร และในวัสดุปลูกอื่นๆ นอกเหนือไปจากดิน เช่น กรวด, ทราย, ขี้เลื่อย, Peat, vermiculite เป็นต้น การปลูกพืชโดยไร้ดิน แบ่งออกเป็น การปลูกในสารละลายธาตุอาหาร (Water culture), Aeroponic และการปลูกในวัสดุปลูก

1. Aeroponics เป็นระบบการปลูกที่ไม่ใช้ที่ดินชนิดหนึ่ง ซึ่งจะมีการให้ธาตุอาหารกับระบบรากของพืช โดยตรงในรูปของการพ่นสารละลายธาตุอาหารเป็นละอองฝอย อาจจะจัด Aeroponics เป็นส่วนหนึ่งของ Water culture ได้

2. Media culture เป็นระบบปลูกพืชโดยไร้ดิน ที่ทำการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกซึ่งวัสดุปลูกจะมีทั้งที่เป็นอินทรีย์และอนินทรีย์ พวกที่เป็นอนินทรีย์วัตถุ เช่น พวกที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (particle) เช่น ทราย กรวด เป็นต้น, พวกที่เป็นโฟม, พวกที่เป็น Fiber เช่น Rock Wool เป็นต้น นอกนั้นก็เป็นพวก Perlite, Vermianlite ส่วนพวกที่เป็นอินทรีย์วัตถุ เช่น Peatmoss เป็นต้น

3. Water Culture เป็นระบบการปลูกพืชโดยไร้ดิน ที่ไม่มีการใช้วัสดุปลูกพืชที่เป็นของแข็งเลย การทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารโดยตรง ยกเว้นในกรณีที่ทำการเพาะกล้า จำเป็นต้องใช้วัสดุในการเพาะและพืชบางชนิด เช่น มะเขือเทศ แตง หอม เหล่านี้ มีความจำเป็นต้องปลูกกล้าผักลงในภาชนะที่ช่วยยึดให้กล้าสามารถตั้งตัวอยู่ได้ เช่น ใช้วัสดุที่มีลักษณะเป็นรูปกรวย สารละลายธาตุอาหารสามารถไหลผ่านได้หลังปลูกผักแล้ว ก็โรยหินเกร็ดกลางสะอาดแล้วลงรอบๆ เพื่อให้รากพืชยึดเกาะได้ไม่ล้ม หรือทำการเพาะกล้าบนฟองน้ำก่อนแล้วจึงนำไปปลูกในสารละลายธาตุอาหารอีกครั้ง และสิ่งที่สำคัญที่จะขาดเสียมิได้คือ ต้องมีการให้ออกซิเจนกับระบบรากพืช ให้พอเหมาะกับความต้องการของพืชโดยทำให้น้ำยามีการไหลเวียน โดยอาศัยปั๊มน้ำ และเป่าอากาศโดยตรงด้วยปั๊มอากาศให้กับระบบรากพืช ในการปลูกพืชนั้นการที่ต้องทำการปลูกพืชติดต่อกัน เป็นระยะเวลานานๆ อาจจะทำให้ผักได้รับความเสียหาย อันเกิดจากจุลินทรีย์ต่างๆ เข้าทำลาย ระบบรากของพืชได้ เนื่องจากการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำยามีการไหลเวียนถึงกันทั้งหมด ดังนั้นการแพร่กระจายของโรคที่เกิดขึ้นจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว นอกจากสิ่งเหล่านี้ ยังต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้อีกด้วย ในการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร คือ ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ส่วนประกอบของสารละลายธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับพืช แต่ละชนิดที่แตกต่างกันออกไป การเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารขณะทำการปลูก การปลูกจำเป็นต้องมีการควบคุมความเป็นกรดด่างด้วยเครื่องมือ pH meter นอกจากนี้แล้ว ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในสารละลายธาตุอาหารนั้นสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือ Electric conductivity meter ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร สามารถวัดออกมาเป็นค่ารวมๆ ของสารละลายธาตุอาหารนั้นไม่สามารถแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารแต่ละชนิดได้

เกษตรกรผู้ปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร ส่วนมากจะเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารที่ละครึ่งหรือทั้งหมดด้วยสารละลายธาตุอาหารใหม่เดือนละ 1 ครั้ง (Ikeda,1985)

Verley และ Burrage (1981) ได้ให้ตัวอย่างสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำการปลูกผักกาดหอมที่เตรียมเป็น Stock solution ไว้ดังนี้

Compound	Formular	Kg/200L
1. Standard solution A		
Potassium nitrate	KNO_3	15.99
Magnessium Sulphate	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	27.32
Iron chelate (Sequestrene)	Fe EDTA	6.06
Mangonous sulphate	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	0.101
Copper sulphate	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.019
Zine sulphate	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.022
Ammonium molybdate	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	0.018
Boric acid	HBO_3	0.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solution B

Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2$	12% Solution

ปรับความเป็นกรดเป็นด่างด้วย 12% Orthophosphoric acid ให้เป็น 6.0

2. Wye solution

Compound	Formular	Kg/200L
Potassium nitrate	KNO_3	16.59
Magnessium nitrate	$Mg(NO_3)_2.6H_2O$	6.54
Potassium dihydrogen Orthophosphate	KH_2PO_4	4.14
Potassium sulphate	K_2SO_4	7.33
Iron chelate	Fe EDTA	0.800
Librel BMX chelate mix	-	1.176

Solution B

Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2$	3% Solution

ปรับความเป็นกรดเป็นด่างด้วย 5% Nitric acid

จากการนำเอาสารละลายธาตุอาหารสูตร Standard solution มาทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันในพืชพวกผักกาดหอม พบว่าผักกาดหอมจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 15–18 CF unit 1500–1800 μmhos) ซึ่งผันแปรน้อยกว่าสารละลายธาตุอาหารสูตร Wye solution ที่ผักกาดหอมจะเจริญเติบโตได้ดีอยู่ในช่วง 11–50 CF unit (1100 – 5000 μmhos)

การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารจาก 660 μmhos

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 4900 μmhos จะชี้ให้เห็นค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 2000 μmhos จะเป็นระดับที่ผักกาดหอมเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งจะทำให้ทั้งน้ำหนักสดต่อหัว และเปอร์เซนต์การห่อหัวของผักกาดหอมสูงสุด ธาตุอาหารที่ใช้สำหรับปลูกผักกาดหอม พบว่าสารละลายธาตุอาหารที่มีโปแตสเซียมและไนเตรดในปริมาณน้อย ในช่วระยะเวลา 2 อาทิตย์ตั้งแต่นำผักกาดหอมลงปลูกปริมาณของโปแตสเซียม และไนเตรด จะลดต่ำลงมากจนในที่สุด ผักกาดหอมจะเริ่มแสดงอาการขาดธาตุเกิดขึ้น สารละลายธาตุอาหารที่มีปริมาณโปแตสเซียมและไนเตรดมากจะทำให้ผักกาดหอมเจริญเติบโตทางด้านลำต้นได้ดี (Varley และ Burrage, 1981) พบว่าไนโตรเจน 200 ppm และโปรแตสเซียม 350 ppm จะทำให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังพบอีกว่าระดับไนโตรเจนของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารจะเพิ่มมากกว่าการปลูกในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

1.1 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพันธุ์เมล็ดดำ ตราเครื่องบิน

1.2 ปุ๋ยเกร็ดสูตร 15-30-15 มีส่วนประกอบของธาตุอาหารดังต่อไปนี้

1.2.1 ไนโตรเจนทั้งหมด	15	%
1.2.2 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	30	%
1.2.3 โปแตสเซียมที่ละลายน้ำได้	15	%
1.2.4 มักนีเซียม	0.8	%
1.2.5 เหล็ก	0.13	%
1.2.6 มังกานีส	0.15	%
1.2.7 ทองแดง	0.05	%
1.2.8 สังกะสี	0.06	%
1.2.9 โบรอน	0.00012	%
1.2.10 โมลิบดีนัม	0.003	%

