

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

- 1. แผนงานวิจัย** : ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไม้ผลและพืชผักที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก
- 2. โครงการวิจัย** : ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก
  - กิจกรรม** : -
  - กิจกรรมย่อย (ถ้ามี)** : -
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณไนเตรตตกค้างและลักษณะทางกายภาพของคะน้าภายหลังการเก็บเกี่ยว  
Test the retention time for nitrate residue and Physical characteristics of kale after harvest.
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**
  - หัวหน้าการทดลอง** : ช่ออ้อย กาฬภักดิ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี
  - ผู้ร่วมงาน** : สุรพล สุขพันธ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี
- 5. บทคัดย่อ**

การทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณไนเตรตตกค้างและลักษณะทางกายภาพของคะน้าภายหลังการเก็บเกี่ยว ทำการทดลองปี 2559 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี โดยใช้ปุ๋ยสูตรธาตุอาหาร KMITL3 ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี ดำเนินการทดสอบในปีงบประมาณ 2554 – 2556 แล้วว่าเหมาะสมในการผลิตผักคะน้าในระบบไฮโดรโพนิกส์ จึงได้ทำการทดลองต่อเนื่องถึงปริมาณไนเตรตตกค้างและลักษณะทางกายภาพของคะน้าภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาคุณภาพ และปริมาณไนเตรตตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวของผักคะน้าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ และสภาพการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว นำคะน้ามาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0,1,2,3,4 และ 5 วัน ตรวจสอบใบเหลือง ส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารไนเตรตตกค้างในห้องปฏิบัติการทุกระยะเวลาการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่า ผล

วิเคราะห์ไนเตรตตกค้าง ที่การเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 และ 10 องศาเซลเซียส ไม่เกินค่ามาตรฐานทุกระยะเวลา การเก็บรักษา (ค่ามาตรฐานของสหภาพยุโรปกำหนดไว้ที่ 3,000 mg/kg ) ยกเว้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน พบปริมาณ ไนเตรตตกค้าง 3,013.79 และ 3,096.19 mg/kg ตามลำดับ ด้านคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 25 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่าคะน้ำเริ่มมีใบเหลืองในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยมีใบเหลือง 1,2 และ 3 ใบ/ต้น ดังนี้ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบใบเหลือง 38.67 , 14.67 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบใบเหลือง 28.00 , 12.00 และ 4.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเพิ่มระยะเวลา การเก็บรักษา คะน้ำจะมีใบเหลืองเพิ่มมากขึ้น ทั้งสองอุณหภูมิ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นั้น พบว่าในขณะที่คะน้ำเริ่มมีใบเหลืองในวันที่ 3 พบคะน้ำที่ไม่มีใบเหลืองทั้งต้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส คือ 56.00 และ 41.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** คะน้ำ ,ไนเตรตตกค้าง, ลักษณะทางกายภาพของคะน้ำ

Test of retention time on nitrate residue and physical properties of kale after harvesting were conducted in 2016 at Ratchaburi Agricultural Research and Development Center. Using KMITL3 nutrient fertilizer of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. This is a recipe at Ratchaburi Agricultural Research and Development Center. Tested in the fiscal year 2011 - 2013, it is appropriate to produce kale in hydroponics system. The experiment was continued to study nitrate residue and physical characteristics of kale after harvest. The objectives of this study were to study the quality and quantity of post-harvested nitrate residue of kale grown in nutrient solution at various shelf life. And storage conditions after harvest Kale was kept at 25 and 10 degrees celsius for 0,1,2,3,4 and 5 days. Delivered analytical tests of nitrate residue in the laboratory at all storage intervals. The results showed that the nitrate residue at shelf life of 25 and 10 degrees celsius up to a standard value of all storage periods (EU standard 3,000 mg / kg), except for storage at 25 degrees celsius for 1 day and storage at 10 degrees celsius for 5 days, 3,013.79 and 3,096.19 mg / kg of nitrate residue were found. When stored at 25 and 10 degrees celsius. It was found that kale began to have yellow leaves on day 3 of storage. Yellow leaves of 1, 2 and 3 leaves per tree were found at 25 degrees celsius. Yellow leaves were found to be 38.67, 14.67 and 5.33%, respectively. At 10 degrees celsius, yellow leaves were found at 28.00, 12.00 and 4.00% , respectively, when the shelf life was increased. Kale will have more yellow leaves both temperatures However, storage at 10 degrees celsius It was found that while kale started to have yellow leaflets on day 3, kale with

no yellowing of leaves was found, rather than storage at 25 degrees celsius, with 56 and 41.33 % respectively.

