สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

2l073

การวิเคราะห์ไนเตรทในผัก

Analysis of Nitrate in Vegetable

โดย

นางสาว ปวีณา แสงหิรัญวัฒนา
นางสาว คิมน้ัส นิกูลกาญจน์
นางสาว สุภาพร ศิริงาม

ปพ.
ป๑๑๖ก
๒๕๔๘

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 97038
วัน,เดือน,ปี - 5 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การวิเคราะห์ไนเตรทในผัก (Analysis of Nitrate in Vegetable)

จัดทำโดย

นางสาว ปวีณา แสงหิรัญวัฒนา รหัส 45040847

นางสาว ศิมนัส นิกูลภาญจน์ รหัส 45040855

นางสาว สุภาพร ศิริงาม รหัส 45040865

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 22/03/2549 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร.พอใจ ถามากร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาว ปวีณา แสงหิรัญวัฒนา นางสาว ศิมนัส นิกูลกาญจน์ และนางสาว สุภาพร ศิริงาม , 2548 : การวิเคราะห์ไนเตรทในผัก (Analysis of Nitrate in Vegetable) ภาควิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.พอใจ ถามากร

ไนเตรทเป็นสารอนินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี พืชจะได้รับไนเตรทจากปุ๋ยที่ปลูกพืชนั้น ซึ่งพืชที่มีการสะสมของไนเตรทค่อนข้างสูงคือพืชพวกผัก ปัจจุบันผู้บริโภคนิยมหันมาบริโภคผักกันมากขึ้นจึงทำการศึกษาปริมาณไนเตรทในผัก จากการศึกษาตัวอย่างผัก 13 ชนิด ได้แก่ คะน้า ผักกาดขาว กวางตุ้ง คื่นไช่ ผักบุ้ง กะเพรา กะหล่ำปลี มะเขือเทศ หอมหัวใหญ่ หัวไชเท้า แครอท มันฝรั่ง และผักกาดหอม ในการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ ขั้นตอนแรกเป็นการวิเคราะห์ปริมาณ
ไนเตรทในผักที่วัดโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและการวัดโดยใช้แถบวัดปริมาณไนเตรทสำเร็จรูป (Nitrate Strip) พบว่าการวัดไนเตรทจากการวิเคราะห์ทางเคมีสามารถที่จะวัดปริมาณที่แท้จริงของตัวอย่างได้ดีกว่าการวัดด้วย Nitrate Strip ซึ่งการวัดด้วย nitrate strip ใช้ในการบอกค่าประมาณเท่านั้น ไม่สามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงได้และมีปริมาณสูงสุดจำกัดที่ 500 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับขั้นตอนที่สองเป็นการศึกษาปริมาณไนเตรทในส่วนต่างๆของผักแต่ละชนิดที่นิยมนำมาบริโภคโดยการวิเคราะห์ทางเคมี จำนวน 5 ตัวอย่างได้แก่ คะน้า ผักกาดขาว กวางตุ้ง คื่นไช่ และผักบุ้งจีน แยกส่วนของก้านและใบของผัก จากการทดลองพบว่ากวางตุ้งกับผักบุ้งจีนมีปริมาณไนเตรทในก้านมากกว่าในใบ ส่วนคะน้าผักกาดขาวและคื่นไช่นั้นจะมีปริมาณไนเตรทในใบมากกว่าในก้าน ขั้นตอนที่สามเป็นการศึกษาปริมาณไนเตรทในผักที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแตกต่างกันที่ 30 วินาที 2 5 10 และ 20 นาที พบว่าก้านผักกาดขาวและก้านผักบุ้งจีนที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วมีปริมาณไนเตรทที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนมะเขือเปาะ ผักบุ้งไทย ใบผักบุ้งจีนและใบผักกาดขาวนั้นความร้อนไม่มีผลต่อการลดลงของปริมาณไนเตรทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผัก (Analysis of Nitrate in Vegetable) นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร ประจำปีการศึกษา 2548 ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. พอใจ ถามากร ซึ่งให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ จนปัญหาพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี พร้อมกับขอบพระคุณ ดร. กิตติชัย บรรจง ในการให้คำแนะนำ

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำขอขอบคุณสำหรับความช่วยเหลือของเพื่อน ๆ ที่มีให้ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษจนสามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ปวีณา แสงหิรัญวัฒนา
ศิมนัส นิกูลกาญจน์
สุภาพร ศิริงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ข

สารบัญ ค

สารบัญตาราง จ

สารบัญภาพ ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 คำนำ ความสำคัญและที่มา 1

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

2.1 ไนเตรท 2

2.2 การเกิดไนเตรท 2

2.3 การสะสมไนเตรทในพืช 2

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในพืช 3

2.5 การสะสมไนเตรทในผัก 4

2.6 การวัดปริมาณไนเตรทในผัก 5

2.7 ผลของไนเตรทต่อร่างกายคน 8

บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ 9

3.2 สารเคมี 9

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ 9

3.4 วิธีทดลอง 10

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 กราฟมาตรฐานของปริมาณไนเตรท 13

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผักโดยวิธีวิเคราะห์ทางเคมี และ Nitrate Strip 14

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีเมื่อให้ความร้อนที่ระยะเวลาต่างๆ 16

4.4 ผลการทดลองตัวอย่างผักที่ให้ความร้อนในระยะเวลาที่แตกต่างกันโดยใช้การวิเคราะห์การทดลองปัจจัยเดียวแบบสุ่มสมบูรณ์ 17

4.5 การคำนวณปริมาณการบริโภคผักสดเพื่อให้ได้รับปริมาณไนเตรทที่ปลอดภัย 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 20