1.3 สารเคมี KCl, $CaCl_2.2H_2O$, H_2SO_4, NaOH

1.4 อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ทำการทดลอง

1.4.1 โฟมขนาด 1/2 นิ้ว

1.4.2 กอนฟองน้ำสังเคราะห์

1.4.3 ถังพลาสติกขนาด 1700 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.4.4 ปั๊มอากาศ ท่ออากาศ ลิ้นปรับอากาศ

1.4.5 สายไฟ

1.4.6 ถาดพลาสติก

1.4.7 ตาข่ายไนล่อน

1.4.8 pH meter

1.4.9 ไม้บรรทัด

1.4.10 แผ่นพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

1.4.11 เครื่องชั่ง

1.4.12 ปากกาเคมี

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวางแผนการทดลอง แบบ **Complety Randomized Design (CRD)** แบบข้อมูลสูญหาย จำนวนตำรับ 4 ตำรับ ตำรับละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น การทดลองมี 2 แบบคือ แบบเป่าอากาศและแบบไม่เป่าอากาศ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงส่วนประกอบของสารละลายธาตุอาหารแต่ละตำรับ (กรัม/น้ำ 20 ลิตร)

ตำรับ	ปุ๋ยเกร็ด 15-30-15	$CaCl_2.2H_2O$	KCl
T_1	30	0.79	7.5
T_2	25	0.66	6.25
T_3	20	0.52	5.0
T_4	15	0.32	3.75

2.2 การดำเนินการทดลอง

2.2.1 การเตรียมฟองน้ำสำหรับเพาะเมล็ด นำแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้ปูบนถาดพลาสติกแล้วแบ่งก้อนฟองออกมาจำนวน 60 ก้อน แต่ละก้อนมีขนาด 2 x 2x 2 เซนติเมตร วางเรียงบนแผ่นพลาสติกที่ปูอยู่บนถาด จากนั้นรดน้ำให้ก้อนฟองน้ำชุ่มอย่างทั่วถึงตลอดทุกก้อนใช้ฝ่ามือกดก้อนฟองน้ำอุ้มน้ำจนเต็มเมื่อทุกก้อนซับน้ำได้ดีแล้วจึงค่อยเทน้ำส่วนที่เหลือทิ้งไป

2.2.2 การเพาะเมล็ด (แสดงดังภาพ 1) เมล็ดผักกาดหอมปลูกลงบนก้อนฟองน้ำที่ได้เตรียมไว้ในถาดโดยหยอด 3 เมล็ดลงบนก้อนฟองน้ำ เพื่อให้การหยิบและหยอดเมล็ดสะดวกขึ้น อาจใช้ปลายแหลมของไม้จิ้มฟันที่ทำให้ปลายเปียกน้ำนำมาแตะเมล็ดแล้วย้ายมาใส่ก้อนฟองน้ำ จากนั้นนำแผ่นพลาสติกมาคลุมด้านบนของก้อนฟองน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ แล้วจึงนำถาดไปไว้ในที่ร่มไม่โดนลม จนกระทั่งเมล็ดงอกซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1–2 วัน เมื่อต้นกล้าส่วนใหญ่งอกออกจากเมล็ดพันก้อนฟองน้ำ จึงนำต้นกล้าเหล่านั้นออกแดด

2.2.3 การออกแดด นำถาดบรรจุต้นกล้าไปไว้ในบริเวณที่มีแดดอ่อนๆ ต้นกล้าจะได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอ และควรให้แสงเพิ่มทีละน้อย จนกว่าจะครบระยะการออกแดดซึ่งใช้เวลา 9 วัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงช่วงระยะเวลาการนำกล้าผักออกให้รับแสงแดด

ระยะเวลา (วัน)	ช่วงเวลาที่ควรนำออกแดด
3 วันแรก	06.00 – 08.00 น. และ 16.00 – 18.00 น.
วันที่ 4–6	06.00 – 09.30 น. และ 14.30 – 18.30 น.
วันที่ 7–9	06.00 – 11.00 น. และ 13.00 – 18.00 น.

ระหว่างออกแดดหมั่นรดน้ำให้ต้นกล้ามีความชุ่มชื้นอยู่เสมอในปริมาณที่ไม่มาก หรือน้อยเกินไปและควรรดน้ำตอนเช้าและตอนบ่าย

2.2.4 การย้ายปลูกและการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ก่อนที่ต้นกล้าจะอายุครบ 9 วัน คือประมาณ วันที่ 7–8 ของการงอกก็ควรเตรียมสถานที่ตั้งเรือนปลูกผักกาดหอมให้เรียบร้อย โดยบริเวณปลูกคลุมด้วยตาข่าย สถานที่จะต้องเป็นพื้นที่เรียบมีระดับเสมอกัน และมีแดดส่องถึงตลอดทั้งวัน จากนั้นเตรียมสารละลายธาตุอาหารตามตำรับ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (ดังตารางที่ 1) ใส่สารละลายธาตุอาหารในถังพลาสติกที่เตรียมไว้ใช้ปลูกผักโดยเติมถังละ 1600 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยเหลือช่องว่างระหว่างสารละลายธาตุอาหารกับโฟมไว้ประมาณ 2 เซนติเมตร จากนั้นเจาะโฟมเป็นช่องขนาด 1.7 x 1.7 เซนติเมตร เพื่อใช้ปลูกโดยปลูกห่างกันประมาณ 15 เซนติเมตร (แสดงดังภาพที่ 4) จากนั้นแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ชุด 1 แบบเป่าอากาศด้วยปั๊มอากาศ (แสดงดังภาพที่ 3) ชุดที่ 2 แบบไม่เป่าอากาศ (แสดงดังภาพที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การย้ายกล้า เมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 9 วัน คัดต้นกล้าที่แข็งแรงขนาดใกล้เคียงกัน จำนวน 40 ต้น เพื่อนำไปปลูกย้ายกล้าที่คัดเลือกแล้วใส่ตามช่องของแผ่นโฟม โดยโฟม 1 ช่องจะใส่ต้นกล้า 1 ต้น โดยใส่ทั้งก้อนฟองน้ำก้อนละ 1 ช่อง จนครบทั้ง 40 ช่อง ทั้งนี้การใส่ก้อนฟองน้ำลงในช่องจนหัวด้านบนของก้อนฟองน้ำเสมอแผ่นโฟมก้อนฟองน้ำส่วนล่างจะโผล่พ้นออกมาทางด้านล่างของแผ่นโฟม (แสดงดังภาพที่ 2) แล้วนำแผ่นโฟมที่มีต้นกล้าไปวางบนถังพลาสติกที่ใส่สารละลายธาตุอาหารตำรับต่างๆ ครบ โดยให้ส่วนรากของต้นกล้าและส่วนล่างของก้อนฟองน้ำ สัมผัสผิวหน้าของสารละลายธาตุอาหารในถังพลาสติกตลอดเวลา ไม่เช่นนั้นกล้าอาจตายได้ ในกลุ่มที่เป่าอากาศจะเปิดสวิทช์ไฟ้ปั๊มอากาศทำงานเป่าอากาศลงไปในน้ำยาจำนวน 20 ถัง ซึ่งมีน้ำยาครบทุกตำรับโดยเป่าอากาศตลอดเวลาจนเสร็จการทดลอง

3. <u>การดูแลในระหว่างการทดลอง</u>

3.1 ตรวจเช็คระดับสารละลายธาตุอาหารในถังพลาสติกให้อยู่ในระดับ 1600 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้น้ำบริสุทธิ์เติมเป็นการทดแทนสารละลายธาตุอาหารที่ขาดหายไป จากการระเหยและการคายน้ำ

3.2 ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหารทั้งแบบเป่าและไม่เป่าอากาศให้อยู่ที่ pH 6.5

3.3 ควบคุมอุณหภูมิภายในบริเวณปลูกโดยการใช้น้ำสะอาดราดบริเวณพื้นซึ่งเป็นพื้นคอนกรีตเพื่อเป็นการลดอุณหภูมิ จะกระทำทุกวันๆ ละ 2–3 ครั้ง