**Keyword :** kale ,Nitrate residue, physical characteristics of kale

## 6. คำนำ

การผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ ถือเป็นการผลิตผักปลอดภัยที่กำลังเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เพราะสามารถปลูกรับประทานเองได้แม้มีพื้นที่จำกัด และไม่ได้ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สะอาด โรคและแมลงน้อย และลดปัญหาการกำจัดวัชพืช (สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร, 2555) แต่ยังคงมีผู้บริโภคจำนวนมากที่มีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในตัวผัก โดยเฉพาะเรื่องการสะสมของไนเตรท (อนุมูลของไนโตรเจนที่มีอยู่มากในสารละลายธาตุอาหาร) ที่มักจะพบมากในผักที่รับประทานใบ ซึ่งถ้าหากมีการบริโภคผักที่มีไนเตรทสะสมอยู่ในปริมาณที่มากเกินไป อาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เพราะเมื่อเข้าสู่ร่างกาย ไนเตรทจะถูกรีดิวส์เป็นไนไตรท์ ซึ่งไนไตรท์สามารถทำปฏิกิริยากับเอมีน (amine) ในอาหารกลายเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรง คือ ไนโตรซามีน (nitrosamine) ที่ทำให้เกิดมะเร็งตับ กระเพาะอาหาร และหลอดอาหาร นอกจากนี้ไนไตรท์ยังก่อให้เกิดปัญหาต่อการทำงานของต่อมไทรอยด์อีกด้วย (แสงโสม, 2555)

จากการดำเนินงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี ในการทดลองการศึกษาคูณภาพผัก (คะน้า) เบื้องต้นในระบบการผลิตแบบใช้สารละลายภายใต้โรงเรือน ในจังหวัดราชบุรี ระหว่างปีงบประมาณ 2554 - 2556 พบว่าสูตรธาตุอาหารที่เหมาะสมในการผลิตผักคะน้า ได้แก่ สูตรธาตุอาหาร KMITL3 ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การปล่อยสารละลายโดยการปรับระดับออก 1/3 ของปริมาณทั้งหมด และให้น้ำเปล่าแทนจนเต็มปริมาณ ก่อนการเก็บเกี่ยว 5 วัน พบปริมาณสารไนเตรทเฉลี่ย 1,144.825 mg/kg ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้ที่ 3,000 mg/kg (EU (No) 1258/2011) แต่ทั้งนี้การทดลองดังกล่าวยังไม่มีการศึกษาถึงคุณภาพของผักคะน้าหลังการเก็บเกี่ยวตลอดจนปริมาณสารไนเตรทตกค้างหลังการเก็บเกี่ยว ที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างรอจำหน่ายของผู้ค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต หรือการเก็บเพื่อรอการบริโภคในครัวเรือน ซึ่งจากคู่มือการสุขาภิบาลอาหารในสถานที่สะสมอาหารสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร กำหนดให้ ผักกินใบ ผลไม้เมืองหนาว ต้องเก็บที่อุณหภูมิเท่ากับหรือต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นการศึกษาถึงคุณภาพของพืชผักที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่างๆหลังการเก็บเกี่ยว และปริมาณสารไนเตรทตกค้างหลังการเก็บเกี่ยว จะทำให้ทราบถึงคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวและปริมาณสารไนเตรทตกค้างที่อายุการเก็บรักษา และอุณหภูมิต่างๆ หลังการเก็บเกี่ยว เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกบริโภคผักที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารได้อย่างมั่นใจ

## 7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

1. เมล็ดผักคะน้า
2. แคลเซียมไนเตรท ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  สูตรปุ๋ย 12-0-0)
3. เหล็กคีเลต Fe-EDTA (12 % Fe)
4. โพแทสเซียมไนเตรท ( $\text{KNO}_3$  สูตรปุ๋ย 13-0-46)
5. โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  สูตรปุ๋ย 0-52-34)
6. โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  สูตรปุ๋ย 12-60-0)
7. แมกนีเซียมซัลเฟต ( $\text{MgSO}_4$ )
8. นิคสเปรย์ (Nicspray ธาตุอาหารรอง)
9. ตู้แช่/ห้องเย็นที่ปรับอุณหภูมิได้
10. วัสดุ อุปกรณ์สำหรับคัด บรรจุผักสด เช่น ตะกร้า ถังพลาสติก