5.2 ข้อเสนอแนะ 20

เอกสารอ้างอิง 22

ภาคผนวก

ภาคผนวก (ก) ภาพประกอบการทดลอง 24

ภาคผนวก (ข) ขั้นตอนการคำนวณปริมาณไนเตรทจากค่า Transmittance 29

ภาคผนวก (ค) ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยให้ความร้อนที่ระยะเวลาที่แตกต่างกัน 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาค่า % Transmittance เพื่อนำไปเป็น Standard Curve 13
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีและ Nitrate Strip ในตัวอย่างที่ 1 – ตัวอย่างที่ 3 14
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองตัวอย่างผักที่ให้ความร้อนในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยใช้การวิเคราะห์การทดลองปัจจัยเดียวแบบสุ่มสมบูรณ์ 17
ตารางที่ 4.4 ปริมาณของผักที่ผ่านการให้ความร้อนที่บริโภคต่อวันเพื่อให้ได้รับปริมาณไนเตรทที่ปลอดภัย 18
ตารางที่ 4.5 ปริมาณของผักสดที่บริโภคต่อวันเพื่อให้ได้รับปริมาณไนเตรทที่ปลอดภัย 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรท(mg/kg)และ เวลาการให้ความร้อน(วินาที) 16
ภาพที่ 1 ตัวอย่างผักบางส่วนที่นำมาทดลอง 24
ภาพที่ 2 การวัดปริมาณไนเตรทด้วย Nitrate Strip 24
ภาพที่ 3 สารละลายที่ได้หลังจากเข้า water bath 70 °C เป็นเวลา 10 นาที 25
ภาพที่ 4 การกรองสารหลังจากทำการเจือจาง 50 ml 25
ภาพที่ 5 สารละลายที่ได้จากการกรอง 25
ภาพที่ 6 การดูดสารละลายที่กรองเรียบร้อยแล้วมา 4 ml 26
ภาพที่ 7 สารละลายที่ทำการเติม 20% acetic acid 9 ml แล้ว 26
ภาพที่ 8 สารละลายที่ทำการปรับปริมาตรเป็น 25 ml แล้วก่อนเข้าเครื่อง centrifuge 26
ภาพที่ 9 สารละลายใสที่ผ่านการ centrifuge มาแล้ว 27
ภาพที่ 10 การวัดค่าความยาวคลื่นแสงหาค่า %T 27
ภาพที่ 11 ผักแยกส่วนก้านและใบที่ทำการวัดไนเตรทด้วย nitrate strip 27
ภาพที่ 12 ตัวอย่างผักที่บดแล้วหลังการต้ม 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ ความสำคัญและที่มา

ไนเตรทเป็นสารประกอบอนินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ NO_3^- มีมวลโมเลกุลคือ 62 กรัม/โมล ตามธรรมชาติแล้วสามารถที่จะพบไนเตรทได้ทั้งในดิน น้ำ และอาหาร ไนเตรทมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี ไนเตรทในดินจะอยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชจะนำไนเตรทไปใช้ในการสร้างสารประกอบอินทรีย์หลายชนิดเช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิก และคลอโรฟิลล์ สำหรับไนเตรทนั้นหากพืชดูดไปจากดินในอัตราที่เร็วกว่าการใช้ไนเตรทของพืชแล้วจะทำให้มีการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อพืช ซึ่งการสะสมของไนเตรทในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืช ความเข้มข้นของไนเตรทที่มีในดิน และสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่อยู่รอบๆพืชนั้น

สำหรับไนเตรทในอาหารนั้นสามารถพบได้จากผัก ผลไม้ และธัญพืช แต่สำหรับผักเป็นอาหารที่มีโอกาสที่จะพบเจอปริมาณไนเตรทได้ค่อนข้างสูงกว่าอาหารชนิดอื่นๆ เนื่องจากผักมีอายุสั้น และต้องการปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่ค่อนข้างสูงเพื่อให้ได้ตามความต้องการของตลาดจึงก่อให้เกิดการสะสมของไนเตรทมาก

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจเกี่ยวกับการบริโภคผักกันมากขึ้น โดยเฉพาะผักสด ถ้าหากรับประทานผักที่มีปริมาณไนเตรทที่มากเกินไปแล้วก็อาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วไนเตรทจะไม่ทำอันตรายกับร่างกายโดยตรงแต่อันตรายจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อไนเตรทเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ทำให้เกิดโรคเมทฮีโมโกลบีเนเมียซึ่งเป็นโรคที่ร่างกายอยู่ในภาวะขาดออกซิเจน แล้วยังพบว่าไนเตรทและไนไตรท์สามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบไดอัลคิลเอมีนบางชนิด เกิดเป็นสารประกอบพวกไนโตรซามีนซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งและยังทำให้เกิดการกลายพันธุ์ขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักที่หาได้จากวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีกับแถบวัดปริมาณไนเตรทสำเร็จรูป (nitrate strip)
2. เพื่อศึกษาปริมาณไนเตรทในส่วนต่างๆของผักแต่ละชนิดที่นิยมนำมาบริโภคในชีวิตประจำวัน
3. เพื่อศึกษาปริมาณไนเตรทที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาต่างๆในการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ไนเตรท

ไนเตรทเป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ ซึ่งธาตุไนโตรเจนนี้เป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่สำคัญของพืชหลายชนิดเช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิค และคลอโรฟิลล์ ส่วนใหญ่แล้วพืชที่ทำการเพาะปลูกในดินจะได้รับไนโตรเจนในรูปของไนเตรทไอออน และแอมโมเนียมไอออน จากนั้นจะเคลื่อนย้ายไปตามส่วนต่างๆ ของพืช ไอออนเหล่านี้จะใช้ไปในขบวนการสร้างสารประกอบอินทรีย์หลายชนิดที่กล่าวมาแล้ว สำหรับไนเตรทแล้วถ้าหากพืชดูดซึมไนเตรทจากดินในอัตราที่เร็วกว่าการใช้ไนเตรทของพืชแล้วจะทำให้มีการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อพืชเกิดขึ้น สำหรับคุณสมบัติของไนเตรทก็คือไนเตรทสามารถละลายน้ำได้ดี โดยทั่วไปแล้วไนเตรทสามารถพบได้ทั้งในดิน น้ำ และอาหาร ซึ่งอาหารที่สามารพบไนเตรทได้คืออาหารพวกผัก ผลไม้ และธัญพืช แต่ผักเป็นอาหารที่พบไนเตรทได้ค่อนข้างสูงกว่าอาหารอื่นๆ

2.2 การเกิดไนเตรท

ไนเตรทและแอมโมเนียมเป็นรูปของไนโตรเจนในดิน เมื่อสภาวะที่ดินมีการระบายอากาศที่ดี มีความชื้น อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมอื่นๆที่เหมาะสม แอมโมเนียมจะถูกจุลินทรีย์เปลี่ยนให้เป็นไนไตรท์และไนเตรท ตามลำดับ โดยจุลินทรีย์พวก Nitrifying bacteria ซึ่งเรียกการเกิดลักษณะ นี้ว่าขบวนการไนไตรฟิเคชัน (Nitrification)

2.3 การสะสมไนเตรทในพืช

การสะสมไนเตรทในพืชจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ

1. ดินมีสภาพแวดล้อมที่ดีเหมาะแก่การสะสมไนเตรท ก็จะมีผลทำให้พืชสามารถดูดซึมไนเตรทจากดินได้มากตามไปด้วย

2. พืชมีความสามารถลดลงในการที่จะเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นอินทรีย์สารหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นอินทรีย์สาร ก็จะมีการสะสมไนเตรทในพืชเพิ่มมากขึ้น

สำหรับการสะสมของไนเตรทตามส่วนต่าง ๆ ของพืชจะแตกต่างกันออกไป สามารถเรียงลำดับตามนี้คือ ก้าน > ใบ > ราก > ผล > ดอก ในพืชต้นเดียวกันนั้นส่วนที่แก่กว่าก็จะมีไนเตรทสะสมมากกว่าส่วนที่อ่อน เนื่องจากว่าส่วนที่แก่นั้นขบวนการเมตาบอลิซึม(metabolism) เป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้เกิดการตกค้างของไนเตรทอยู่ปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในพืช

2.4.1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับพืช

- ชนิดของพืช

พืชที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหารจะมีการสะสมไนเตรทมากกว่าพืชที่ใช้ลำต้นและหัวเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังพบอีกว่าผักชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันก็จะมีการสะสมไนเตรทที่ต่างกันไปด้วย