3.4 พรมน้ำสะอาดให้กับต้นผักกาดหอมช่วยให้ผักกาดหอมสดขึ้น

4. <u>การเก็บเกี่ยว</u> จะทำการเก็บเมื่ออายุ 42 วัน โดยเก็บในแต่ละตำรับแยกกันแล้วนำข้อมูลไปหาค่าทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

1. น้ำหนักสดของต้นและใบผักกาดหอม อายุ 42 วันแบบไม่เป่าอากาศ (กรัม/ต้น)
2. น้ำหนักสดของต้นและใบผักกาดหอม อายุ 42 วันแบบเป่าอากาศ (กรัม/ต้น)
3. จำนวนใบของต้นผักกาดหอม อายุ 42 วันแบบไม่เป่าอากาศ (ใบ/ต้น)
4. จำนวนใบของต้นผักกาดหอมอายุ 42 วันแบบเป่าอากาศ (ใบ/ต้น)
5. น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (กรัม/ต้น)
6. น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วันแบบเป่าอากาศ (กรัม/ต้น)

สถานที่ทำการทดลอง

ตาษฎาอาคาร Processing plant 1 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง	23	พฤศจิกายน	2530
สิ้นสุดการทดลอง	4	มกราคม	2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. น้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (กรัม/ต้น)

จากตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (แสดงดังตารางที่ 4) ของน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วันแบบไม่เป่าอากาศ แสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) ไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมจะมีค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อยในตำรับที่ T_1, T_2, T_3 และ T_4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 83.62, 77.7, 74.82, 59.05 กรัม/ต้นตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 3)

2. น้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วันแบบเป่าอากาศ (กรัม/ต้น)

จากตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (แสดงดังตารางที่ 6) ของน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วันแบบเป่าอากาศ แสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) ไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมจะมีค่าจากมากไปน้อย ในตำรับที่ T_1, T_2, T_3 และ T_4 ซึ่งมีค่าเป็น 85.6, 69.6, 66.0, 48.23 กรัม/ต้นตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 5)

3. จำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (ใบ/ต้น)

จากตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (แสดงดังตารางที่ 8) ของจำนวนใบผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ แสดงให้เป็นว่าทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) ไม่มีผลทำให้จำนวนใบของผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า T_1 และ T_3 ให้จำนวนใบของผักกาดหอมเท่ากัน และมากที่สุดรองลงไปคือ ตำรับที่ T_4 และ T_2 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนใบเฉลี่ยเป็น 17.2, 17.2, 16.5, 16.0 ใบ/ต้น ตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99917

4. จำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ (ใบ/ต้น)

จากตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (แสดงดังตารางที่ 10) ของจำนวนใบผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ แสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตาราง 1) ไม่มีผลทำให้จำนวนใบของผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า T_2 ให้จำนวนใบของผักกาดหอมมากที่สุดรองลงไปคือ T_1, T_3 และ T_4 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนใบเฉลี่ยเป็น 17.0, 16.67, 16.5, 14.5 ใบ/ต้น ตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 9)

5. น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เปล่าอากาศ (กรัม/ต้น)

จากตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (แสดงดังตารางที่ 12) ของน้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เปล่าอากาศ แสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) ไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า T_4 จะทำให้น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมสูงสุดรองลงไปคือ T_3, T_1 และ T_2 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเป็น 16.1, 13.38, 12.76, 11.76 กรัม/ต้น ตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 11)

6. น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ (กรัม/ต้น)

จากตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (แสดงดังตารางที่ 14) ของน้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ แสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) ไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า T_1 ทำให้น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมสูงสุดรองลงไปคือ T_3, T_2 และ T_4 ซึ่งมีค่าเป็น 13.0, 10.5, 10.0, 8.7 กรัม/ต้นตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ตารางแสดงน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (กรัม/ต้น)

ตำรับ	น้ำหนักสดของใบและลำต้นผักกาดหอม (กรัม/ต้น)					เฉลี่ย	Standard Diviation
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 5		
T_1	79.3	88.2	82.6	82.1	85.9	83.62	3.47
T_2	41.1	75.4	90.9	79.4	87.3	74.82	19.83
T_3	86.1	62.1	72.1	76.7	91.5	77.7	11.54
T_4	–	51.2	66.9	–	–	59.05	10.1

C.V. = 17.33%

ตารางที่ 4 ตาราง วิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ

Source of variation	df	ss	MS	F-Test
Treatment	3	883.62	294.54	1.68 NS
Error	13	2280.82	175.45	
Total	16	3164.44		

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ตารางแสดงน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ (กรัม/ต้น)

ตำรับ	น้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม (กรัม/ต้น)					เฉลี่ย	Standard Diviation
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 5		
T_1	54.8	–	108	–	94.0	85.6	27.58
T_2	77.9	92	–	38.9	–	69.6	27.51
T_3	72.1	65.9	–	84.6	41.4	66.0	18.15
T_4	23.2	37.6	–	72	60.1	48.23	21.95

C.V. = 35.49%

ตารางที่ 6 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ

Source of variation	df	SS	MS	F-Test
Treatment	3	2455	818.3	1.497^{NS}
Error	10	5467.85	546.79	
Total	13	7922.85		

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13589

ตารางที่ 7 ตารางแสดงจำนวนใบผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (ใบ/ต้น)

ตำรับ	จำนวนใบผักกาดหอม (ใบ/ต้น)					เฉลี่ย	Standard Diviation
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 5		
T_1	17	19	16	18	16	17.2	1.3
T_2	16	13	16	18	17	16	1.87
T_3	16	16	18	19	17	17.2	1.3
T_4	–	16	17	–	–	16.5	0.71

C.V. = 8.76%

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ ทางสถิติจำนวนใบผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ

Source of variation	df	SS	MS	F-Test
Treatment	3	4.96	1.65	0.76 NS
Error	13	28.1	2.16	
Total	16	33.06		

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 9 ตารางแสดงจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ (ใบ/ต้น)

ตำรับ	จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบ/ต้น)					เฉลี่ย	Standard Diviation
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 5		
T_1	16	–	15	–	19	16.67	2.08
T_2	18	19	–	14	–	17	2.65
T_3	16	17	–	18	15	16.5	1.29
T_4	12	14	–	17	15	14.5	2.08

C.V. = 13.30%

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศ

Source of variation	df	SS	MS	F-Test
Treatment	3	9.23	3.08	0.67 NS
Error	10	45.7	4.57	
Total	13	54.93		

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ตารางแสดงน้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ (กรัม/ต้น)

ตำรับ	น้ำหนักสดของรากผักกาดหอม (กรัม/ต้น)					เฉลี่ย	Standard Diviation
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 5		
T_1	11.6	13.6	14.5	11.3	12.8	12.76	1.34
T_2	9.3	4.9	14.7	10.2	19.7	11.76	5.64
T_3	13.3	9.7	17.1	13.2	13.5	13.38	2.62
T_4	–	10.8	21.4	–	–	16.10	7.50

C.V. = 31.40%

ตารางที่ 12 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบไม่เป่าอากาศ

Source of variation	df	SS	MS	F-Test
Treatment	3	33.11	11.04	0.658 NS
Error	13	218.03	16.77	
Total	16	251.14		

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ตารางแสดงน้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ (กรัม/ต้น)

ตำรับ	น้ำหนักสดของรากผักกาดหอม (กรัม/ต้น)					เฉลี่ย	Standard Diviation
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 5		
T_1	6.5	–	16.5	–	16.0	13.0	5.63
T_2	8.6	13.0	–	8.4	–	10.0	2.6
T_3	11.2	8.9	–	14.2	7.7	10.5	2.86
T_4	4.6	6.1	–	12.4	11.7	8.7	3.93

C.V. = 36.99%

ตารางที่ 14 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเปล่าอากาศ

Source of variation	df	SS	MS	F-Test
Treatment	3	32.36	10.79	0.73^{NS}
Error	10	148.26	14.83	
Total	13	180.62		

