รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **ชุดโครงการวิจัย** : -

2. **โครงการวิจัย** : การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก

   กิจกรรม : -

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ทดสอบสูตรธาตุอาหารและการลดปริมาณไนเตรทในการผลิตผักกาดหอมจังหวัดปทุมธานี

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Testing on Nutrient Formula and Nitrate Reduction in Lettuce Production at Pathum Thani Province

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

   หัวหน้าการทดลอง : นายนพพร ศิริพานิช ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี

   ผู้ร่วมงาน : นางสาวกุลวดี ฐาน์กาญจน์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี

   นายไกรสิงห์ ชูดี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี

5. **บทคัดย่อ** : การทดสอบสูตรธาตุอาหารและการลดปริมาณไนเตรทในการผลิตผักกาดหอมจังหวัดปทุมธานีดำเนินการระหว่าง เดือน ตุลาคม 2558-กันยายน 2560 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงสูตรอาหารที่เหมาะสมในการผลิตผักกาดหอมและสามารถลดปริมาณสารไนเตรทตกค้างไม่ให้เกินค่ามาตรฐานสากลในผลผลิตผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร วางแผนการทดลองแบบ Split Split Plot Design จำนวน 3 ซ้ำ มี Main plot 3 ระดับ คือ 1) ให้สารละลายปุ๋ยตลอดอายุผักจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยไม่มีการลดปริมาณสารละลาย 2) ปรับปริมาณสารละลายออกครึ่งหนึ่งจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณ ก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน และ 3) ปรับปริมาณสารละลายออกทั้งหมดจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณ ก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน Subplot 2 ระดับ คือ 1) สูตรธาตุอาหาร KMITL3 ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ 2) สูตรธาตุอาหาร KMITL3 ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง10% โดยน้ำหนัก Sub-Subplot 3 ระดับ คือ การเก็บรักษาผักที่ 0,2 และ 4 วันหลังเก็บเกี่ยว ผลการทดลองพบว่า ผลผลิต ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูง

ต้น และน้ำหนักเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี ส่วนปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผลผลิต พบว่า กรรมวิธีให้สารละลายปุ๋ยตลอดอายุผักจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยไม่มีการลดปริมาณสารละลายในสูตรธาตุอาหาร มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างสูงที่สุดทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว ที่ 2,162.90 และ 1,119.56 mg/kg ตามลำดับ และกรรมวิธีปรับปริมาณสารละลายออกทั้งหมดจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณ ก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน ในสูตรธาตุอาหาร ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง10% โดยน้ำหนัก มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างน้อยที่สุดทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว ที่ 745.65 และ 798.41 mg/kg ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาในการเก็บรักษาผักที่ 0, 2 และ 4 วันหลังเก็บเกี่ยว ทุกกรรมวิธี ไม่พบว่าทำให้ค่าปริมาณสารไนเตรทตกค้างลดลงอย่างชัดเจน

คำสำคัญ : ไฮโดรโปนิกส์ ผักกาดหอม ไนเตรท

Abstract **:** Processed between October 2015 and September 2017 at Pathum Thani Agricultural Research and Development Center. The objective is to study the optimal diet for lettuce production and can reduce the amount of nitrate residue not exceed the international standards. Split Split Plot Design with 3 replications. Main plot 3 levels Is 1. to provide fertilizer solution throughout the life of the vegetable to the harvesting date without reducing the amount of solution. 2. Adjust the amount of solution to half, then add water to the volume 3 days before harvest and 3. volumes of the solution were removed. 3 days before harvest 2 level subplot 1. Use the KMITL3 nutrient formula and 2. Use the KMITL3 nutrient formula, which reduced nitrogen fertilizer composition by 10% by weight. Sub-level 3 is vegetable storage at 0.2 and 4 days after harvest. The results showed that yield, leaf width, leaf height, stem height and average weight there were no statistically significant differences in the treatments. The amount of nitrate residue in the yield. It was found that the solution gave the nutrient solution throughout the life of the vegetables to the harvest without reducing the amount of nutrient solution. The highest amount of nitrate residue in rainy and winter season was 2,162.90 and 1,119.56 mg/kg, respectively. The processes of adjusting the total amount of solution and then fill it with water. Three days before harvest. Nitrogen fertilizer is reduced by 10% by weight. Nitrate content was lowest in rainy season and winter season at 745.65 and 798.41 mg/kg, respectively. The storage time of vegetables at 0, 2 and 4 days after harvesting was not significantly nitrate reduced.

Keyword : hydroponics , lettuce, nitrate

6. **คำนำ** : การผลิตพืชผักโดยไม่ใช้ดิน (soiless culture) เป็นการปลูกผักโดยให้รากอยู่ในวัสดุปลูกอื่นเช่น ปลูกให้รากแช่อยู่ในน้ำ (hydroponics) ปลูกให้รากอยู่ในวัสดุปลูกอื่นๆ (substrate culture) เช่น ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ ขี้เลื่อย วัสดุผสมต่างๆ เป็นต้นการผลิตพืชผักด้วยวิธีนี้ทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง สามารถควบคุมน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหาร รวมทั้งโรคและแมลงศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี แต่เดิมการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในประเทศไทยอยู่ในวงจำกัดของกลุ่มบริษัทเอกชนและสถาบันวิจัยที่มีทุนสนับสนุน ต่อมาได้มีการหันมาใช้อุปกรณ์และวัสดุภายในประเทศ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงมาส่วนหนึ่ง ปัญหาที่สำคัญที่พบจากการผลิตผักแบบไม่ใช้ดิน คือ มีปริมาณสารไนเตรทในผลผลิตผักสดเกิน 2,500 มก./กก.(ค่ามาตรฐานผักสดของ EU) ยงยุทธ (2556) รายงานว่า ไนเตรท (NO_3^-)เป็นอนุมูลที่พบเสมอทั้งผักที่ปลูกในดินและในสารละลาย ผักในดินก็ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปไนเตรท แต่มีจุลินทรีย์ในดิน (*Nitrosomonas* spp. และ *Nitrobacter* spp.) สามารถเปลี่ยนไนเตรทเป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยการเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์ด้วยเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตส ที่มีโมลิบดีนัมเป็นส่วนประกอบหรือเป็นโคแฟคเตอร์ ไนไตรท์จะถูกเปลี่ยนแปลงอีกสามขั้นตอนโดยใช้เอนไซม์อีกสามชนิด แล้วเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย แอมโมเนียจะถูกรวมเข้าไปเป็นส่วนประกอบของกลูตามีนที่เป็นสารอินทรีย์ ต่อมาไนโตรเจนจะเข้าไปอยู่ในสารสำคัญที่เป็นส่วนประกอบชนิดต่างๆ ของเซลล์พืช