- ส่วนของพืช

สามารถเรียงลำดับจากส่วนที่มีการสะสมของไนเตรทมากไปน้อยได้ดังนี้ ก้าน > ใบ > ราก > ผล > ดอก

- อายุของพืช

ปริมาณไนเตรทจะมีมากในช่วงต้นและกลางของการเจริญเติบโตของพืช แต่เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่แล้วปริมาณไนเตรทก็จะค่อยๆ ลดลง

2.4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

- ปุ๋ยไนโตรเจน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนกับ ไนเตรทในเนื้อเยื่อพืชมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง

- ธาตุอาหารอื่นๆ

(1) ฟอสฟอรัส ปริมาณที่มีในดินไม่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในผัก

(2) โปตัสเซียม พบว่าโดยทั่วไปถ้าพืชมีการดูดซึมโปตัสเซียมมากขึ้นก็จะมีการดูดซึมไนเตรทมากขึ้นตามด้วย

(3) กำมะถันเป็นองค์ประกอบสำคัญของเอนไซม์ที่ใช้ในขบวนการรีดักชันของไนเตรทในพืช ถ้าขาดจะทำให้มีการสะสมไนเตรทมากขึ้น

(4) แคลเซียมและแมกนีเซียม ไม่มีผลโดยตรงต่อการสะสมไนเตรทในพืช สำหรับแมกนีเซียมนั้นเป็นธาตุที่สำคัญในขบวนการเมตาบอลิซึมในพืชและเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ จึงมีผลทางอ้อมต่อการสะสมไนเตรทในพืช

(5) จุลธาตุ ที่มีความสำคัญต่อการสะสมไนเตรทมีอยู่ 2 ตัวด้วยกันคือ โมลิบดีนัมและแมงกานีส ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ที่ใช้ในการรีดิวซ์ไนเตรท ถ้าขาดแล้วจะทำให้เกิดการสะสมไนเตรทเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความแห้งแล้งและอุณหภูมิ

สภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งประกอบกับมีอุณหภูมิสูงทำให้มีการสะสมไนเตรทมากขึ้น เนื่องจากไนเตรทรีดักเทสไม่ทำงานหรือเกิดการทำงานช้าลง ส่งผลให้ขบวนการเมตาบอลิซึมของไนเตรทลดลง

- ความเข้มของแสง

แสงมีผลทางอ้อมต่อการสะสมไนเตรทของพืช เนื่องจากแสงเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเทส นั่นคือ เอนไซม์นี้จะไม่ทำงานเมื่ออยู่ในที่มืด

- เวลาในช่วงวัน

ในช่วงวันปริมาณไนเตรทจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา พบว่าในช่วงเช้านั้นพืชจะมีการสะสมไนเตรทได้ในปริมาณที่สูงกว่าช่วงบ่ายและช่วงเย็น

- สารเคมีกำจัดวัชพืช

สารเคมีก็มีส่วนช่วยทำให้พืชมีการสะสมไนเตรทในปริมาณที่มากขึ้นได้ ยกตัวอย่างเช่น

1. การใช้พวก cycloate , CNP , EPTC (S-ethyl dipropylthiocarbamate) , pebulate , parazon , TCA (trichloroacetic acid) + pyrazon , TCA+pyrazon+CNP จะช่วยเพิ่มความเข้มข้นของไนเตรทในราก

2. การใช้สาร nitrapyrin (2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine) เป็นสารเคมีที่ช่วยยับยั้งขบวนการไนโตรฟิเคชัน (Nitrification inhibitor) เป็นผลให้ช่วยลดการสะสมไนเตรทในพืช ไม่ว่าจะใช้ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดใดก็ตาม

2.5 การสะสมไนเตรทในผัก

เนื่องจากผักมีอายุสั้น และต้องการปุ๋ยไนโตรเจนที่ค่อนข้างสูงเพื่อให้ได้ตามความต้องการของตลาด จากการที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเยอะนี่เองที่ทำให้ผักเกิดการสะสมไนเตรทค่อนข้างสูง ซึ่งผักแต่ละชนิดก็จะมีการสะสมไนเตรทที่ต่างกันไป เนื่องจากผักแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซึมไนเตรทที่ต่างกันและมีประสิทธิภาพของเอนไซม์ในการรีดักชันไนเตรทต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งผักที่มีปริมาณไนเตรทที่ต่างกันไปได้ดังนี้คือ

1. ผักที่มีปริมาณไนเตรทสูง (High Nitrate Content) คือ ผักที่มีปริมาณไนเตรทประมาณ 1,000 – 4,000 ppm ยกตัวอย่างเช่น กะหล่ำปลี ผักโขม ผักชีฝรั่ง คื่นไช่ เป็นต้น

2. ผักที่มีปริมาณไนเตรทปานกลาง (Medium Nitrate Content) คือ ผักที่มีปริมาณไนเตรทประมาณ 300 - 1000 ppm ยกตัวอย่างเช่น แตงกวา ถั่วต่างๆ กระเทียม เป็นต้น

3. ผักที่มีปริมาณไนเตรทค่อนข้างน้อย (Moderate Nitrate Content) คือ ผักที่มีปริมาณไนเตรทประมาณ 100-300 ppm ยกตัวอย่างเช่น มันฝรั่ง แครอท เป็นต้น

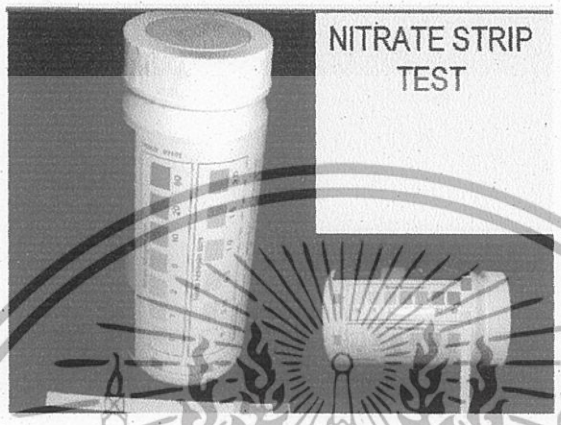
4. ผักที่มีปริมาณไนเตรทน้อย (Low Nitrate Content) คือผักที่มีปริมาณไนเตรท < 100 ppm ยกตัวอย่างเช่น หอมหัวใหญ่ มะเขือเทศ พริกไท เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การวัดปริมาณไนเตรทในผัก

ในการวัดปริมาณไนเตรทในผักนั้นมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่สามารถที่จะทำการวัดปริมาณไนเตรทในผักออกมาได้ ยกตัวอย่างเช่น

- Nitrate Strip



ข้อดี	ข้อเสีย
1. รวดเร็ว 2. ราคาถูกถ้าใช้ในปริมาณไม่มาก 3. ได้ผลโดยตรง 4. หยดตัวอย่าง 2-3 หยดก็สามารถตรวจสอบได้	1. ราคาสูงถ้ามีการใช้งานเยอะและใช้งานบ่อย 2. ค่าความแปรปรวนสูงและมีความแม่นยำน้อย 3. ในการทดสอบต้องเจือจางตัวอย่างให้อยู่ในช่วงที่จะอ่านได้ของไนเตรทสตริป