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การเปรียบเทียบน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วัน ซึ่งปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับคือ T_1,T_2,T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ โดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบ T-Test พบว่า แบบเป่าอากาศและแบบไม่เป่าอากาศไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารทุกตำรับมีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากภาพที่ 1 เป็นภาพแสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วันแบบไม่เป่าและเป่าอากาศ จากการศึกษาสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับ พบว่า T_1 ให้น้ำหนักสดของใบและต้นแบบไม่เป่าอากาศเป็น 83.62 กรัม/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 85.6 กรัม/ต้น T_2 ให้น้ำหนักสดของใบและต้นแบบไม่เป่าอากาศเป็น 74.82 กรัม/ต้น และแบบเป่าอากาศเป็น 69.6 กรัม/ต้น T_3 ให้น้ำหนักสดของใบและต้น แบบไม่เป่าอากาศเป็น 77.7 กรัม/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 66.0 กรัม/ต้น T_4 ให้น้ำหนักสดของใบและต้น แบบไม่เป่าอากาศเป็น 59.05 กรัม/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 48.23 กรัม/ต้น

8. การเปรียบเทียบจำนวนใบผักกาดหอม อายุ 42 วัน ซึ่งปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับ คือ T_1,T_2,T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ โดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบ T-Test พบว่าแบบเป่าและไม่เป่าอากาศไม่มีผลทำให้จำนวนใบของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารทุกตำรับมีความแตกต่างกันทางสถิติ

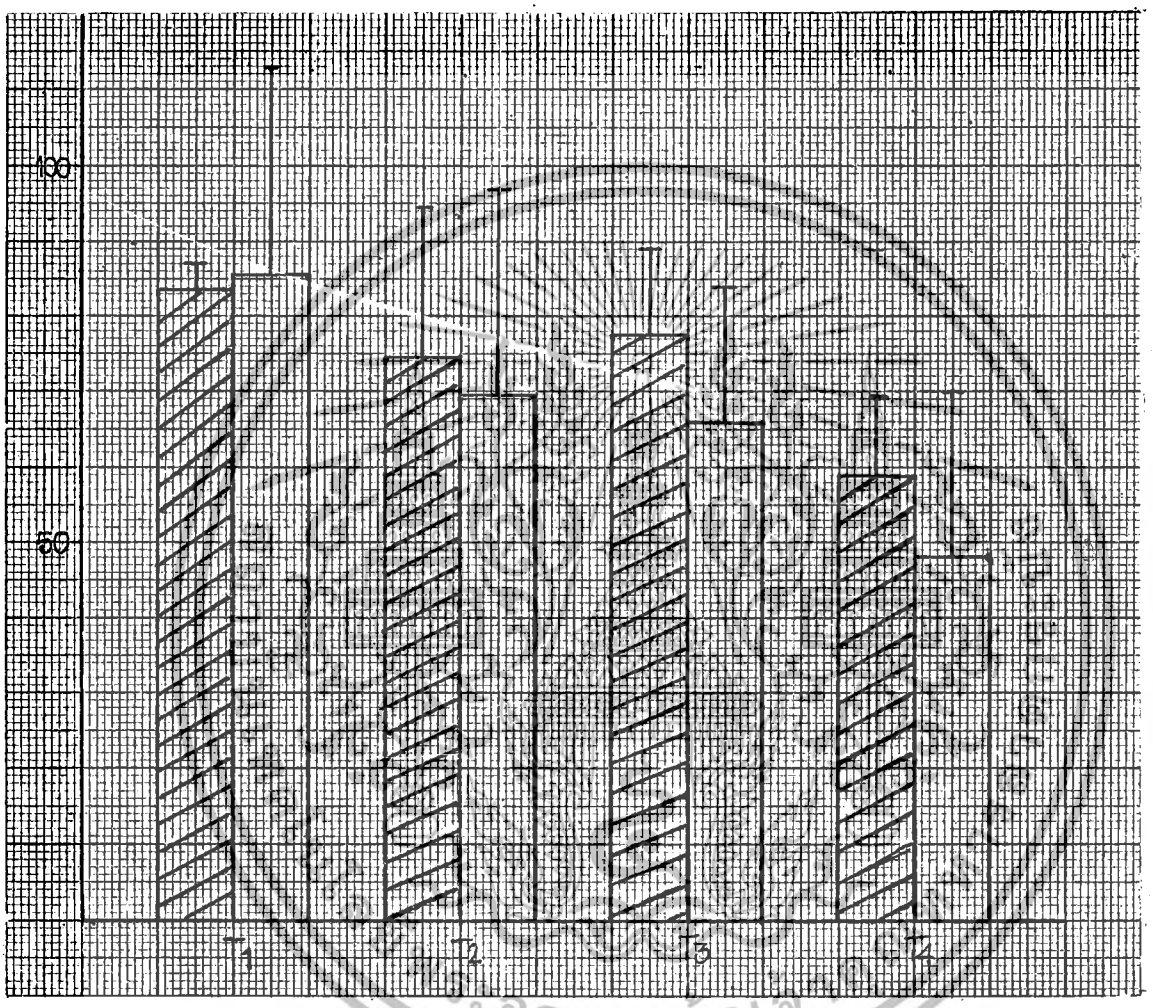
จากภาพที่ 2 เป็นภาพแสดงการเปรียบเทียบจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ จากการศึกษาสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับ พบว่า T_1 ให้จำนวนใบแบบไม่เป่าอากาศเป็น 17.2 ใบ/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 16.67 ใบ/ต้น T_2 ให้จำนวนใบแบบไม่เป่าอากาศเป็น 16 ใบ/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 17 ใบ/ต้น T_3 ให้จำนวนใบแบบไม่เป่าอากาศเป็น 17.2 ใบ/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 16.5 ใบ/ต้น T_4 ให้จำนวนใบแบบไม่เป่าอากาศเป็น 16.5 ใบ/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 14.5 ใบ/ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การเปรียบเทียบน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน ซึ่งปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับ คือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ โดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบ T-Test พบว่า แบบเป่าอากาศและไม่เป่าอากาศไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของรากผักกาดหอม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารทุกตำรับมีความแตกต่างกันทางสถิติ

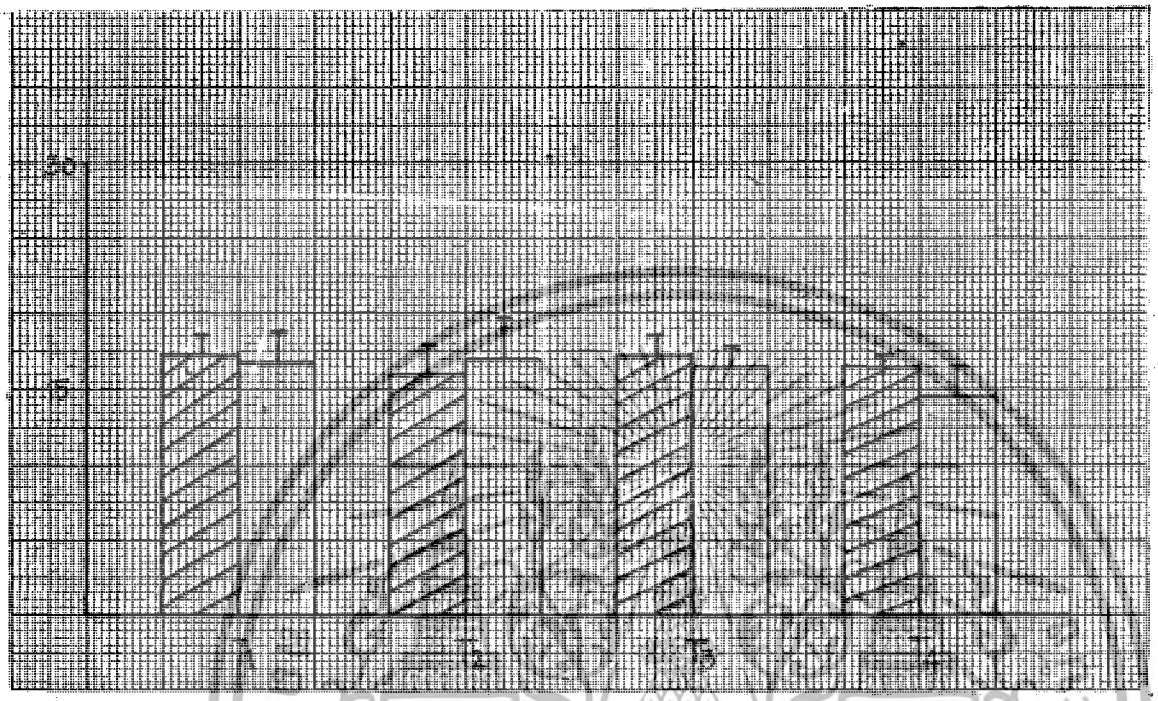
จากภาพที่ 3 เป็นภาพแสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าอากาศและแบบไม่เป่าอากาศ จากการศึกษาสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับ พบว่า T_1 ให้น้ำหนักสดของรากแบบไม่เป่าอากาศเป็น 12.67 กรัม/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 13.0 กรัม/ต้น T_2 ให้น้ำหนักสดของรากแบบไม่เป่าอากาศเป็น 11.76 กรัม/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 16.0 กรัม/ต้น T_3 ให้น้ำหนักสดของรากแบบไม่เป่าอากาศเป็น 13.38 กรัม/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 10.5 กรัม/ต้น T_4 ให้น้ำหนักสดของรากแบบไม่เป่าอากาศเป็น 16.0 กรัม/ต้น แบบเป่าอากาศเป็น 8.7 กรัม/ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