11. โรงเรือนปลูกพืชแบบใช้สารละลายระบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) พร้อมอุปกรณ์ในการปลูกผักระบบไฮโดรโพนิกส์ ได้แก่ ฟองน้ำเพาะ แผ่นโฟมปลูก ถังบรรจุสายละลาย มอเตอร์ปั๊มน้ำในตู้ปลา และท่อจ่ายสารละลาย

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD 6 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เก็บรักษาเป็นเวลา 0 วัน

กรรมวิธีที่ 2 เก็บรักษาเป็นเวลา 1 วัน

กรรมวิธีที่ 3 เก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน

กรรมวิธีที่ 4 เก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน

กรรมวิธีที่ 5 เก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน

กรรมวิธีที่ 6 เก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน

### การเตรียมโรงเรือนและอุปกรณ์

โรงเรือนปลูกพืชแบบใช้สารละลายระบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) มีขนาดกว้าง 2.10 เมตร ยาว 7.30 เมตร มีหลังคาคลุมด้วยพลาสติก มุ้งตาข่ายป้องกันแมลง รางปลูกพลาสติกสีดำ ฟองน้ำสำเร็จรูปสำหรับเพาะเมล็ด ถาดเพาะ รางเพาะ แผ่นโฟมปลูกผัก ถังพักสารละลาย มอเตอร์ปั๊มน้ำในตู้ปลาและท่อจ่ายสารละลาย

### การเพาะกล้า

1. เพาะกล้าผักคะน้าในฟองน้ำสำเร็จรูป แต่ละแผ่นมีจำนวน 96 ก้อน แต่ละก้อนมีขนาดกว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว สูง 1 นิ้ว ใส่เมล็ดที่ต้องการเพาะ 2 เมล็ด ลงตรงกลางก้อนเพาะ
2. นำภาตเพาะไปวางในที่ร่ม คลุมด้วยกระสอบป่านเพื่อป้องกันแสงแดด รดน้ำเช้า-เย็น ทุกวัน 2-3 วัน เมล็ดเริ่มงอก
3. เปิดกระสอบป่านที่คลุมออก จากนั้นนำภาตเพาะไปวางในที่ร่ม ใช้ฝักบัวรดน้ำเช้าเย็น เพื่อชกน้ำให้ราก และต้นแข็งแรง

### การเตรียมสารละลาย มีวิธีการดังนี้

#### 1. การผสมสารละลายในถัง A

- 1) ทำปริมาตรที่ถังผสมปุ๋ย 40 ลิตร โดยใช้กระบอکتวง ตวงน้ำใส่ในถังจำนวน 30 ลิตร
- 2) ชั่ง แคลเซียมไนเตรท 8.5 กิโลกรัม เทในถัง คนจนละลายหมด
- 3) ชั่งเหล็กคีเลต (ผงสีเหลือง) 0.3 กิโลกรัม เทในถัง คนจนละลายหมด
- 4) เติมน้ำอีก 10 ลิตร เพื่อให้ครบปริมาตร 40 ลิตร สารละลายในถังนี้จะมีสีเหลืองเข้ม
- 5) เก็บสารละลายไว้ในภาชนะปิดสนิท

#### 2. การผสมสารละลายในถัง B

- 1) ทำปริมาตรที่ถังผสมปุ๋ย 40 ลิตร โดยใช้กระบอکتวง ตวงน้ำใส่ในถังจำนวน 30 ลิตร
- 2) ชั่ง โปแตสเซียมไนเตรท 6 กิโลกรัม เทในถัง คนจนละลายหมด
- 3) ชั่งโมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต 1 กิโลกรัม เทในถัง คนจนละลายหมด
- 4) ชั่งโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต 1 กิโลกรัม เทในถัง คนจนละลายหมด
- 5) ชั่งแมกนีเซียมซัลเฟต 3.8 กิโลกรัม เทในถัง คนจนละลายหมด
- 6) ชั่งนิกอสเปรย์ (ผงสีเขียว) 0.2 กิโลกรัม เทในถัง คนจนละลายหมด
- 7) เติมน้ำอีก 10 ลิตร เพื่อให้ครบปริมาตร 40 ลิตร สารละลายในถังนี้จะมีสีเขียว
- 8) เก็บสารละลายไว้ในภาชนะปิดสนิท