การผลิตพืชผักแบบใช้สารละลายภายใต้โรงเรือนหรือ hydroponics เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะมีการควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ปริมาณธาตุอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง แต่ก็ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง ผลผลิตที่ได้จึงมีราคาแพง และพบปัญหาสารไนเตรทตกค้างในผลผลิตผักสดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร เกินค่ามาตรฐานกลุ่มสหภาพยุโรป (EU) สำหรับประเทศไทยกระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศกระทรวงฉบับที่ 281 กำหนดปริมาณการใช้เกลือไนเตรทหรือไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักโดยให้ใช้เกลือโซเดียมไนไตรท์ได้ปริมาณ 125 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และโซเดียมไนเตรท 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สารไนเตรทปกติแล้วไม่มีพิษแต่เมื่อกินเข้าไปแล้วจะถูกแบคทีเรียในกระเพาะอาหารและลำไส้เปลี่ยนให้เป็นไนไตรท์ที่มีผลต่อ hemoglobin ในเลือดทำให้ไม่สามารถนำพาออกซิเจนไปใช้ได้ (Methemoglobin) ในคนทั่วไปจะมี Methemoglobinในเลือดระหว่าง 0.5 - 2 % ถ้าสูงขึ้นแต่ไม่เกิน 10 % ทำให้ผิวหนังริมฝีปากเขียวคล้ำได้ และถ้ามากกว่าแต่ไม่เกิน 25 % จะทำให้อ่อนเพลียตัวเขียว หัวใจเต้นเร็ว หรือถ้ามีสูงถึงระดับ 50 - 60 % จะทำให้หมดสติและเสียชีวิตได้โดยเฉพาะในเด็ก

หากได้รับสารไนเตรทนานๆ แม้เพียงปริมาณเล็กน้อยทำให้เกิดอาการปัสสาวะบ่อยหรือมากกว่าปกติ และเลือดออกในม้ามได้ (แสงโฉม, 2555)

วุฒิพงษ์ (2545) ได้สำรวจปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมชนิดต่างๆ ที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน ที่วางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครในฤดูกาลต่างๆ คือ ในช่วงฤดูฝน 30 ตัวอย่าง และช่วงฤดูหนาว 31 ตัวอย่าง ช่วงฤดูร้อน 36 ตัวอย่าง พบผักกาดหอมที่มีสารไนเตรทสะสมสูงเกินกว่าค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของสหภาพยุโรป จำนวน 8 , 25 และ 33 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 27 ,81 และ 92% สำหรับฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ

ดังนั้นจึงควรมีการศึกษา สูตรธาตุอาหารและการลดปริมาณไนเตรทในการผลิตผักกาดหอมแบบใช้สารละลายภายใต้โรงเรือนในระบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) เนื่องจากเป็นการผลิตพืชที่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อม ป้องกันโรค แมลงศัตรูพืช และสารพิษตกค้าง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการปลูกผักกาดหอมแบบใช้ดิน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพที่สามารถผลิตได้มากกว่าในดินเมื่อเปรียบเทียบในพื้นที่เท่ากัน (บริษัทศูนย์เกษตรกรรมบางไทร จำกัด, 2551) และได้ทราบถึงสูตรธาตุอาหารและการลดปริมาณไนเตรทในการผลิตผักกาดหอม เพื่อการผลิตผักกาดหอมในระบบการปลูกในสารละลายที่ปลอดภัยจากการตกค้างของสารไนเตรท

7. **วิธีดำเนินการ** :

- อุปกรณ์ 1. เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

2. โรงเรือนปลูกผักแบบใช้สารละลายพร้อมอุปกรณ์ครบชุด

3. สูตรธาตุอาหารจำนวน 2 สูตร ได้แก่

3.1) สูตรธาตุอาหาร KMITL3

<u>วิธีการเตรียมสารละลาย และอุปกรณ์ มีดังนี้</u>

<u>อุปกรณ์ที่ใช้</u>

1. ถังขนาด 60 ลิตร	2 ถัง
2. เครื่องชั่งขนาด 1 กิโลกรัม	1 เครื่อง
3. เครื่องชั่งขนาด 7 กิโลกรัม	1 เครื่อง
4. ภาชนะสำหรับชั่งปุ๋ย	1 ชุด
5. ท่อพีวีซี สำหรับคนปุ๋ย	2 ชุด

6. ภาชนะสำหรับตวงปุ๋ย 2 ชุด

7. ภาชนะสำหรับใส่สารละลายปุ๋ย 5 ลิตร 16 ใบ

<u>ส่วนประกอบสารละลาย</u>

สูตร A เตรียมในน้ำ 40 ลิตร ประกอบด้วย

1. แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2\ 4H_2$) หรือปุ๋ยสูตร 12-0-0 8.5 กิโลกรัม

2. เหล็กคีเลต (Fe-EDTA 12% Fe) 0.3 กิโลกรัม

สูตร B เตรียมในน้ำ 40 ลิตร ประกอบด้วย

1. โพแตสเซียมไนเตรท (KNO_3) หรือปุ๋ยสูตร 13-0-46 6 กิโลกรัม

2. โมโนโพแตสเซียมฟอตเฟต ($KH_2\ PO_4$) หรือปุ๋ยสูตร 0-52-34 1 กิโลกรัม

3. โมโนแอมโมเนียมฟอตเฟต ($NH_4\ H_2\ PO_4$) หรือปุ๋ยสูตร 12-60-0 1 กิโลกรัม

4. แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) 3.8 กิโลกรัม

5. ธาตุอาหารรอง (Nicspray) 0.2 กิโลกรัม

3.2) สูตรธาตุอาหารจากข้อ 3.1) ปรับลดไนโตรเจน 10%

สูตร A เตรียมในน้ำ 40 ลิตร ประกอบด้วย

1. แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2\ 4H_2$) หรือปุ๋ยสูตร 12-0-0 7.65 กิโลกรัม **

2. เหล็กคีเลต (Fe-EDTA 12% Fe) 0.3 กิโลกรัม

สูตร B เตรียมในน้ำ 40 ลิตร ประกอบด้วย

1. โพแตสเซียมไนเตรท (KNO_3) หรือปุ๋ยสูตร 13-0-46 5.4 กิโลกรัม **

2. โมโนโพแตสเซียมฟอตเฟต ($KH_2\ PO_4$) หรือปุ๋ยสูตร 0-52-34 1 กิโลกรัม

3. โมโนแอมโมเนียมฟอตเฟต ($NH_4\ H_2\ PO_4$) หรือปุ๋ยสูตร 12-60-0 0.9 กิโลกรัม **

4. แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) 3.8 กิโลกรัม

5. ธาตุอาหารรอง (Nicspray) 0.2 กิโลกรัม

หมายเหตุ ** ธาตุอาหารที่ปรับลด ไนโตรเจน 10%

วิธีการ

การปลูกในสารละลายและการเก็บเกี่ยว

วางแผนการทดลองแบบ Split Split Plot Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยมี