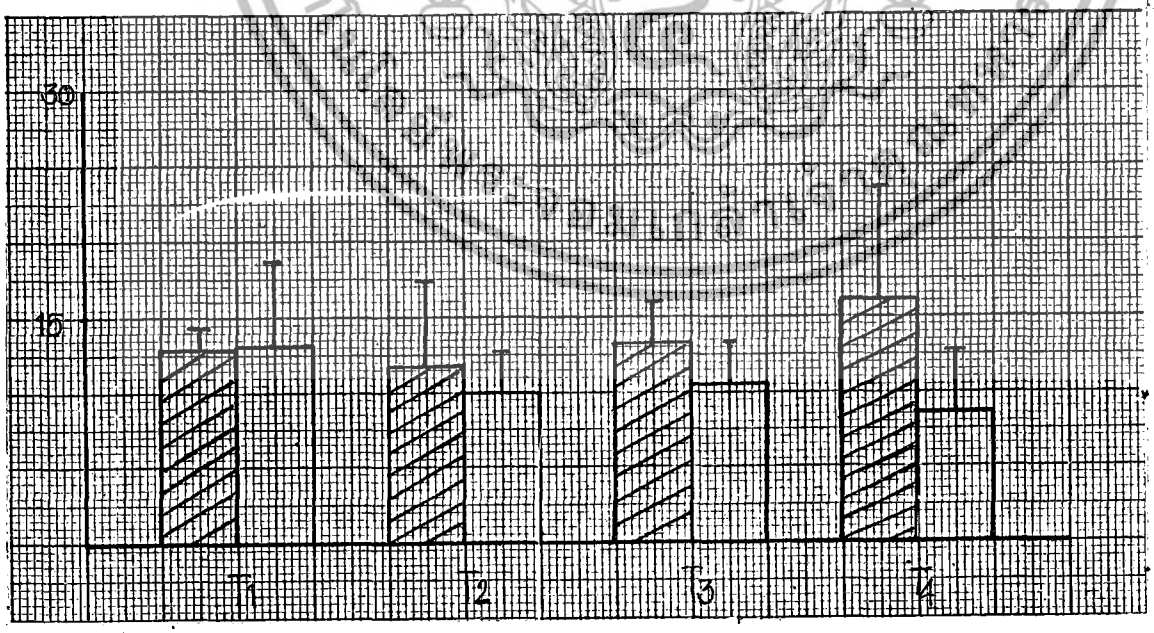


ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเปล่าและไม่เปล่าอากาศ



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน แบบเปล่าและไม่เปล่าอากาศ

ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การอ้างอิงควรอ้างถึงแหล่งที่มาของเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) แบบเปิดอากาศและไม่เปิดอากาศที่มีต่อน้ำหนักสดของใบและต้น จำนวนใบ น้ำหนักสดของรากผักกาดหอม อายุ 42 วัน พบว่า

แบบไม่เปิดอากาศ T_1 ทำให้น้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอมมีค่าสูงสุดคือ 83.62 กรัม/ต้น

T_1 และ T_3 ทำให้ผักกาดหอมมีจำนวนใบเท่ากันและมีค่ามากที่สุด คือ 17.2 ใบ/ต้น

T_4 มีผลทำให้น้ำหนักสดของรากสูงสุดคือ 16.1 กรัม

แบบเปิดอากาศ T_1 ทำให้น้ำหนักสุดของใบและต้นผักกาดหอมมีค่าสูงสุด คือ 85.6 กรัม/ต้น

T_2 จะทำให้จำนวนใบผักกาดหอมมากที่สุด 17 ใบ/ต้น

T_1 จะทำให้น้ำหนักสดของรากสูงสุดเท่ากับ 13.0 กรัม/ต้น

จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 ไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดของใบและต้น จำนวนใบ น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งแบบเปิดและไม่เปิดอากาศ

การเปรียบเทียบน้ำหนักสดของใบและต้นผักกาดหอม จำนวนใบ น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน แบบเปิดและไม่เปิดอากาศ ในสูตรธาตุอาหารทั้ง 4 ตำรับคือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) พบว่าน้ำหนักสดของใบและต้น จำนวนใบ น้ำหนักสดของรากผักกาดหอม แบบเปิดและแบบไม่เปิดอากาศ ในแต่ละตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Diviation) ของการทดลองที่ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ตำรับ คือ T_1, T_2, T_3 และ T_4 (แสดงดังตารางที่ 1) แบบเปิดและไม่เปิดอากาศที่มีผลกับน้ำหนักสดของใบและต้น จำนวนใบ น้ำหนักสดของรากผักกาดหอมอายุ 42 วัน พบว่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง อาจเกิดขึ้นเนื่องจากระยะปลูกผักกาดหอมชิดเกินไป คือ 15 เซนติเมตร และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีบางช่วงห่างมากกว่า 15 เซนติเมตร (แสดงดังภาพที่ 4) ซึ่งระยะปลูกในสภาพแปลงปรกติแบบแถวเดี่ยว ใช้ระยะ 25 x 30 เซนติเมตร ในระยะปลูก 15 ซม. พบว่าต้นผักกาดหอม อาจจะเกิดการแก่งแย่งแสงสว่างกัน เมื่อเจริญเติบโตมากขึ้น (แสดงดังภาพที่ 8) ส่วนบางต้นที่ปลูกระยะห่างมากกว่า 15 เซนติเมตร อาจจะได้รับแสงสว่างมากกว่า ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไปควรใช้ระยะมากกว่า 15 ซม. เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว

ในขณะทดลองเครื่องมือควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหาร (pH meter) เกิดชำรุดทำให้การควบคุมสภาพเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหารได้ไม่แน่นอน อาจส่งผลทำให้เกิดสภาพไม่เหมาะสมต่อการดูดธาตุอาหารของผักกาดหอมไปใช้ และขณะตรวจเช็คความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหารจำเป็นต้องยกโฟมออกจากสารละลายธาตุอาหาร หากยกโฟมนานเกินไปจะเป็นผลให้รากผักกาดหอมของต้นที่โตมากแล้ว อายุประมาณ 37 วัน เกิดอาการขาดน้ำในชั่วระยะเวลาหนึ่ง จะทำให้เกิดอาการเหี่ยวเฉา และชงักการเจริญเติบโต การแก้ไขไม่ควรยกโฟมนานเกินไป

ปรกติการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมที่ปลูกในดินพันธุ์ไปแนะนำให้เก็บเกี่ยวเมื่ออายุระหว่าง 40–50 วันหลังจากหว่านเมล็ดลงในแปลง (บุญสม, 2515) แต่ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 42 วัน ตามคำแนะนำดังกล่าวพบว่าผักกาดหอมแสดงอาการยืดยาวขึ้นเป็นข้อปล้องอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเป็นระยะที่ไม่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมพันธุ์ใบ ควรเก็บเมื่อใบยังอ่อน ข้อปล้องไม่ยืดยาว ดังนั้น ในการทดลองครั้งนี้ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวน่าจะน้อยกว่า 42 วัน ก่อนที่ลำต้นจะยืดยาว