- Cardy Ion Meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. รวดเร็ว 2. อ่านค่าได้โดยตรง 3. อ่านค่าได้ในช่วงกว้าง 4. ราคาถูก 5. สามารถใช้ได้ภายนอกห้องปฏิบัติการ	1. มีข้อผิดพลาดในการตัวอย่างที่มีปริมาณไนเตรทต่ำ 2. ได้รับผลกระทบมากเมื่อตัวอย่างมีประจุไอออนแรง 3. การสอบเทียบ (calibration) ทำให้ลดประสิทธิภาพของเครื่องลงไป

- **Smart Colorimeter**

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ให้ผลอย่างรวดเร็วแม้จะมีตัวอย่างในปริมาณน้อย 2. มีความแม่นยำเมื่อใช้กับตัวอย่างที่มีปริมาณไนเตรทต่ำ	1. ราคาสูงมาก 2. ใช้สารเคมีที่เป็นพิษ 3. มีช่วงในการแสดงผลที่แคบ 4. สีของตัวอย่างมีผลต่อการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Nitrate Selective Electrode**

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ราคาถูกเมื่อมีการใช้งานนานเป็นเวลานาน 2. การแสดงผลในช่วงกว้างมีความแม่นยำมาก 3. ทดสอบตัวอย่างโดยใช้เวลาสั้น 4. ใช้ได้ดีกับวัตถุดิบทุกประเภท	1. เสียเวลาถ้าทำการตรวจสอบเพียง 2-3 ตัวอย่าง 2. ต้องใช้ Standard curve ร่วมด้วย

- **Salicylic Acid**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. photocolorimeter ใช้ในการหาปริมาณไนเตรท ซึ่งมีใช้กันโดยทั่วไป 2. ราคาถูก 3. แสดงผลในช่วงกว้าง 4. ใช้ได้ดีในตัวอย่างที่หลากหลาย	1. เสียเวลาถ้าทำการตรวจสอบเพียง 2-3 ตัวอย่าง 2. ไม่เหมาะในการตรวจไนเตรทที่มีปริมาณความเข้มข้นต่ำ 3. ต้องใช้ Standard Curve ร่วมด้วย

ตามที่กล่าวมาแล้วเป็นแค่วิธีในการวัดไนเตรทเพียงบางวิธีเท่านั้น ซึ่งในที่นี้ได้นำการวัดไนเตรทแบบ Nitrate Strip มาใช้เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ทางเคมี

2.7 ผลของไนเตรทต่อร่างกายคน

ในปี 1 974 นั้น JEFCA ได้เสนอต่อ WHO และ FAO ในเรื่องของค่าเฉลี่ยที่กำหนดขึ้นในการบริโภคไนเตรทได้ต่อวัน คือ 3.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักร่างกายจึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย ซึ่งถ้าหากร่างกายได้รับในปริมาณที่มากเกินไปก็จะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ โดยที่ปกติแล้วไนเตรทจะไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายโดยตรงแต่อันตรายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงไนเตรทเป็นไนไตรท์ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์พวก coliform bacteria และ clostridial bacteria โดยอันตรายนั้นมี 2 แบบด้วยกันคือ

1. แบบเฉียบพลัน เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคเมทฮีโมโกลบีเนเมียซึ่งเป็นภาวะที่ร่างกายขาดออกซิเจน อาการนี้เกิดจากการที่ไนไตรท์ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด และเข้าทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับเฟอรัสไอออน(ferrous ion) ของฮีโมโกลบินในเลือด กลายเป็นฟอร์มใหม่ที่อยู่ในรูปของเฟอริกไอออน(ferric ion) ซึ่งเกิดเป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า เมทฮีโมโกลบิน(methemoglobin) ทำให้เลือดขาดความสามารถที่จะนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ ซึ่งโรคเมทฮีโมโกลบีเนเมียส่วนใหญ่จะเกิดกับเด็กทารกมากกว่าผู้ใหญ่ จึงสามารถเรียกโรคนี้ได้อีกอย่างว่า baby blue disease ซึ่งอาการที่พบส่วนใหญ่แล้วก็จะเป็นอาการท้องร่วงอย่างรุนแรง อาจส่งผลทำให้เสียชีวิตได้

2. แบบระยะยาว เนื่องจากไนเตรทสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีกับสารประกอบพวกเอมีนบางชนิดในร่างกายได้โดยเฉพาะพวก Dimethylamine , Diethylamine และ Nitrosopyrrolidine ก่อให้เกิดสารประกอบไนโตรซามีนขึ้น ซึ่งเป็นสารที่เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งนอกจากนี้แล้วยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ สารเคมี เครื่องมืออุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. คะน้า
2. กวางตุ้ง
3. ผักบุ้งจีน
4. ผักบุ้งไทย
5. กะเพรา
6. คื่นไช่
7. ผักกาดขาว
8. กะหล่ำปลี
9. มะเขือเทศ
10. หัวหอมใหญ่
11. หัวไชเท้า
12. แครอท
13. มันฝรั่ง
14. ผักกาดหอม
15. มะเขือเปาะ

3.2 สารเคมี

1. Sodium nitrate ($NaNO_3$)
2. Glacial acetic acid (CH_3COOH)
3. Copper sulfate
4. Barium sulfate
5. Manganese sulfate
6. Powder zinc
7. Powder citric acid
8. Sulfanilic acid
9. 1- naphthylamine
10. น้ำกลั่น
11. Hydrochloric acid 0.1 N (HCl 0.1 N)

3.3 เครื่องมืออุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. Volumetric flask
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. ช้อนตักสาร
5. บีกเกอร์
6. ปิเปต
7. กระบอกตวง
8. นาฬิกาจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. centrifuge
10. spectrometer 20
11. เครื่องปั่น (blender)
12. nitrate strip
13. water bath
14. ผ้าขาวบาง
15. มีด
16. หม้อ
17. กระชอน
18. กาละมัง
19. ตะแกรง

3.4 วิธีทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียม Standard nitrate solution

ชั่ง sodium nitrate ($NaNo_3$) มา 0.607 กรัม ละลายในน้ำปริมาตร 1 ลิตร จะได้ stock solution ของไนโตรเจนที่มีความเข้มข้น 100 ppm

2. การเตรียม Acetic acid ความเข้มข้น 20%

ละลาย glacial acetic (CH_3COOH) ปริมาตร 20 มิลลิลิตรในน้ำ แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร เติม copper sulfate ลงไป โดยให้ความเข้มข้น 0.2 ppm ใน 20% acetic acid นั้น

3. การเตรียม Powder mixture โดยทำการส่วนผสมดังนี้

Barium sulfate	100 กรัม
Manganese sulfate	10 กรัม
Powder zinc	2 กรัม
Powder citric acid	75 กรัม
Sulfanilic acid	4 กรัม
1- napthylamine	2 กรัม