Main plot คือ วิธีการให้สารละลาย มี 3 ระดับ ได้แก่

1.ให้สารละลายปุ๋ยตลอดอายุผักจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยไม่มีการลดปริมาณสารละลาย (M1)

2.ปรับปริมาณสารละลายออกครึ่งหนึ่งจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน (M2)

3.ปรับปริมาณสารละลายออกทั้งหมดจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน (M3)

Subplot คือ สูตรปุ๋ย มี 2 ระดับ ได้แก่

1. สูตรธาตุอาหาร KMITL3 ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (S1)
2. สูตรธาตุอาหาร KMITL3 ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง 10% ของน้ำหนัก (S2)

Sub Subplot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา มี 3 ระดับ ได้แก่

1. การเก็บรักษาผักที่ 0 วัน (D1)
2. การเก็บรักษาผักที่ 2 วัน (D2)
3. การเก็บรักษาผักที่ 4 วัน (D3)

รวมเป็น 18 treatment combination ดังนี้

1. M1S1D1
2. M1S1D2
3. M1S1D3
4. M1S2D1
5. M1S2D2
6. M1S2D3
7. M2S1D1
8. M2S1D2
9. M2S1D3
10. M2S2D1
11. M2S2D2
12. M2S2D3
13. M3S1D1
14. M3S1D2
15. M3S1D3
16. M3S2D1

17. M3S2D2

18. M2S2D3

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

การเตรียมโรงเรือนและอุปกรณ์

โรงเรือนปลูกพืชแบบใช้สารละลายระบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) มีขนาด กว้าง 2.10 เมตร ยาว 7.30 เมตร มีหลังคาคลุมด้วยพลาสติก มุ้งตาข่ายป้องกันแมลง รางปลูกพลาสติกสีดำ ฟองน้ำสำเร็จรูปสำหรับเพาะเมล็ด ถาดเพาะ รางเพาะ แผ่นโฟมปลูกผัก ถังพักสารละลาย ปั๊มน้ำ และท่อจ่ายสารละลาย

การเพาะกล้า

1. เพาะกล้าผักกาดหอมในฟองน้ำสำเร็จรูป ขนาดกว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว สูง 1 นิ้ว ใส่เมล็ดที่ต้องการเพาะ 1 เมล็ด ลงตรงกลางก้อนเพาะ

2. นำถาดเพาะไปวางในที่ร่ม คลุมด้วยผ้าหรือกระสอบเพื่อป้องกันแสงแดด รดน้ำเช้า-เย็นทุกวัน 2-3 วันเมล็ดเริ่มงอก

3. เปิดผ้าคลุมหรือกระสอบออก จากนั้นนำถาดเพาะไปลอยบนรางเพาะเพื่อชักนำให้รากและต้นแข็งแรง

การเตรียมสารละลาย มีวิธีการดังนี้

1.การผสมสารละลายในถัง A

1) ทำปริมาตรที่ถังผสมปุ๋ย 40 ลิตร โดยใช้กระบอกตวง ตวงน้ำใส่ในถังจำนวน 30 ลิตร

2) ชั่ง แคลเซียมไนเตรท ตามน้ำหนักที่ระบุไว้ในสิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.1 สำหรับสูตรที่ 1 และ สิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.2 สำหรับสูตรที่ 2 เทในถังคนจนละลายหมด

3) ชั่งเหล็กคีเลต (ผงสีเหลือง) ตามน้ำหนักที่ระบุไว้ในสิ่งที่ใช้ในการทดลอง ข้อ 3.1 สำหรับสูตรที่ 1 และสิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.2 สำหรับสูตรที่ 2 เทในถังคนจนละลายหมด

4) เติมน้ำอีก 10 ลิตรเพื่อให้ครบปริมาณ 40 ลิตร สาระลายในถังนี้จะมีสีเหลืองเข้ม

5) เก็บสารละลายไว้ในภาชนะปิดสนิท

2.การผสมสารละลายในถัง B

1) ทำปริมาตรที่ถังผสมปุ๋ย 40 ลิตร โดยใช้กระบอกตวง ตวงน้ำใส่ในถังจำนวน 30 ลิตร

2) ชั่ง โพแตสเซียมไนเตรท ตามน้ำหนักที่ระบุไว้ในสิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.1 สำหรับสูตรที่ 1 และ สิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.2 สำหรับสูตรที่ 2 เทในถังคนจนละลายหมด

3) ชั่งโมโนโพแตสเซียมฟอสเฟต ตามน้ำหนักที่ระบุไว้ในสิ่งที่ใช้ในการทดลอง ข้อ 3.1 สำหรับสูตรที่ 1 และสิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.2 สำหรับสูตรที่ 2 เทในถังคนจนละลายหมด

4) ชั่งโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟตตามน้ำหนักที่ระบุไว้ในสิ่งที่ใช้ในการทดลอง ข้อ 3.1 สำหรับสูตรที่ 1 และสิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.2 สำหรับสูตรที่ 2 เทในถังคนจนละลายหมด

5) ชั่งแมกนีเซียมซัลเฟต ตามน้ำหนักที่ระบุไว้ในสิ่งที่ใช้ในการทดลอง ข้อ 3.1 สำหรับสูตรที่ 1 และสิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.2 สำหรับสูตรที่ 2 เทในถังคนจนละลายหมด

6) ชั่งธาตุอาหารรอง (Nicspray) (ผงสีเขียว) ตามน้ำหนักที่ระบุไว้ในสิ่งที่ใช้ในการทดลอง ข้อ 3.1 สำหรับสูตรที่ 1 และสิ่งที่ใช้ในการทดลองข้อ 3.2 สำหรับสูตรที่ 2 เทในถังคนจนละลายหมด

7) เติมน้ำอีก 10 ลิตรเพื่อให้ครบปริมาณ 40 ลิตร สาระลายในถังนี้จะมีสีเขียว

8) เก็บสารละลายไว้ในภาชนะปิดสนิท

จากสารละลาย 40 ลิตร สามารถนำไปละลายน้ำเพื่อใช้ปลูกผักกวางตุ้งได้ 8,000 ลิตร

การปลูก

นำต้นกล้าอายุประมาณ 7-8 วัน (หลังเพาะ) ย้ายไปปลูกในโรงเรือนปลูก โดยปลูกลงในแผ่นโฟมปลูก ขนาดกว้าง 60 ซม. ยาว 94 ซม. สูง 3.5 ซม. มีจำนวน 15 ช่องต่อแผ่น 24 แผ่นปลูกต่อโรง หรือ 360 ต้นต่อโรงปลูก และควรย้ายปลูกในตอนเย็น