ในช่วงการทดลองพบว่าในเวลากลางวันจะมีแดดจัด ทำให้บริเวณที่ปลูกมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า 30°C เนื่องจากแดดจ้าและพื้นคอนกรีตอบความร้อนไว้ จึงได้ช่วยลดอุณหภูมิบริเวณที่ทำการทดลอง ในการลดอุณหภูมิได้ใช้ตาข่ายไนล่อนคลุมเพื่อลดอุณหภูมิที่เกิดจากความเข้มของแสงแดดจัดในบริเวณปลูก นอกจากนี้ยังได้ใช้น้ำสะอาดราดบริเวณพื้นคอนกรีตในบริเวณทดลอง เป็นการลดความร้อนที่คายออกมาจากพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีต โดยรดน้ำวันละ 2-3 ครั้ง ในการลดความร้อนอีกวิธีหนึ่งได้ใช้น้ำสะอาดพรมต้นผักกาดหอมช่วยให้ต้นผักกาดหอมสดขึ้น

จากผลการทดลองครั้งนี้ ยังพบอีกว่าต้นผักกาดหอมบางต้น ซึ่งพบในส่วนที่เป่าอากาศเป็นส่วนใหญ่ จะแสดงอาการเหี่ยวเฉาขึ้น เมื่อทำการตรวจพบว่าระบบรากผักกาดหอมจะมีสีน้ำตาลเกิดการเน่าทำให้ดูดน้ำ ดูดอาหารไม่ได้ และเหี่ยวตายไปในที่สุด ซึ่งข้อมูลที่สูญหายไปเป็นผลมาจากอาการดังกล่าว (แสดงดังภาพที่ 9) ได้ทดลองเบื้องต้นสำหรับต้นที่ยังไม่ตาย โดยการนำต้นผักกาดหอมที่เหี่ยวเฉา และระบบรากเป็นสีน้ำตาล ย้ายไปปลูกในน้ำบริสุทธิ์ จะปรากฏว่ามีการสร้างรากใหม่ขึ้นมาทดแทนระบบรากเดิม (แสดงดังภาพที่ 10) ซึ่งน่าจะทำการศึกษาหาสาเหตุของอาการต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้พอจะสรุปสั้นๆ ได้ว่า สารละลายธาตุอาหารทุกตำรับสามารถใช้ปลูกผักกาดหอมได้ การปลูกผักกาดหอมครั้งนี้พบว่า การเป่าอากาศอาจจะไม่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในการปลูกผักกาดหอมในสารละลายดังกล่าว ไม่ควรปลูกในสภาพที่อุณหภูมิสูงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. บุญสม วราเอกศิริ. 2515. วิชาสวนผัก. แผนกสวนผัก, คณะวิชาพืชกรรม, โรงเรียนเกษตรกรรมพิษณุโลก. 90 หน้า.

2. สมภพ ฐิตะวสันต์. 2527. หลักการผลิตผัก. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพ. 212 หน้า.

3. สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2530. สวนผัก. ฐานเกษตรกรรม. 5 : 31-42.

4. Bubel Nancy. 1978. The Seed Starter's Handbook. Rodale Press, Inc. 363 P.

5. Douglas J. Sholto. 1978. Hydroponics. Oxford University Press, London. 185 P.

6. Franch C.M. and W.E. Loomis, 1947. The Absorption of Phosphorus and Iron from Nutrients Solution Plant Physiol. 22 : 627 - 634.

7. Ikeda Hidue. 1985. Soilless culture in Japan. Farminy Japan. 19(6). 35 - 43.

8. Morgan J.r. and Ailian Tan. 1983. Green house lettuce production at high densities in hydroponics. Acta Horticulture 133. 39 - 46.

9. Pureylove J.W. 1977. Tropical Crop Dicotylendons. Congman group limited : London. 719 P.

10. Resh M. Harward. 1981. Hydroponic Food Production. Woodbride Press Publishing Company. Santa Barbara, California. 355 P.

11. Splittstoesser W.E. 1984. Vegetable Growing Handbook. The Avi publishing Co,Inc. Westport. 325 P.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. Tindall H.D. 1983. Vegetable in the Tropics. The Macmilan press LTD, London and Basingstoke. 533 P.

13. Varley Jon and Stan Burrage. 1981. Solution for lettuce. Grower. Wye College. 19 - 23.

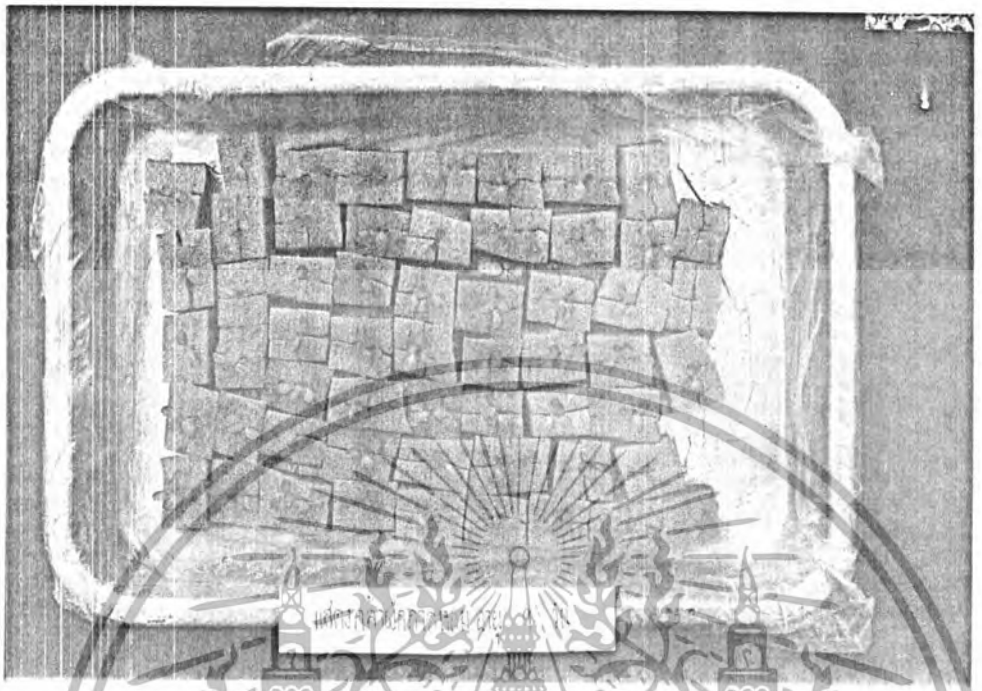
14. Wallace T.C.B.E. 1951. The Diagnosis of Minerial Difficiency in Plant by Visual Symptoms. H.M. Stationary office : London. 256 P.