3.3.2 การวิเคราะห์

1. การเตรียม standard curve ที่มีความเข้มข้น 0 2 4 6 8 และ 10 ppm ดังนี้

1.1 ใช้ปิเปต (pipette) ดูดสารละลายไนเตรทจาก stock solution มา 0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 0 2 4 6 8 และ 10 ppm ตามลำดับ

1.2 เติม 20% acetic acid ลงไป 9 มิลลิลิตร และ powder mixture ประมาณ 0.8 กรัม

1.3 เขย่านานครั้งละ 15 วินาที ทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 3 นาที สีแดงจะค่อยๆ ปรากฏขึ้น ถ้ามีความเข้มข้นของไนเตรทมากก็จะมีสีเข้มมากขึ้นด้วย ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 นำไป centrifuge เป็นเวลาประมาณ 3 นาที แล้วเทเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายใสเข้าเครื่อง spectrometer 20 ในช่วงความยาวคลื่น (wave length) 520 nm เพื่อวัดค่า % T (Transmittance)

1.5 นำค่า %T ที่วัดได้และค่าความเข้มข้นมาตรฐานของไนเตรทมา plot กราฟระหว่าง log %T กับความเข้มข้นของไนเตรท

2. การหาความเข้มข้นของไนเตรทจากตัวอย่างผัก

2.1 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่วัดด้วยการวิเคราะห์ทางเคมีและการวัดด้วยแผ่นวัดปริมาณไนเตรทสำเร็จรูป (Nitrate Strip)

(1) เลือกผักมาเป็นตัวอย่างในการทดลองทั้งหมด 15 ชนิด ได้แก่ ผักกาดขาว กวางตุ้ง คะน้า คื่นไช่ กะหล่ำปลี มะเขือเทศ มันฝรั่ง คะเพรา หอมใหญ่ แครอท ผักบุ้งจีน หัวไชเท้า และผักกาดหอม

(2) บดตัวอย่างผักแต่ละชนิด และชั่งตัวอย่างผักที่บดละเอียดแล้วมา 0.4 กรัม แยกออกเป็น 2 ส่วน โดยที่ส่วนที่ 1 นำไปวัดไนเตรทด้วย nitrate strip ส่วนที่ 2 มาทำการวิเคราะห์ทางเคมี

- การวิเคราะห์ทางเคมี

(1) นำตัวอย่างผักบดละเอียด 0.4 กรัม เติมกรดเกลือ (hydrochloric acid , HCL) ความเข้มข้น 0.1 N ลงไป 20 มิลลิลิตร นำไปอุ่นใน water bath เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร แล้วกรองเก็บสารละลายไว้หาความเข้มข้นของไนเตรทต่อไป

(2) ใช้ปิเปตดูดสารละลายที่กรองได้มา 4 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมกรด acetic ความเข้มข้น 20% ลงไป 9 มิลลิลิตรและ powder mixture ประมาณ 0.8 กรัม เขย่านานครั้งละ 15 วินาที ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งห่างกัน 3 นาที สีแดงจะค่อยๆ ปรากฏขึ้น สีจะเข้มมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณไนเตรทในตัวอย่างผักนั้น

(3) ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร แล้วนำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm เป็นเวลานาน 6 นาที จากนั้นเทเอาส่วนที่เป็นสารละลายใส เข้าเครื่อง spectrometer 20 ที่มีความยาวคลื่นของแสง 520 nm เพื่อวัดค่า % T

(4) นำค่า % T ที่วัดได้ไปหาค่าความเข้มข้นของไนเตรทจาก standard curve ค่าที่ได้เป็นความเข้มข้นต่อสารละลายไนเตรทในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร

2.2 การวัดปริมาณไนเตรทในส่วนต่างๆ ของผักแต่ละชนิด

(1) เลือกผักมาเป็นตัวอย่างในการทดลอง 5 ชนิด ได้แก่ คะน้า กวางตุ้ง ผักกาดขาว คื่นไช่ และผักบุ้งจีน

(2) แยกตัวอย่างผักเป็นส่วนของก้านและใบ แล้วนำไปบดให้ละเอียด แล้วชั่งที่น้ำหนัก 0.4 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) แยกตัวอย่างผักเป็นส่วนของก้านและใบ แล้วนำไปบดให้ละเอียด แล้วชั่งที่น้ำหนัก 0.4 กรัม

(3) ทำการแยกตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปวัดด้วย nitrate strip ส่วนที่ 2 ทำการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

2.3 การวัดปริมาณไนเตรทที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาต่างๆในการให้ความร้อน

(1) เลือกผักมาเป็นตัวอย่างทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ มะเขือเปาะ ผักกาดขาว ผักบุ้งจีน ผักบุ้งไทย โดยที่ผักบุ้งจีนและปักกาดขาวทำการแยกส่วนและก้านด้วย ส่วนมะเขือเปาะกับผักบุ้งไทยไม่ต้องทำการแยกส่วน

(2) ต้มผักที่เวลาต่างๆ กันดังนี้คือ 30 วินาที 2 5 10 และ 20 นาที ตามลำดับ หลังจากต้มแล้วเอามาพักไว้บนตะแกรง

(3) นำตัวอย่างไปบดละเอียดแล้วชั่งที่น้ำหนัก 0.4 กรัม

(4) นำไปวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

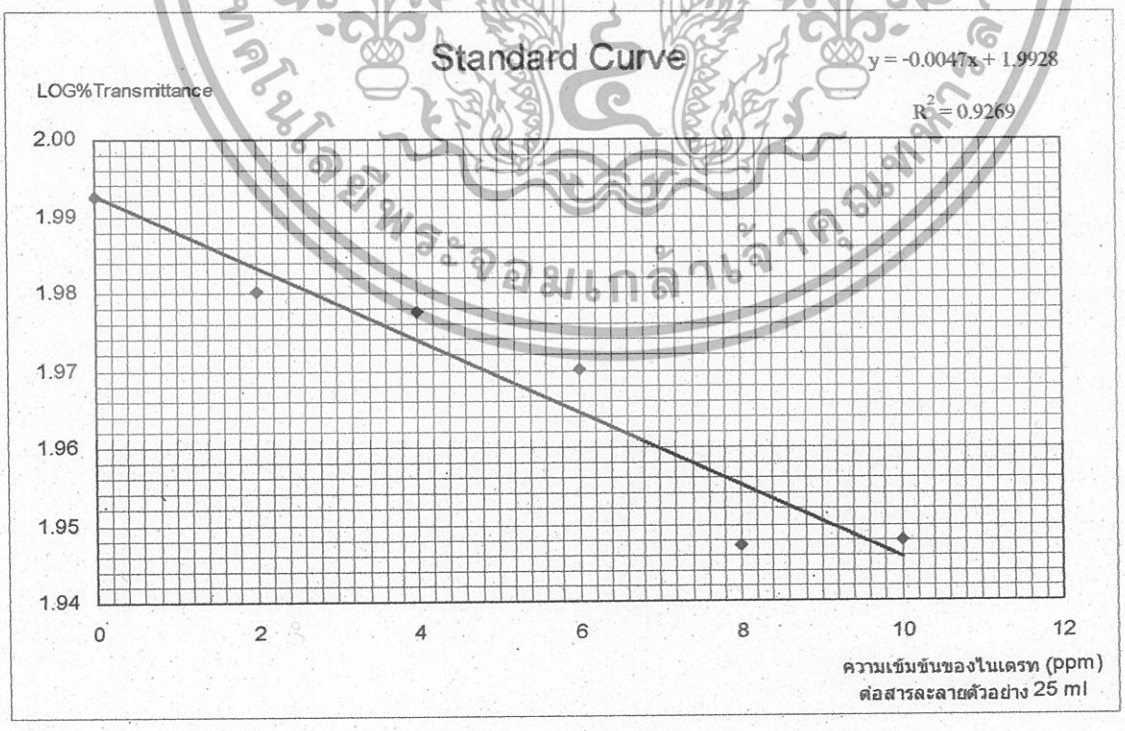
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 กราฟมาตรฐานของปริมาณไนเตรท