วันแรกของการปลูก น้ำในรางปลูกเป็นน้ำเปล่าที่ยังไม่เติมสารละลายธาตุอาหาร ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ (pH) ให้มีค่าอยู่ระหว่าง 5.5 – 6.5 และค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity : EC) ที่เหมาะสมของผักกาดหอมให้อยู่ระหว่าง 1.4-2 mS/cm ตลอดอายุพืช เพื่อให้พืชดูดธาตุอาหารในสารละลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การดูแลและการให้ปุ๋ย

หลังปลูกหนึ่งวันเติมสารละลาย โดยเติมแม่ปุ๋ย A ก่อน หลังจากนั้นประมาณ 4 ชม. เติมแม่ปุ๋ย B ในอัตราส่วน 1: 1 จากนั้นวัดค่า EC และ pH ให้ได้ตามปริมาณความเหมาะสมที่พืชต้องการ

หลังปลูกประมาณ 14-15 วัน ทำการปลดสะดือรางปลูกเพื่อปรับระดับน้ำให้ลดลงโดยมีวัตถุประสงค์ให้รากพืชที่อยู่บริเวณโคนต้นได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้นและส่วนปลายรากได้รับแร่ธาตุอาหารจากสารละลาย ควรปลดสะดือน้ำในช่วงตอนเย็น อากาศไม่ร้อนเหมาะสมต่อการปรับตัว ใน

ตอนเช้าวันรุ่งขึ้น วัดค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้า ของน้ำที่เหมาะสมกับพืชจากนั้นแล้วให้เติมแม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B ตามลำดับ ทุกสัปดาห์

การเก็บเกี่ยว

อายุเก็บเกี่ยวของผักกาดหอม นับจากเพาะเมล็ดคือ 30-35 วัน นับจากลงแปลงปลูก 22-25 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว 3 วัน ให้ปฏิบัติตามแผนการทดลองที่วางไว้ 3 ระดับ คือ

1.ให้สารละลายปุ๋ยตลอดอายุผักจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยไม่มีการลดปริมาณสารละลาย

2.ปรับปริมาณสารละลายออกครึ่งหนึ่งจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน

3.ปรับปริมาณสารละลายออกทั้งหมดจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณ ก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน

หลังการเก็บเกี่ยว

1. ทำการเก็บเกี่ยว จากนั้นบรรจุผักกาดหอมทั้งรากในถุงพลาสติกเจาะรูสำหรับบรรจุผัก (ถุง PE) น้ำหนัก 500 กรัมต่อถุงมัดปากถุงด้วยเทปรัดปากถุง จากนั้นนำถุงผักตั้งใส่ตะกร้าโปร่ง (ตะกร้าขนาด 14 x 22 x 12 นิ้ว) วางถุงผักในแนวตั้ง ตะกร้าละ 10 ถุง นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ25°C (± 2°C)
2. เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา ที่ 0,2 และ 4 วัน แล้วนำไปตรวจสอบด้านคุณภาพโดยการนับจำนวนต้นที่มีใบเหลือง โดยใช้แผ่นเทียบสี
3. สุ่มตัวแทน 1 กิโลกรัม/รุ่นที่ 0,2 และ 4 วัน หลังวันเก็บเกี่ยว ไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารไนเตรทตกค้างในห้องปฏิบัติการ

ช่วงเวลาที่ปลูก

ดำเนินการปลูกผักเปรียบเทียบในแต่ละฤดู (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว)

- การบันทึกข้อมูล

1. ความสูงต้น ความกว้างใบและน้ำหนักผลผลิตสดในวันที่ครบอายุเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยวัดผลผลิต 10 ต้นใน 1 แผ่นโฟม โดยเลือกต้นบริเวณกลางแผ่นโฟมทุกแผ่นในโรงเรือน

2. อาการผิดปกติของพืช โรคและแมลงที่พบ

3.ผลวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทตกค้างที่ 0, 2 และ 4 วันหลังเก็บเกี่ยว

4.บันทึกข้อมูลการตรวจสอบด้านคุณภาพ ได้แก่ จำนวนต้นที่มีใบเหลือง

5.ปริมาณผลผลิตต่อโรงเรือน

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 – กันยายน 2559

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี

8. **ผลการทดลองและวิจารณ์** : ผลการทดลองพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างวิธีการให้สารละลาย สูตรธาตุอาหาร และ ระยะเวลาการเก็บรักษา จากข้อมูลน้ำหนักต้นของผักกาดหอมกรีนโอ๊คในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในฤดูฝนที่การเก็บรักษา 0 วัน น้ำหนักอยู่ในช่วง 93.4 - 126.25 กรัม/ต้น การเก็บรักษา 2 วัน อยู่ในช่วง 90.75 - 126.25 กรัม/ต้น การเก็บรักษา 4 วัน อยู่ในช่วง 99 - 116 กรัม/ต้น ในฤดูหนาวที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 86.30 - 151 กรัม/ต้น การเก็บรักษา 2 วัน อยู่ในช่วง 86 - 160 กรัม/ต้น การเก็บรักษา การเก็บรักษา 4 วัน อยู่ในช่วง 98.5 - 146 กรัม/ต้น และฤดูร้อนที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 76 - 119 กรัม/ต้น การเก็บรักษา 2 วัน อยู่ในช่วง 105.5 – 142 กรัม/ต้น การเก็บรักษา การเก็บรักษา 4 วัน อยู่ในช่วง 76 - 119 กรัม/ต้น (ตารางที่ 4) ผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อโรงเรือนที่ปลูกในฤดูหนาวมีผลผลิตสูงสุดในกรรมวิธี M1S1 ที่ 54.36 กิโลกรัม/โรงปลูก รองลงมาได้แก่ฤดูฝน ในกรรมวิธี M3S1 ที่ 44.46 กิโลกรัม/โรงปลูก และฤดูร้อน ในกรรมวิธี M1S2 ที่ 44.46 กิโลกรัม/โรงปลูก แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งในฤดูหนาวที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 31.07 – 54.36 กิโลกรัม/โรงปลูก การเก็บรักษา 2 วัน อยู่ในช่วง 30.96 – 16057.6 กิโลกรัม/โรงปลูก การเก็บรักษา 4 วัน อยู่ในช่วง 35.46 – 52.56 กิโลกรัม/โรงปลูก และฤดูร้อนที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 27.36 – 42.48 กิโลกรัม/โรงปลูก การเก็บรักษา 2 วัน อยู่ในช่วง 27.36 – 42.84 กิโลกรัม/โรงปลูก การเก็บรักษา 4 วัน อยู่ในช่วง 33.84 – 45.9 กิโลกรัม/โรงปลูก (ตารางที่ 1)