จากสารละลาย 40 ลิตร สามารถนำไปละลายน้ำเพื่อใช้ปลูกผักคะน้าได้ 8,000 ลิตร

### การปลูก

นำต้นกล้าอายุ 8 วัน (หลังเพาะ) ย้ายไปปลูกในโรงเรือนปลูก โดยปลูกลงในช่องแผ่นปลูกที่เป็นโฟมขนาด กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 94 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร มีจำนวน 50 ช่อง ย้ายปลูกในตอนเย็น วันแรกของการปลูก น้ำในรางปลูกเป็นน้ำเปล่าที่ยังไม่เติมสารละลายธาตุอาหาร ตรวจสอบวัดความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ ให้มีค่าอยู่ระหว่าง 5.5 – 6.5 และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.5 mS/cm ตลอดอายุพืช เพื่อให้พืชดูดธาตุอาหารในสารละลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## การดูแลและการให้ปุ๋ย

1. หลังปลูกหนึ่งวัน เติมน้ำละลาย โดยเติมแม่ปุ๋ย A ก่อน หลังจากนั้นประมาณ 4 ชั่วโมง เติมน้ำแม่ปุ๋ย B ในอัตราส่วน 1: 1 จากนั้นวัดค่า EC และ pH ให้ได้ตามค่าที่กำหนด หลังปลูกประมาณ 14-15 วัน ทำการปลด สะดือรางปลูกในช่วงตอนเย็น อากาศไม่ร้อนเหมาะสมต่อการปรับตัว เพื่อปรับระดับน้ำให้ลดลงโดยมีวัตถุประสงค์ ให้รากพืชที่อยู่บริเวณโคนต้นได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้นและส่วนปลายรากได้รับแร่ธาตุอาหารจากสารละลาย ในตอน เช้าวันรุ่งขึ้น วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ของน้ำที่ เหมาะสมกับพืช หลังวัดค่า pH และ EC แล้วให้เติมแม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B ตามลำดับ ทุกสัปดาห์

2. เมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว ( 35 วัน นับจากเพาะเมล็ด) ทำการเก็บเกี่ยว จากนั้นบรรจุผักทั้งรากทั้งพองน้ำใน ถุงพลาสติกเจาะรูสำหรับบรรจุผัก (ถุง PE) น้ำหนัก 500 กรัมต่อถุง มัดปากถุงด้วยเทปรัดปากถุง จากนั้นนำถุงผักตั้งใส่ ตะกร้าโปร่ง (ตะกร้าขนาด 14 x 22 x 12 นิ้ว) วางถุงผักในแนวตั้ง ตะกร้าละ 10 ถุง นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 10 องศาเซลเซียส ( $\pm 2$  องศาเซลเซียส ) โดยเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1,2,3,4,5 วัน

3. เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา ดำเนินการสุ่มผลิตภัณฑ์ 15 ต้น/ซ้ำ เพื่อตรวจสอบใบเหลือง ดังนี้ มี ใบเหลือง 1,2,3,4 และ 5 ใบ ต่อต้น

4. สุ่มตัวแทน 1 กิโลกรัม/รุ่น ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0,1,2,3,4,5 วัน ส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร ไนเตรตตกค้างในห้องปฏิบัติการ

### - การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลการตรวจสอบใบเหลือง
2. ผลวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตตกค้าง

### - การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบจำนวนการมีใบเหลืองของแต่ละกรรมวิธี
2. เปรียบเทียบปริมาณไนเตรตตกค้างของแต่ละกรรมวิธี

- เวลาและสถานที่ ปีงบประมาณ 2559 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### ผลการทดลอง

1. ผลวิเคราะห์ไนเตรตตกค้าง ที่การเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 และ 10 องศาเซลเซียส ไม่เกินค่า มาตรฐาน ทุกระยะเวลาการเก็บรักษา ยกเว้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน และ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน พบปริมาณไนเตรตตกค้าง 3,013.79 และ 3,096.19 mg/kg (ตารางที่ 1)