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาค่า % Transmittance เพื่อนำไปเป็น Standard Curve

[ ]	%Tranmittance			เฉลี่ย	log ค่า
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	% T	เฉลี่ย % T
0	98.9	98.2	97.8	98.30	1.9926
2	95.8	95.5	95.3	95.53	1.9802
4	94.8	95.1	95.0	94.97	1.9776
6	93.7	93.9	92.5	93.37	1.9702
8	88.5	88.5	88.7	88.57	1.9473
10	88.5	88.7	88.9	88.70	1.9479



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการเส้นตรง ซึ่งสามารถแทนด้วยสมการ Y = -0.0047X + 1.9928 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) = 0.9628 , ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 0.9628 ซึ่งเป็นค่า R ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด สามารถนำมาใช้เป็นกราฟมาตรฐานไนเตรท

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผักโดยวิธีวิเคราะห์ทางเคมีและ Nitrate Strip

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีและ Nitrate Strip ในตัวอย่างที่ 1 – ตัวอย่างที่ 3

ชนิดของผัก	ปริมาณไนเตรท(mg)ในตัวอย่างผัก 1 kg				ปริมาณไนเตรท (mg)	Nitrate Strip
	ต.ย. 1	ต.ย. 2	ต.ย. 3	เฉลี่ย	ในตัวอย่างผัก 1 kg	Test (mg/kg)
คะน้า(ก้าน)	662.24	858.71	1052.70	857.88	857.88 ± 195.23	≥ 500
คะน้า(ใบ)	1140.25	1317.00	1083.31	1180.19	1180.19 ± 121.85	≥ 500
ผักกาดขาว(ก้าน)	170.17	306.83	64.31	180.44	180.44 ± 121.59	≥ 500
ผักกาดขาว(บ)	358.66	858.71	315.09	510.82	510.82 ± 302.07	≥ 500
กวางตุ้ง(ก)	1224.32	1188.14	1317.00	1243.15	1243.15 ± 66.46	≥ 500
กวางตุ้ง(บ)	523.44	706.31	813.47	681.07	681.07 ± 146.65	≥ 500
คื่นไช่(ก)	306.83	346.18	448.92	367.31	367.31 ± 73.36	250
คื่นไช่(บ)	833.78	748.49	858.71	813.66	813.66 ± 57.80	≥ 500
ผักบุ้ง(ก)	4914.24	4667.49	5337.29	4973.01	4973.01 ± 338.74	500
ผักบุ้ง(บ)	605.45	752.95	675.42	677.94	677.94 ± 73.78	250
กะเพรา	1499.32	1456.35	1268.03	1407.90	1407.90 ± 123.02	100
กะหล่ำปลี	817.97	815.72	1036.28	889.99	889.99 ± 126.69	100
ผักกาดหอม	489.25	622.86	682.03	598.05	598.05 ± 98.76	≥ 500
หัวไชเท้า	555.67	459.50	854.17	623.11	623.11 ± 205.79	100
มะเขือเทศ	142.02	40.61	208.60	130.41	130.41 ± 84.59	50
หอมหัวใหญ่	427.80	429.91	540.61	466.11	466.11 ± 64.53	0
แครอท	735.13	802.21	755.18	764.17	764.17 ± 34.43	250
มันฝรั่ง	836.04	752.95	1036.28	875.09	875.09 ± 145.65	250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในพืชแต่ละชนิดที่ใช้บริโภค (ใบ, ก้าน, หัว, ผล) จากการทดลองพบว่าพืชชนิดต่างๆจะมีปริมาณไนเตรทที่แตกต่างกันไป พืชที่บริโภคส่วนของหัวหรือราก ได้แก่ หัวไชเท้า, แครอทและมันฝรั่ง เมื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมีพบไนเตรทปริมาณ 623.11, 764.17 และ 875.09 mg/kg(ตัวอย่าง) ตามลำดับและเมื่อทำการวัดโดยใช้ Nitrate Strip พบไนเตรทปริมาณ 250, 250 และ 250 mg/kg (ตัวอย่าง) พืชผักในส่วนที่เป็นผล เช่น มะเขือเทศ จะพบปริมาณไนเตรทน้อยกว่าส่วนอื่นๆของพืช เมื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมีโดยพบไนเตรทปริมาณ 130.41 mg/kg (ตัวอย่าง) และเมื่อทำการวัดโดยใช้ Nitrate Strip พบไนเตรทปริมาณ 10 mg/kg (ตัวอย่าง) ในตัวอย่างที่เป็นผักใบๆ ได้แก่ คะน้า, ผักกาดขาว, กวางตุ้ง, คื่นไช่, ผักบุ้ง, กะเพรา, กะหล่ำปลีและผักกาดหอม เมื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมีพบปริมาณไนเตรทตั้งแต่ 180.44 – 4973.01 mg/kg (ตัวอย่าง) ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด จากการตรวจเอกสารพบว่าพืชผักที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหารจะมีปริมาณการสะสมของไนเตรทมากกว่าผักที่ใช้หัวเป็นอาหาร แต่ในการทดลอง พบปริมาณไนเตรทที่น้อยและมาก ซึ่งเกิดความแปรปรวนขึ้นเนื่องจาก สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในการเพาะปลูก, การดูแลรักษา อายุของผัก รวมถึงความเอาใจใส่ของเกษตรกรในการเพาะปลูก เป็นต้น

ผลการทดลองเปรียบเทียบในส่วนต่างๆของพืชจากตัวอย่างผักชนิดเดียวกัน จากการทดลองแยกส่วนก้านและใบของพืชเพื่อหาปริมาณไนเตรทพบว่า ส่วนของใบของทั้ง 3 ชนิด คือ คะน้า, ผักกาดขาวและคื่นไช่ มีปริมาณไนเตรทสูงกว่าส่วนของก้าน แต่ในผักบุ้งจีนและกวางตุ้ง พบปริมาณไนเตรทในส่วนของก้านสูงกว่าของใบ ซึ่งจากการตรวจเอกสารพบว่าจะมีไนเตรทสะสมในส่วนของก้านมากกว่าใบ