ความกว้างใบ พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในฤดูฝนที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 12.09 - 14.37 เซนติเมตร 2 วัน อยู่ในช่วง 10.65 - 13.36 เซนติเมตร 4 วัน อยู่ในช่วง 10.03 - 10.90 เซนติเมตร ในฤดูหนาวที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 12.20 - 17.65 เซนติเมตร 2 วัน อยู่ในช่วง 12.35 - 16.90 เซนติเมตร 4 วัน อยู่ในช่วง 13.9 - 18.15 เซนติเมตร และฤดูร้อนที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 9.9 - 14.55 เซนติเมตร 2 วัน อยู่ในช่วง 10.45 - 12.17 เซนติเมตร 4 วัน อยู่ในช่วง 10.02 – 11.46 เซนติเมตร(ตารางที่ 2)

ความสูงต้น พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในฤดูฝนที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 20.68-24.98 เซนติเมตร 2 วัน อยู่ในช่วง 20.53-25.80 เซนติเมตร 4 วัน อยู่ในช่วง 21.00-23.60 เซนติเมตร ในฤดูหนาวที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 21.95-31.05 เซนติเมตร 2 วัน อยู่ในช่วง 20.85-27.15 เซนติเมตร 4 วัน อยู่ในช่วง 21.80-29.10 เซนติเมตร ฤดูร้อนที่การเก็บรักษา 0 วัน อยู่ในช่วง 17.5-24.95 เซนติเมตร 2 วัน อยู่ในช่วง 23.55-27.5 เซนติเมตร 4 วัน อยู่ในช่วง 21.28-29.47 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

ผลผลิตผักกาดหอมกรีนโอ๊ค มี ความกว้างใบ ความสูงต้น น้ำหนักต้น และผลผลิตต่อโรงเรือนในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง10% ของน้ำหนัก สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ได้ ทำให้ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงซึ่งการใช้ธาตุอาหารที่เกินความจำเป็นยังทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้นอีกด้วย โดยพืชได้รับอาหารอย่างเพียงพอกับความต้องการของพืชจึงทำให้มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้การเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดมีความต้องการในเรื่องของปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน นอกจากนี้ระยะการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกันก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ความต้องการปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันไปด้วย (โสระยา, 2544) ในการผลิตพืชผักธาตุไนโตรเจนจัดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นแก่การเจริญเติบโตของพืชและเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่สำคัญของพืชหลายชนิด ผักนับว่าเป็นพืชที่มีการสะสมไนเตรทในปริมาณค่อนข้างสูง อาจเนื่องจากผักมีอายุสั้น และหากได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของไนเตรทมากเกินไป เมื่อเก็บเกี่ยวมาบริโภคผู้บริโภคจะได้รับสารไนเตรทเข้าสู่ร่างกายและหากมีการบริโภคมากเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ (อัมพิกา,2548)

ด้านคุณภาพผลผลิตเมื่อเก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลา 0,2 และ 4 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ให้สารละลายปุ๋ยตลอดเวลา (M1) มีเปอร์เซ็นต์ใบเหลืองน้อยที่สุด มากที่สุดได้แก่กรรมวิธีปรับสารละลายออกทั้งหมด (M3) การใช้สูตรธาตุอาหาร KMITL3 (S1) มีเปอร์เซ็นต์จำนวนใบเหลืองน้อยกว่า สูตรธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง 10% ของน้ำหนัก (S2) (ตารางที่ 5) เนื่องจากสูตรอาหาร KMITL3 (S1) และกรรมวิธีที่ให้สารละลายปุ๋ยตลอดเวลา (M1) มีปริมาณธาตุไนโตเจนมากกว่าจึงทำให้ผักมีใบเหลืองน้อยกว่ากว่า สูตรธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง 10% ของน้ำหนัก (S2) และกรรมวิธีปรับสารละลายออกทั้งหมด (M3) การปลูกผักในโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ในฤดูฝน ฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่พบการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช

ผลการตรวจปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผลผลิตพบว่า ในฤดูร้อนกรรมวิธีให้สารละลายปุ๋ยตลอดอายุผักจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยไม่มีการลดปริมาณสารละลายในสูตรธาตุอาหาร KMITL3 (M1S1) มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างสูงที่สุดถึง 2,162.90 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ กรรมวิธีปรับปริมาณสารละลายออกทั้งหมดจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณ ก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน ในสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง10% ของน้ำหนัก(M3S2) มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างน้อยที่สุดที่ 745.65 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ระยะเวลาในการเก็บรักษาผักที่ 0 วัน 2 วัน และ 4 วัน ไม่ทำให้ค่าปริมาณสารไนเตรทตกค้างลดลง ฤดูหนาว พบว่า กรรมวิธีให้