2. ด้านคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าคะน้ำเริ่มมีใบเหลืองในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา คะน้ำมีใบเหลือง 1,2 และ 3 ใบ ต่อต้น คิดเป็น 38.67 , 14.67 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา คะน้ำมีใบเหลือง 1,2 และ 3 ใบ ต่อต้น คิดเป็น 42.67 , 20.00 และ 25.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา คะน้ำมีใบเหลือง 1,2,3,4 และ 5 ใบ ต่อต้น คิดเป็น 44.00 , 22.67 , 25.33 , 5.33 และ 2.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3. เมื่อเก็บคะน้ำภายหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าเริ่มมีใบเหลืองในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา คะน้ำมีใบเหลือง 1,2 และ 3 ใบ ต่อต้น คิดเป็น 28.00 , 12.00 และ 4.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา คะน้ำมีใบเหลือง 1,2 และ 3 ใบ ต่อต้น คิดเป็น 29.33 , 14.67 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา คะน้ำมีใบเหลือง 1,2,3,4 และ 5 ใบ ต่อต้น คิดเป็น 30.67 , 16.00 , 6.67 , 1.33 และ 1.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

4. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นั้นพบว่าในขณะที่คะน้ำเริ่มมีใบเหลืองในวันที่ 3 จะมีคะน้ำที่ไม่พบใบเหลืองทั้งต้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส คือ 56.00 และ 41.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ 3)

**ตารางที่ 1** ปริมาณสารไนเตรตตกค้าง (mg/kg) จากการทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณไนเตรตตกค้างและลักษณะทางกายภาพของคะน้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว ที่อุณหภูมิ 25, 10 องศาเซลเซียส ปี 2559 ที่ศวพ.ราชบุรี

| กรรมวิธี                    | 25 องศาเซลเซียส | 10 องศาเซลเซียส |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| กรรมวิธีที่ 1 เก็บที่ 0 วัน | 2,300.91        | 1,845.33        |
| กรรมวิธีที่ 2 เก็บที่ 1 วัน | 3,013.79        | 1,638.53        |
| กรรมวิธีที่ 3 เก็บที่ 2 วัน | 1,844.40        | 2,498.86        |
| กรรมวิธีที่ 4 เก็บที่ 3 วัน | 1,716.34        | 2,289.41        |
| กรรมวิธีที่ 5 เก็บที่ 4 วัน | 2,539.46        | 2,607.71        |
| กรรมวิธีที่ 6 เก็บที่ 5 วัน | 2,415.45        | 3,096.19        |

ตารางที่ 2 จำนวนใบเหลืองของผักคะน้า (%) จากการทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณไนเตรตตกค้าง และลักษณะทางกายภาพของคะน้าภายหลังการเก็บเกี่ยว ที่อุณหภูมิตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส ปี 2559 ที่ ศวพ.ราชบุรี

| กรรมวิธี                       | ไม่มี<br>ใบเหลือง | เหลือง<br>1 ใบ | เหลือง<br>2 ใบ | เหลือง<br>3 ใบ | เหลือง<br>4 ใบ | เหลือง<br>5 ใบ |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| กรรมวิธีที่ 1<br>เก็บที่ 0 วัน | 100               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| กรรมวิธีที่ 2<br>เก็บที่ 1 วัน | 100               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| กรรมวิธีที่ 3<br>เก็บที่ 2 วัน | 100               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| กรรมวิธีที่ 4<br>เก็บที่ 3 วัน | 41.33             | 38.67          | 14.67          | 5.33           | 0              | 0              |
| กรรมวิธีที่ 5<br>เก็บที่ 4 วัน | 12                | 42.67          | 20             | 25.33          | 0              | 0              |
| กรรมวิธีที่ 6<br>เก็บที่ 5 วัน | 0                 | 44             | 22.67          | 25.33          | 5.33           | 2.67           |

ตารางที่ 3 จำนวนใบเหลืองของผักคะน้า (%) จากการทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณไนเตรตตกค้าง และลักษณะทางกายภาพของคะน้าภายหลังการเก็บเกี่ยว ที่อุณหภูมิตั้งที่ 10 องศาเซลเซียส ปี 2559 ที่ ศวพ.ราชบุรี

| กรรมวิธี                       | ไม่มี<br>ใบเหลือง | เหลือง<br>1 ใบ | เหลือง<br>2 ใบ | เหลือง<br>3 ใบ | เหลือง<br>4 ใบ | เหลือง<br>5 ใบ |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| กรรมวิธีที่ 1<br>เก็บที่ 0 วัน | 100               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| กรรมวิธีที่ 2<br>เก็บที่ 1 วัน | 100               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| กรรมวิธีที่ 3<br>เก็บที่ 2 วัน | 100               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |



|                                |       |       |       |      |      |      |
|--------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| กรรมวิธีที่ 4<br>เก็บที่ 3 วัน | 56    | 28    | 12    | 4    | 0    | 0    |
| กรรมวิธีที่ 5<br>เก็บที่ 4 วัน | 50.67 | 29.33 | 14.67 | 5.33 | 0    | 0    |
| กรรมวิธีที่ 6<br>เก็บที่ 5 วัน | 44    | 30.67 | 16    | 6.67 | 1.33 | 1.33 |