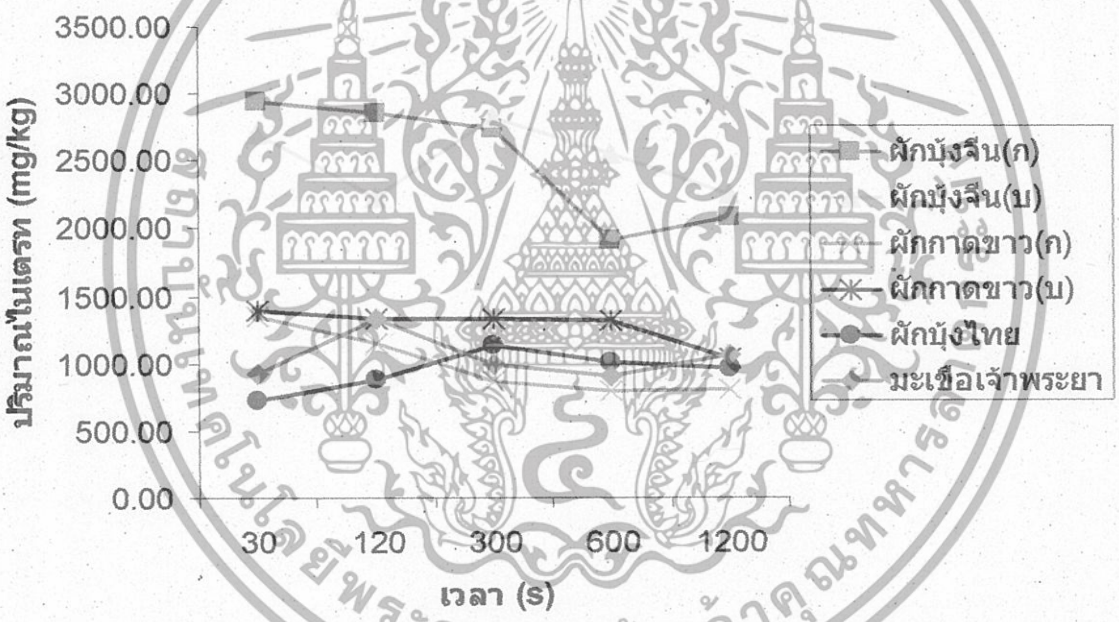
ในผักบุ้งจีน พบว่ามีปริมาณไนเตรทในส่วนของก้านผักบุ้งจีนสูงมากผิดปกติ อาจมีสาเหตุคือ ตัวอย่างของผักบุ้งที่ใช้มีความแก่มาก เนื่องจากพืชผักที่แก่จัดจะมีขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism)เป็นไปอย่างช้าๆ ไนเตรทที่มีในพืชจึงมีความสามารถลดลงในการเปลี่ยนไนเตรทเป็นอินทรีย์สารและในด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากความแห้งแล้งและอุณหภูมิในสภาพการเพาะปลูก แหล่งเพาะปลูกของตัวอย่างที่ใช้อาจมีแหล่งเพาะปลูกที่มีความแห้งแล้งและอุณหภูมิสูง จึงก่อให้เกิดการสะสมของไนเตรทมากขึ้น รวมถึงในดินที่ทำการเพาะปลูก ขาดธาตุกำมะถัน, โมลิบดีนัมรวมถึงแมงกานีส เนื่องจากธาตุเหล่านี้จะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการรีดักชันของไนเตรท เมื่อพืชไม่สามารถทำปฏิกิริยารีดักชันได้ ก็จะทำให้มีการสะสมของไนเตรทในพืชมากขึ้น หรือมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่สูงกว่าปกติเพื่อเร่งการเติบโตของใบ เพื่อสนองความต้องการของตลาด การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเร่งการเจริญเติบโตในปริมาณที่มากเกินขนาดมีผลต่อกระบวนการรีดักชันไนเตรทและปริมาณไนเตรทสะสม

ผลการทดลองหาปริมาณไนเตรทจากวิธีการใช้ nitrate strip จากการทดลองพบว่าในปริมาณไนเตรทที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 500 mg/kg(ตัวอย่าง) จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณได้ แต่เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นสูงกว่า 500 mg/kg(ตัวอย่าง) จะมีข้อจำกัดในด้านความเข้มข้นที่สามารถแสดงผล โดย nitrate strip สามารถแสดงปริมาณไนเตรทในหน่วย mg/kg(ตัวอย่าง) ได้ไม่เกิน 500 mg/kg (ตัวอย่าง)เท่านั้น ถ้าในตัวอย่างพบว่ามีปริมาณไนเตรทสูงกว่า 500 mg/kg(ตัวอย่าง) แล้ว nitrate strip ก็จะแสดงผลสูงสุดที่สามารถจะวัดได้คือ 500 mg/kg(ตัวอย่าง) ในวิธีวิเคราะห์ทางเคมีนั้นจะสามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านความเข้มข้น ดังนั้นจึงควรทำการเจือจางสารละลายตัวอย่างจนมีความเข้มข้นในช่วงที่สามารถตรวจสอบได้

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีเมื่อให้ความร้อนที่ระยะเวลาต่างๆ



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรท(mg/kg) และเวลาการให้ความร้อน(วินาที)

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการให้ความร้อนว่าความร้อนมีผลต่อการลดลงของปริมาณไนเตรท จากการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดลองนั้นไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความแตกต่างของระยะเวลาที่มีผลต่อการลดลงของปริมาณไนเตรท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองตัวอย่างผักที่ให้ความร้อนในระยะเวลาที่แตกต่างกันโดยใช้การวิเคราะห์การทดลองปัจจัยเดียวแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองตัวอย่างผักที่ให้ความร้อนในระยะเวลาที่แตกต่างกันโดยใช้การวิเคราะห์การทดลองปัจจัยเดียวแบบสุ่มสมบูรณ์

ชนิดของผัก	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท (mg/kg)				
	30 วินาที	120 วินาที	300 วินาที	600 วินาที	1200 วินาที
ผักบุ้งจีน (ก้าน)	$2942^{b} \pm 94$	$2864^{b} \pm 236$	$2749^{ab} \pm 122$	$1918^{a} \pm 482$	$2092^{ab} \pm 615$
ผักบุ้งจีน (ใบ) Ns	2709 ± 358	2240 ± 941	2826 ± 262	2566 ± 461	2269 ± 672
ผักกาดขาว (ก้าน)	$1354^{b} \pm 148$	$1147^{ab} \pm 130$	$872^{ab} \pm 158$	$793^{a} \pm 301$	$804^{a} \pm 264$
ผักกาดขาว (ใบ) Ns	1391 ± 64	1337 ± 182	1344 ± 606	1319 ± 386	1034 ± 306
ผักบุ้งไทย Ns	712 ± 288	877 ± 340	1140 ± 247	1015 ± 143	969 ± 372
มะเขือเจ้าเปาะ Ns	930 ± 223	1342 ± 115	994 ± 292	916 ± 389	1064 ± 123