สารละลายปุ๋ยตลอดอายุผักจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยไม่มีการลดปริมาณสารละลายในสูตรธาตุอาหาร KMITL3 (M1S1) มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างสูงที่สุดถึง 1,219.84 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ กรรมวิธีปรับปริมาณสารละลายออกครึ่งหนึ่งจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วันในสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง10% ของน้ำหนัก (M2S2) มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างน้อยที่สุดที่ 796.07 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง10% ของน้ำหนัก (M2S2) มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างน้อยกว่าธาตุอาหาร KMITL3 กรรมวิธีปรับปริมาณสารละลายออกทั้งหมดจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างน้อยกว่า กรรมวิธีปรับปริมาณสารละลายออกครึ่งหนึ่งจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วันและกรรมวิธีให้สารละลายปุ๋ยตลอดอายุผักจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยไม่มีการลดปริมาณสารละลาย ตามลำดับ โดยในฤดูร้อน และฤดูหนาวมีปริมาณสารไนเตรทตกค้างน้อยกว่าในฤดูฝน ในทุกกรรมวิธี เนื่องจากในช่วงปีที่ทำการทดลองมีฝนตกชุก มีเมฆฝนบดบังแสงอาทิตย์เกือบทุกวัน พืชจึงได้รับแสงน้อยกว่าทุกฤดู การเก็บผลผลิตผักสลัดจะเก็บในช่วงเช้า เพื่อตรวจวัดผลผลิต บันทึกข้อมูล แล้วนำผักส่งห้องปฏิบัติการตรวจหาค่าไนเตรทตกค้างในช่วงบ่ายของวันนั้น จากผลการทดลองพบว่ามีความสูงของลำต้นมากกว่าฤดูอื่น (ตารางที่ 6) และมีผลวิเคราะห์ค่าไนเตรทตกค้างสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานยุโรป ที่กำหนดให้มีปริมาณไนเตรทสูงสุดที่ยอมให้มีอยู่ในผักกาดหอม อยู่ในช่วง 2500-3000 มิลลิกรัมไนเตรท/กิโลกรัมผักสลัด การแก้ไขที่มีการแนะนำโดย www.thaiworm33.com ให้เก็บผักสลัดในช่วงบ่ายของวันที่มีแดดดี ซึ่งรายงานว่าจะมีค่าไนเตรทตกค้างน้อยกว่า การเก็บผักในช่วงเช้าของวันที่ไม่มีแดด 15-20 % เนื่องจากพืชมีการดูดซึมไนเตรททั้งกลางวันและกลางคืน แต่พืชจะมีการใช้ประโยชน์จากไนเตรทเฉพาะช่วงเวลากลางวันที่มีแสงแดด รวมถึงการจัดการให้พืชได้รับแสงแดดอย่างเพียงพอ เพื่อให้พืชได้นำไนเตรทไปเปลี่ยนแปลงใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่

การลดไนเตรทโดยการลดการดูดซึมไนเตรท มีหลายวิธี เช่น การใช้สารละลายปลูกเลี้ยงเจืออาง การให้น้ำเปล่า และการใช้แอมโมเนียมหรือยูเรีย แล้วอาจต้องพิจารณาทางด้านการเพิ่มความคล่องตัวของการนำไนเตรทไปใช้ประโยชน์ด้วย การจัดการทางด้านความคล่องตัวของการนำไนเตรทไปใช้ประโยชน์นั้น ได้พบว่าพืชจำเป็นต้องได้รับโมลิบดีนัมในปริมาณที่เพียงพอเพื่อให้เอนไซม์ไนเตรทรีดักเตส ทำงานได้เต็มที่ การเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้ประโยชน์จากไนเตรทใช้พลังงานจากแสงมาก การได้รับแสงแดดเพียงพอจึงเป็นปัจจัยหนึ่งในการลดปริมาณไนเตรท ประเทศไทยมีแสงเข้มกว่าและมีวันที่ยาวกว่าบางฤดูในต่างประเทศ จึงน่าจะมีปัญหาน้อยทางด้านการตกค้างของไนเตรท ถ้ามีจัดการทางด้านแสงให้ดีขึ้น

ผักทุกชนิดมักมีไนเตรท (NO_3^-) เพราะเป็นรูปไนโตรเจนที่รากพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตซึ่งเป็นธาตุที่มีอยู่มากที่สุดในสารละลายเพราะพืชต้องการมาก แต่หากรากพืชดูดขึ้นไปแล้วใช้ไม่ทันหรือใช้ไม่หมด เช่นในสภาวะที่อุณหภูมิอากาศร้อนจัดจนทำให้พืชเติบโตได้ไม่ดี ไนเตรทจะมีโอกาสสะสมอยู่ในลำต้นและใบพืชได้ ซึ่งไนเตรทที่สะสมนี้แม้จะไม่มีพิษต่อพืชแต่มีกับมนุษย์ ถ้าบริโภคเข้าไปมากเกินไป หรือได้ รับอยู่อย่างต่อเนื่อง โดยไนเตรทเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ (NO_2^{-2}) ซึ่งสามารถยับยั้งการพาออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ในร่างกายของเม็ดเลือดแดง ทำให้เกิดอาการขาดออกซิเจนเฉียบพลันและสามารถรวมกับสารประกอบอะมิโนในร่างกาย กลายเป็นไนโตรซามีน ที่พบว่าเป็นสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่งได้ (ธรรมศักดิ์และคณะ, 2555) โดยปริมาณสูงสุดของไนเตรทที่ยอมให้ตกค้างในผักกาดหอม คือ 2,500-3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กำหนดโดย EU-European community 1993 อนุพันธุ์ไนเตรทในรูปของเกลือทั้งไนเตรท และไนไตรท์ ได้แก่ โซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ ตามลำดับ เป็นสารที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร ในกลุ่มสารกันเสีย ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่281 (พ.ศ. 2547) โซเดียมไนเตรท จะพบมีอยู่ในผักใบเขียวตามธรรมชาติหลายชนิด เช่น ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกาดหอม ผักบุ้ง เป็นต้น

การรับประทานโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ ถ้าใช้ในปริมาณที่กำหนด ก็จะไม่เกิดอันตราย แต่ถ้ารับประทานในปริมาณที่มากในคราวเดียว โดยเฉพาะในกลุ่มคนที่มีความไวต่อสารตัวนี้ และเด็กเล็กจะมีความไวต่อสารตัวนี้มากกว่าผู้ใหญ่ ไนไตรท์ที่สูงมากจะก่อให้เกิดภาวะอาการขาดออกซิเจนแบบเฉียบพลัน เนื่องจากไนไตรต์จะจับตัวกับฮีโมโกลบิน (haemoglobin) เกิดเป็นเมทฮีโมโกลบิน (methaemoglobin) ทำให้ฮีโมโกลบินไม่สามารถจับตัวกับออกซิเจนได้ มีอันตรายรุนแรงก่อให้เกิดอาการตัวเขียว เล็บเขียว หอบ เหนื่อย หัวใจเต้นแรง และอาจเสียชีวิตได้ หรือมีอาการท้องเสียอย่างรุนแรงได้ โดยปริมาณที่ทำให้เป็นอันตายถึงชีวิตได้คือ การได้รับไนไตรท์ภายในครั้งเดียวอยู่ที่ 32 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวผู้ทาน 1 กิโลกรัม (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2543)

ตารางที่ 1 ผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อโรงเรือน (กิโลกรัม) ปี 2559

		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
กรรมวิธี		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
	S1	54.36	44.64	40.90	34.2	34.2	33.84	36.88	39.51	39.51
M1	S2	33.66	43.2	42.12	42.84	42.84	43.38	42.39	45.45	41.76

	S1	47.16	47.7	47.88	31.68	31.68	45.9	40.68	37.53	39.6
M2	S2	53.64	30.96	35.46	27.36	27.36	38.16	33.62	32.67	35.64
	S1	31.07	57.6	47.99	40.14	40.14	39.24	44.46	41.85	40.14
M3	S2	49.68	47.16	52.56	30.42	30.42	35.28	39.28	40.77	36.81
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
c.v. (a) 10.3%		c.v. (b) 17.6%			c.v. (c) 17.2%					