### วิจารณ์ผลการทดลอง

1. จากผลการวิเคราะห์ไนเตรตตกค้างเกินค่ามาตรฐาน หลังการเก็บผลผลิตที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน และที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แต่ค่าที่เกินนั้น เกินมาตรฐานเพียงเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่ำ เป็นระยะเวลาเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าไนเตรตตกค้างสูงขึ้น สอดคล้องกับ J.-C. Chung , S.-S. Chou & D.-F. Hwang ที่พบว่า การเก็บรักษาผักในอุณหภูมิต่ำ ทำให้กิจกรรมของ nitrate reductase ลดลง ส่งผลให้พบไนเตรตเพิ่มขึ้น

2. เนื่องจากข้อมูลการพบใบเหลืองของคะน้า ในช่วงการเก็บรักษา 0-2 วัน ไม่พบใบเหลือง ทำให้เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ปรากฏค่า cv สูง จึงได้อธิบายผลการทดลองเป็นเปอร์เซ็นต์ของใบเหลือง

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการทดลอง

1. การปลูกคะน้าในสูตรธาตุอาหาร KM1L3 ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วันแรกของการเก็บเกี่ยว และนำคะน้าไปเก็บที่อุณหภูมิ 25 และ 10 องศาเซลเซียส พบไนเตรตตกค้างไม่เกินค่ามาตรฐานของสหภาพยุโรป ที่กำหนดค่าไว้ที่ 3,000 mg/kg

2. การเก็บรักษาคะน้าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาเพิ่มขึ้น พบว่าค่าไนเตรตตกค้างมีแนวโน้มสูงขึ้น

3. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ในระยะเวลานานขึ้น (3,4 และ 5 วัน) พบว่าคะน้ามีใบเขียวมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในระยะเท่ากัน

### ข้อเสนอแนะ

1. การใช้สูตรธาตุอาหารที่เหมาะสมในการผลิตคะน้าในระบบไฮโดรโปนิกส์ ทำให้ค่าไนเตรตตกค้างไม่เกินค่ามาตรฐานในวันที่เก็บเกี่ยว

2. การบริโภคผักสดที่ได้คุณภาพ ควรเป็นผักที่เก็บเกี่ยวสด ใหม่

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เผยแพร่ผลการทดลอง ผ่านทางรายงานประจำปีของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี

## 11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) -

## 12. เอกสารอ้างอิง

กองสุขาภิบาลอาหาร สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร. (2555). คู่มือ การสุขาภิบาลอาหารในสถานที่เสิร์ฟอาหาร.

พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี. 2555.

ช่ออ้อย กาฬภักดี. 2556. การศึกษาคุนคุณภาพผักเบื้องต้น (กวางตุ้งและคะน้า) ในระบบการผลิตแบบใช้สารละลาย ภายใต้โรงเรือน จังหวัดราชบุรี. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการประจำปี 2557 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3, 4 และ 5 ระหว่างวันที่ 1-3 เมษายน 2557 โรงแรมระยองรีสอร์ท จังหวัดระยอง. หน้า 68 – 75.

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

เบญจมาศ รัตนชินกร รัตตา สุทธยาคม คมจันทร์ สรวงจันทร์ ปรารค์ทอง กวานห้อง ศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์ ภาณุมาศ โคตรพงศ์ อารีรัตน์ การุณสฤติย์ชัย และเนตรา สมบูรณ์แก้ว. 2554. การเก็บรักษาผลไม้ และผัก. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 40 หน้า

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

วารินทร์ ใจวิเสน. 2550. คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คสีฟที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Commission Regulation (EU) No 1258/2011 of 2 December 2011. EU official Journal L 320 volume 15

J.-C. Chung , S.-S. Chou & D.-F. Hwang. 2007. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. Food Additives & Contaminants ,317-322,

### 13. ภาคผนวก



ภาพที่ 1 คะน้ำในวันที่เก็บเกี่ยว



ภาพที่ 2 คะน้ำในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