15. Yamaguchi Mas. 1983. World Vegetable. Dept of vegetable crop, univ of California at Davis, California. 415 P.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

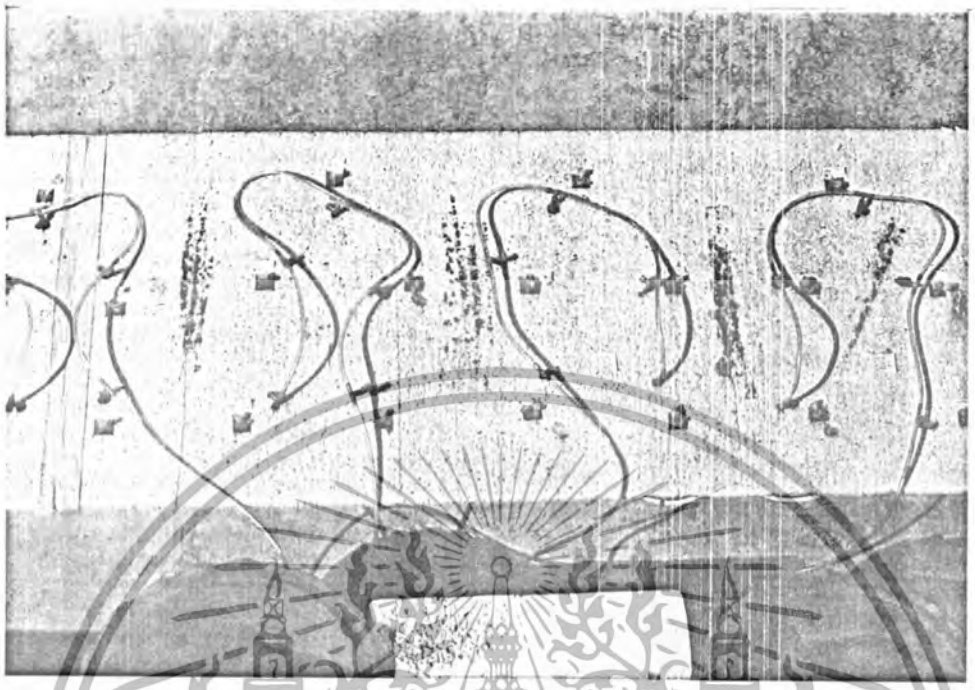
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงต้นกล้าผักกาดหอมอายุ 9 วัน เตรียมย้ายปลูก

ภาพที่ 5 แสดงลักษณะการปลูกผักกาดหอมลงในสารละลายธาตุอาหาร

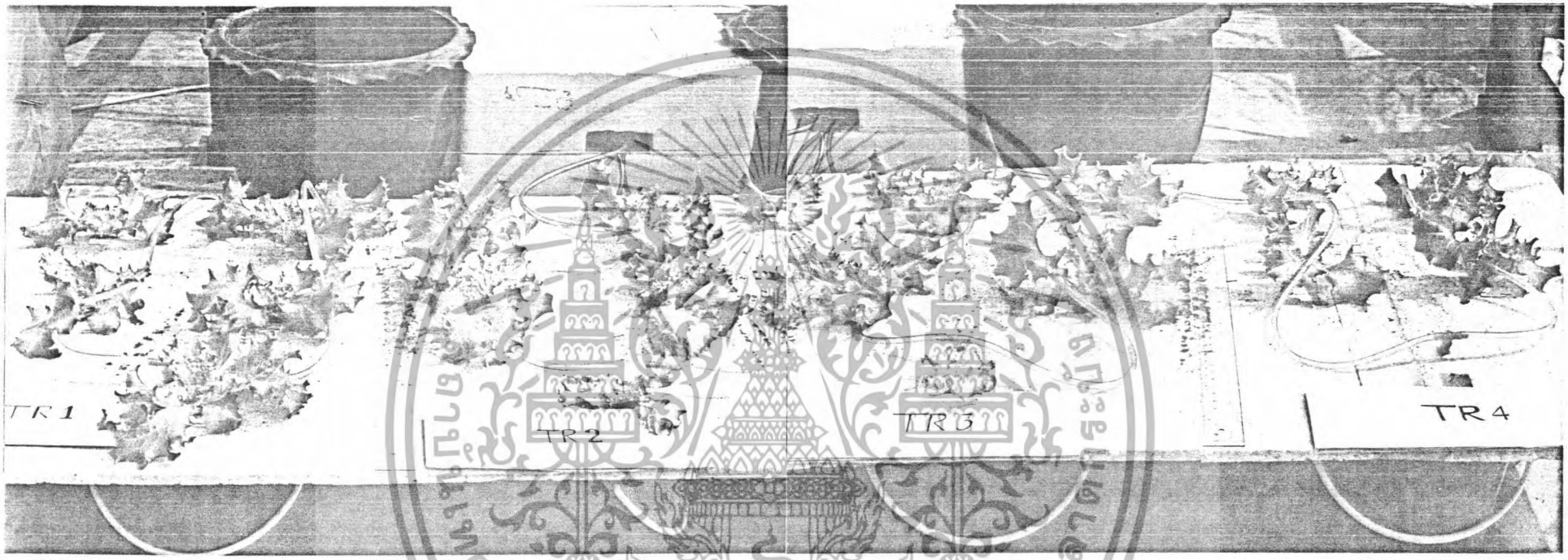
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะการปลูกผักกาดหอม อายุ 16 วัน แบบเปิดอากาศ

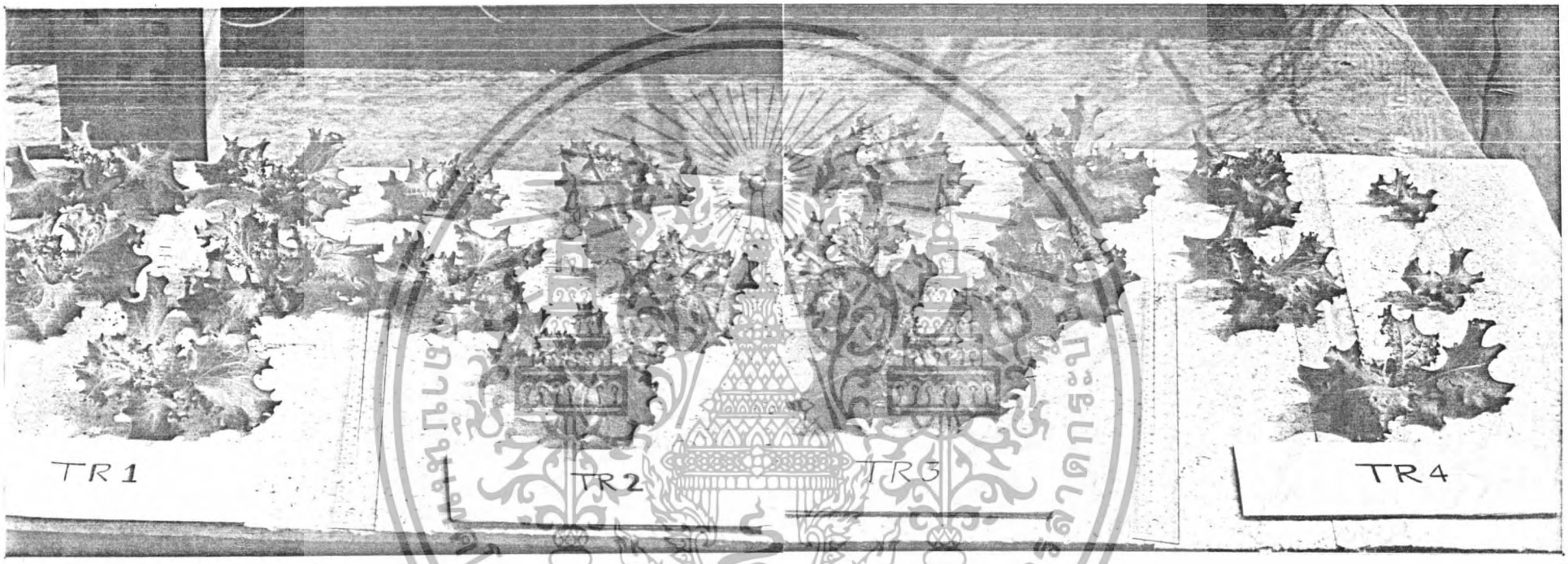
ภาพที่ 7 แสดงลักษณะการปลูกผักกาดหอม อายุ 16 วัน
แบบไม่เปิดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