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ความกว้างใบของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (เซนติเมตร) ปี 2559

กรรมวิธี		**ฤดูหนาว**			**ฤดูร้อน**			**ฤดูฝน**		
		0 วัน	**2 วัน**	**4 วัน**	**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**	**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**
	S1	17.65	14.85	14.70	11.27	11.95	10.02	12.56	11.61	10.03
M1	S2	12.20	15.90	15.60	14.55	12.17	10.63	14.37	13.36	10.55
	S1	16.79	16.90	18.15	11.2	10.6	11.33	13.4	10.90	10.9
M2	S2	14.75	12.35	13.95	13.1	11.25	12.34	12.94	12.18	10.88

	S1	15.17	16.90	16.35	10.85	10.45	11.46	12.9	10.65	10.53
M3	S2	15.55	14.40	14.50	9.9	11.6	10.53	12.09	10.75	10.75
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a) 20% c.v. (b) 16% c.v. (c) 12.2%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ความสูงต้นของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (เซนติเมตร) ปี 2559

		ฤดูหนาว			**ฤดูร้อน**			**ฤดูฝน**		
กรรมวิธี		**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**	**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**	**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**
	S1	25.94	24.55	25.00	20	24.95	21.69	24.63	22.48	21.00
M1	S2	23.25	27.15	29.10	24.95	26.65	23.93	24.49	25.80	22.63
	S1	28.50	25.40	25.35	22.55	27.5	21.28	24.98	25.03	23.60
M2	S2	21.95	20.85	21.80	20.5	25.55	24.27	23.58	23.03	23.43
	S1	27.15	26.30	27.65	17.5	23.55	29.47	20.68	20.53	23.13
M3	S2	31.05	23.30	24.05	18	26.39	22.16	21.70	22.20	21.75
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a) 16% c.v. (b) 13% c.v. (c) 6.4%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 น้ำหนักต้นของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (กรัม)

		ฤดูหนาว			**ฤดูร้อน**			**ฤดูฝน**		
กรรมวิธี		**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**	**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**	**0 วัน**	**2 วัน**	**4 วัน**
M1	S1	151	124	113.6	95	124.5	95	102.45	109.75	109.75

	S2	93.5	120	117	119	133.5	119	117.75	126.25	116
	S1	131	132.5	133	88	120.5	88	113	104.25	110
M2	S2	149	86	98.5	76	105.5	76	93.4	90.75	99
	S1	86.3	160	133.3	111.5	121	111.5	123.5	116.25	111.5
M3	S2	138	131	146	84.5	142	84.5	109.1	113.25	102.25
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a) 11% c.v. (b) 17% c.v. (c) 16.2%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 จำนวนใบเหลืองของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ปี 2559

กรรมวิธี		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
	S1	0	6.7	21.3	0	9.46	8.00	0	9.8	7.6
M1	S2	0	10.0	22.2	0	4.06	12.37	0	8.0	16.5
	S1	0	10.1	18.9	0	5.26	14.69	0	8.4	17.4
M2	S2	0	11.8	24.8	0	12.86	12.94	0	14.1	14.9
	S1	0	8.7	20.9	0	7.49	10.50	0	11.2	16.7
M3	S2	0	12.9	19.9	0	6.63	6.95	0	10.2	14.9
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a) 15.3% c.v. (b) 17.9% c.v. (c) 18.2%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 ผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่อโรงเรือน (กิโลกรัม) ปี 2560

กรรมวิธี		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
	S1	45.50	34.83	35.38	13.82	17.06	13.81	34.91	21.95	20.20
M1	S2	41.00	30.42	29.28	19.30	20.48	19.31	33.26	30.87	29.05
	S1	37.94	32.89	28.21	15.26	17.42	15.25	25.47	21.32	19.28
M2	S2	28.98	23.76	22.94	23.11	18.59	23.09	30.86	24.81	22.45
	S1	29.57	22.87	21.65	16.60	16.06	16.59	29.54	21.86	20.43
M3	S2	26.69	25.14	22.00	17.42	18.04	15.86	35.97	20.37	26.79
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a) 9.2% c.v. (b) 15.8% c.v. (c) 14.5%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 ความกว้างใบของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (เซนติเมตร) ปี 2560

กรรมวิธี		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
	S1	12.16	13.76	14.43	10	11	10	15.36	10.93	10.68
M1	S2	10.73	13.66	14.26	10.6	18.46	10.6	14.01	12.13	13.20
	S1	12.97	14.32	14.54	11.3	11.07	11.3	11.02	10.57	12.18
M2	S2	10.26	14.01	12.56	12.3	12.01	12.3	14.17	11.40	16.91
	S1	10.94	12.82	12.94	11.5	10.63	11.5	12.43	11.04	13.93
M3	S2	9.99	13.23	12.86	10.2	9.48	18.3	15.74	12.23	13.06
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a)	15.4%	c.v. (b)	17.5%		c.v. (c)	11.6%				

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 ความสูงต้นของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (เซนติเมตร) ปี 2560

กรรมวิธี		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
	S1	25.93	26.98	27.40	21.48	24	21.5	45.18	38.55	40.42
M1	S2	23.83	24.38	23.99	23.93	22	23.9	37.17	38.81	32.08
	S1	25.34	27.31	26.26	21.28	23	21.3	36.00	35.39	33.11
M2	S2	22.54	26.50	24.14	24.27	26.6	24.3	34.63	37.67	36.70
	S1	27.60	28.73	25.54	29.47	27.8	29.5	40.62	39.23	37.28
M3	S2	23.09	24.69	24.78	22.16	26	19.5	39.11	38.79	36.63
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a)	18%	c.v. (b)	14%		c.v. (c)	7.9%				

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 น้ำหนักต้นของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (กรัม) ปี 2560

กรรมวิธี		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
	S1	126.38	96.75	98.29	38.4	47.4	38.35	96.97	60.98	56.12
M1	S2	113.90	84.50	81.35	53.6	56.89	53.63	92.38	85.75	80.69
	S1	105.38	91.35	78.36	42.4	48.4	42.37	70.75	59.21	53.56
M2	S2	80.50	66.00	63.71	64.2	51.64	64.15	85.72	68.92	62.37

	S1	82.13	63.53	60.14	46.1	44.62	46.07	82.05	60.73	56.76
M3	S2	74.13	69.82	61.11	48.4	50.12	44.05	99.91	56.60	74.41
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a) 10% c.v. (b) 16% c.v. (c) 14.2%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 10 จำนวนใบเหลืองของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ปี 2560

		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
กรรมวิธี		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
	S1	0	15.4	24.2	0	17.08	18.18	0	11.58	16.76
M1	S2	0	15.4	33.4	0	21.73	20.63	0	15.09	21.11
	S1	0	12.8	35.8	0	25.83	13.96	0	10.64	15.85
M2	S2	0	10.9	33.5	0	29.9	16.52	0	9.76	17.38
	S1	0	13.8	34.3	0	27.75	16.58	0	12.82	17.31
M3	S2	0	13.9	37.9	0	29.34	19.37	0	12.95	18.90
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

c.v. (a) 15.3% c.v. (b) 17.9% c.v. (c) 18.2%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 ผลวิเคราะห์ไนเตรทของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

		ฤดูหนาว			ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
กรรมวิธี		0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน	0 วัน	2 วัน	4 วัน
M1	S1	1219.84	1763.48	1461.95	2162.9	1577.1	1989.1	3611.82	3537.13	3696.74

	S2	798.41	828.48	1250.7	1242.62	1669.97	1191.61	4277.84	3680.68	4088.14
	S1	1128.01	1232.89	1424.81	1563.11	1645.45	1434.71	4049.31	4072.72	4023.11
M2	S2	796.07	1390.51	1747.4	1594.55	1489.13	1560.84	4827.02	4387.52	4417.47
	S1	1119.56	1438.34	944.32	1380.45	1537.93	1878.31	5248.52	4932.49	4775.10
M3	S2	841.4	1098.93	930.69	745.65	1447.95	1264.78	4107.78	3641.42	3716.61

9. **สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ** : การทดสอบสูตรธาตุอาหารและการลดปริมาณไนเตรทในการผลิตผักกาดหอมจังหวัดปทุมธานี โดยการใช้ปุ๋ยสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง10%ของน้ำหนัก สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ได้ โดยที่ผลผลิตต่อโรงเรือน น้ำหนักเฉลี่ย ต่อต้น ความกว้างใบ และความสูงต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กรรมวิธีสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ที่ปรับลดสูตรปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง 10% ของน้ำหนัก แล้วปรับปริมาณสารละลายออกครึ่งหนึ่งจากนั้นเติมน้ำเปล่าจนครบปริมาณ ก่อนครบอายุเก็บเกี่ยว 3 วัน (M3S2) มีค่าไนเตรทตกค้างน้อยที่สุด 745.56 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยในฤดูหนาวและฤดูร้อน ทุกกรรมวิธีมีความปลอดภัย มีค่าไนเตรทตกค้างต่ำกว่าค่ามาตรฐานยุโรป ที่กำหนดให้มีปริมาณไนเตรทสูงสุดที่ยอมให้มีอยู่ในผักกาดหอม อยู่ในช่วง 2500-3000 มิลลิกรัมไนเตรท/กิโลกรัมผักสลัด แต่ในฤดูฝนในช่วงปีที่ทำการทดลองมีฝนตกชุก มีเมฆฝนบดบังแสงอาทิตย์เกือบทุกวัน พืชจึงได้รับแสงน้อยกว่าทุกฤดู การเก็บผลผลิตผักสลัดจะเก็บในช่วงเช้า เพื่อตรวจวัดผลผลิต บันทึกข้อมูล แล้วนำผักส่งห้องปฏิบัติการตรวจหาค่าไนเตรทตกค้างในช่วงบ่ายของวันนั้น ทำให้พบว่ามีผลวิเคราะห์ค่าไนเตรทตกค้างสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานยุโรปในทุกกรรมวิธี จึงควรเลือกเก็บผักในช่วงบ่ายของวันที่มีแดดดี และระยะเวลาในการเก็บรักษาผักที่ 0 วัน 2 วัน และ 4 วัน ในทุกกรรมวิธี ไม่พบว่าทำให้ค่าปริมาณสารไนเตรทตกค้างลดลงอย่างชัดเจน

10. **การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :** ได้ข้อมูลเทคโนโลยีการผลิตผักแบบไม่ใช้ดินที่ปลอดภัยจากสารไนเตรทและได้สูตรธาตุอาหารที่สามารถลดต้นทุนในการผลิตพืชผักแบบใช้สารละลายภายใต้โรงเรือนและขยายผลสู่เกษตรกรที่ปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ ที่มีความปลอดภัยจากไนเตรทตกค้างในผลผลิตผักสด

11. **คำขอบคุณ (ถ้ามี)** : -

12. **เอกสารอ้างอิง** :

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ และ วุฒิพงศ์ พิมพ์โครต. 2555. การสะสมและวิธีการลดไนเตรทในผักกาดหอมที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน. [ระบบออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 26 มีนาคม 2555] เข้าถึงได้จาก: http://www.rdi.ku.ac.th/Techno_ku60/res-53/index53.html

บริษัท ศูนย์เกษตรกรรมบางไทร จำกัด. 2551. การปลูกพืชไร้ดิน. บริษัท พี เอ็น เค แอนด์ สกายพริ้นติ้งส์ จำกัด. กรุงเทพฯ. 172 น.

ยงยุทธ เจียมไชยศรี. 2556. แนวทางการลดไนเตรทในผักไฮโดรโพนิกส์. (ระบบออนไลน์) (อ้างถึงวันที่ 14 พฤษภาคม 2557) เข้าถึงได้จาก :http://phutalay.blogspot.com/2013/05/blog-post.html

วุฒิพงษ์ พิมพ์โคตร .2545. การสำรวจปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน. ปัญหาพิเศษ ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 20 หน้า

แสงโฉม ศิริพานิช.2555. อันตรายจากการรับประทานอาหารที่มีสารไนเตรทและไนไตรท์. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์ โดย สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค ปีที่ 43 ฉบับที่ 23 วันที่ 15 มิถุนายน 2555

โสระยา ร่วมรังสี. 2544. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,กรุงเทพฯ.

อัมพิกา ภูวนะเสถียรฐ์.2548.การตกค้างของสารไนเตรทและไนไตรท์ ในผักต่างชนิด ที่เพาะปลูกแบบเคมีแบบปลอดภัยจากสารพิษและแบบอินทรีย์.วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (โภชนศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล. บัณฑิตวิทยาลัย.157 หน้า

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2543. ความรู้สิ่งเป็นพิษ ตอนที่ 14. กระทรวงสาธารณสุข (ระบบออนไลน์) (อ้างถึงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561) เข้าถึงได้จาก : http://www.thaiworm33.com/articles/556633/%E0%B9%81%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B8%94%E0%B9%84%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B9%84%E0%B8%AE%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%

B8%A3%E0%B9%82%E0%B8%9E%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B9%8C.html