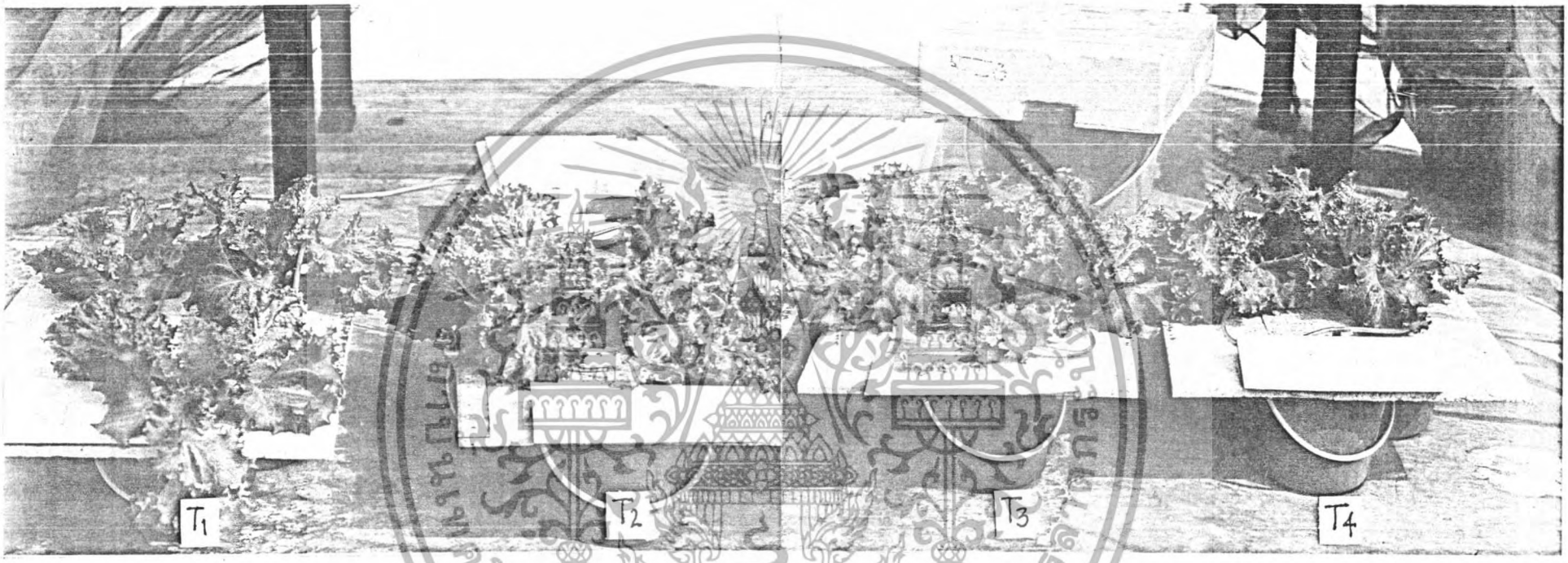
ภาพที่ 8 แสดงลักษณะของผักกาดหอมอายุ 30 วัน แยบน้ำอากาศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



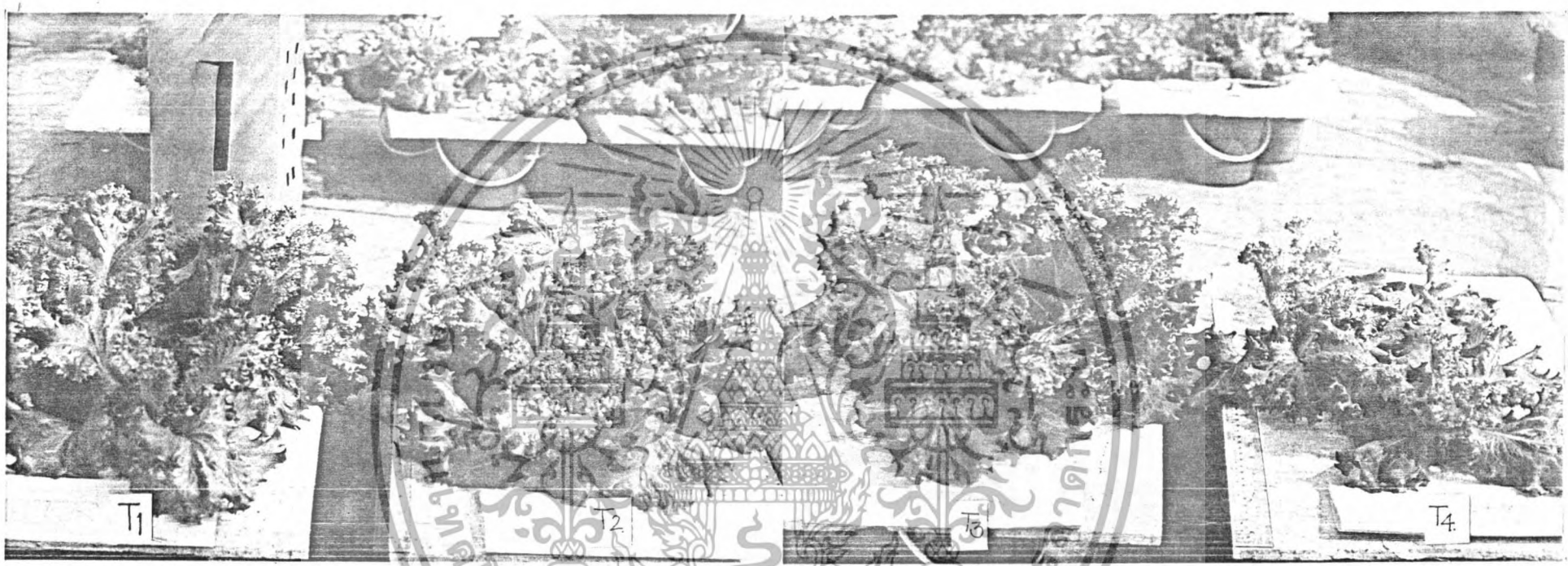
ภาพที่ 9 แสดงลักษณะของผักกาดหอม อายุ 30 วัน แยบไม่เป่าอากาศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



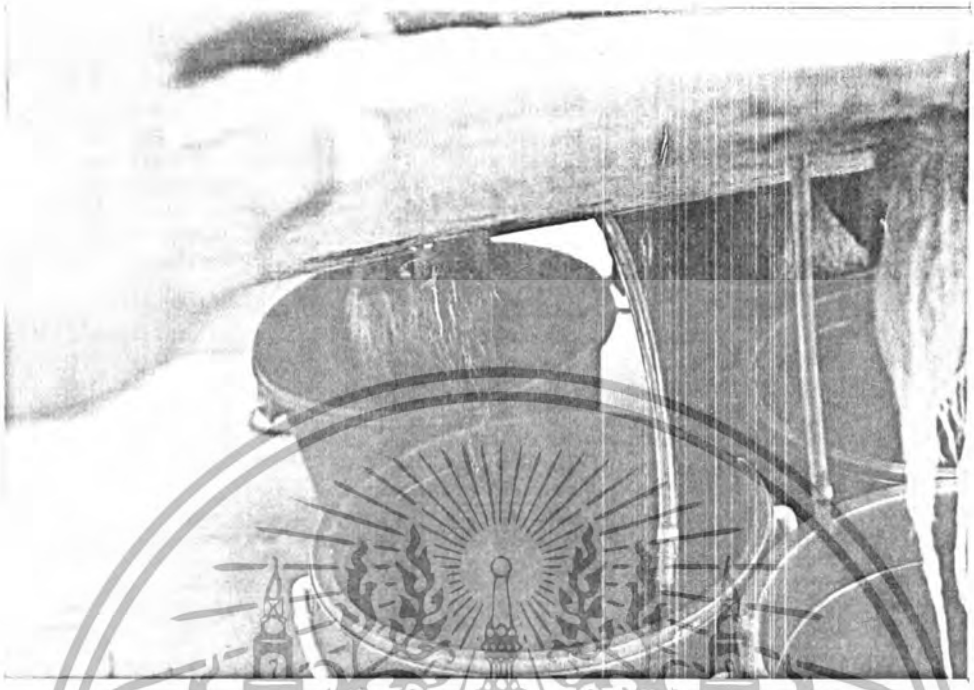
ภาพที่ 10 แสดงลักษณะของยักกากอม อายุ 37 วัน แบบเปาอากาศ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะของมัลกากหอม อายุ 37 วัน แยมไม่เปลี่ยนอากาศ

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะรากของผักกาดหอมเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ภาพที่ 13 แสดงลักษณะของรากผักกาดหอมที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ทดแทนราก ถ้าเป็นสีน้ำตาลหลังจากย้ายปลูกในน้ำบริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้