หมายเหตุ :

1. วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเวลาระดับต่างๆ โดยค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในผักชนิดเดียวกันที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติในแนวนอน) โดยทำการพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะตัวอย่างผักชนิดเดียวกันโดยไม่มีความสัมพันธ์กับตัวอย่างผักชนิดอื่น
2. a , b , ab เป็นอักษรกำกับของเวลาที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ $\alpha = 0.05$
3. ผลการทดลองอยู่ในรูป $\bar{X} \pm SD$

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลของค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรทในหน่วย mg/kg(ตัวอย่าง) พบว่าใบผักบุ้งจีน, ใบผักกาดขาว, ผักบุ้งไทยและมะเขือเปาะ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หมายถึง ระยะเวลาในการให้ความร้อนที่นานขึ้น ไม่มีผลทำให้ปริมาณไนเตรทลดลง ในส่วนของก้านผักบุ้งจีนและก้านผักกาดขาว ระยะเวลาในการให้ความร้อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายถึง เมื่อให้ความร้อนผักทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นระยะเวลานานขึ้นจะทำให้ปริมาณไนเตรทลดลงและพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเวลา 600 วินาที เนื่องจากการตรวจเอกสารพบว่าไนเตรทมีการสะสมอยู่ที่ก้านในปริมาณสูง เมื่อผ่านความร้อนจึงมีการสลายตัวอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
97038

4.5 การคำนวณปริมาณการบริโภคผักสดเพื่อให้ได้รับปริมาณไนเตรทที่ปลอดภัย

อาหารที่คนไทยนิยมรับประทานมักจะส่วนประกอบของผักอยู่ด้วยเสมอ และอาหารหลายชนิดนิยมที่จะบริโภคควบคู่ไปกับผักสด เช่น ยำ, น้ำพริกต่างๆ เป็นต้น ซึ่งผักที่นิยมบริโภคสดคือ กะหล่ำปลี, ผักกาดหอม, มะเขือเทศ และผักส่วนใหญ่มักจะผ่านความร้อนด้วยวิธีต่างๆก่อนนำมาบริโภค ไม่ว่าจะเป็นลวก, ต้ม, ผัด ผักเกือบทุกชนิดจะมีปริมาณไนเตรทสะสมอยู่ ซึ่งเกิดมาจากปัจจัยต่างๆ การบริโภคผักจึงได้รับปริมาณไนเตรทเข้าสู่ร่างกายไปด้วย จึงควรที่จะทราบถึงปริมาณไนเตรทที่มีอยู่ในผักชนิดๆนั้นเพื่อการบริโภคที่เหมาะสม จากข้อมูลที่มีการวิจัยพบว่า ปริมาณของไนเตรทที่จะบริโภคได้ต่อวันคือ 3.65 mg/kg ของน้ำหนักร่างกาย และเมื่อคิดต่อน้ำหนักตัว 60 kg. พบว่าปริมาณไนเตรทที่ไม่ควรบริโภคเกินคือ 219 mg. จากการทดลองในข้อ 4.1 – 4.4 แสดงให้เห็นถึงปริมาณไนเตรทที่มีอยู่ในผักแต่ละชนิด ดังนั้นในการบริโภคผักซึ่งมีปริมาณไนเตรทสะสมอยู่ สามารถพิจารณาค่าปริมาณไนเตรทที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคต่อผัก 1 ชนิดในเวลา 1 วัน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณของผักที่ผ่านการให้ความร้อนที่บริโภคต่อวันเพื่อให้ได้รับปริมาณไนเตรทที่ปลอดภัย

ชนิดของผักสด	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท(mg/kg)	ปริมาณของผักที่ไม่ควรบริโภคเกินต่อวัน (g)
ก้านผักบุ้งจีน	585	374.45 กรัม
ใบผักบุ้งจีน	1181	185.45 กรัม
ก้านผักกาดขาว	179	1224.56 กรัม
ใบผักก้านขาว	507	431.99 กรัม
ผักบุ้งไทย	1242	176.33 กรัม
มะเขือเปาะ	681	321.41 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณของผักสดที่บริโภคต่อวันเพื่อให้ได้รับปริมาณไนเตรทที่ปลอดภัย

ชนิดของผักสด	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท(mg/kg)	ปริมาณของผักที่ไม่ควรบริโภคเกินต่อวัน (g)
ก้านคะน้า	857.88	255.28
ใบคะน้า	1180.19	185.56
ก้านผักกาดขาว	180.44	1213.70
ใบผักก้านขาว	510.82	428.72
ก้านกวางตุ้ง	1243.15	176.17
ใบกวางตุ้ง	681.07	321.55
ก้านคื่นไช่	367.31	596.23
ใบคื่นไช่	813.66	269.15
ก้านผักบุ้ง	4973.01	44.04
ใบผักบุ้ง	677.94	323.04
กะเพรา	1407.90	155.55
กะหล่ำปลี	889.99	246.07
ผักกาดหอม	598.05	366.19
หัวไชเท้า	623.11	351.46
มะเขือเทศ	130.41	1679.32
หอมหัวใหญ่	466.11	469.85
แครอท	764.17	286.59
มันฝรั่ง	875.09	250.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. วิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผักสดโดยวิธีวิเคราะห์ทางเคมีและNitrate Strip
   1.1 เมื่อวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทที่พบในผักโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีแล้วนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ nitrate strip จะไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจาก nitrate strip มีข้อจำกัดด้านปริมาณความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถวัดได้
   1.2 เมื่อตรวจวัดปริมาณไนเตรทในส่วนก้านและใบ พบว่า 3 ใน 5 ตัวอย่างมีปริมาณไนเตรทในใบสูงกว่า และ 2 ใน 5 พบว่า มีปริมาณไนเตรทในก้านสูงกว่า

2. การทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในตัวอย่างผักที่ให้ความร้อนในระยะเวลาที่แตกต่างกัน
   2.1 การให้ความร้อนจะมีผลทำให้ปริมาณไนเตรทในผักลดลงได้
   2.2 ผักในส่วนที่เป็นก้านเมื่อให้ความร้อนปริมาณไนเตรทจะลดลงได้มากกว่าในส่วนของผักใบ
   2.3 ก้านผักบุ้งจีนและก้านผักกาดขาวเมื่อให้ความร้อนในระยะเวลาที่นานขึ้นจะทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหมายถึงว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนที่นานขึ้นสามารถทำให้ปริมาณไนเตรทในก้านผักบุ้งจีนและก้านผักกาดขาวลดลงได้ตามระยะเวลาในการให้ความร้อน
   2.4 สำหรับใบผักบุ้งจีน ใบผักกาดขาว ผักบุ้งไทยและมะเขือเจ้าพระยา การให้ความร้อนในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นจะ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหมายถึงว่า ระยะเวลาของการให้ความร้อนไม่มีผลต่อการลดลงของปริมาณไนเตรทในผัก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผักหรือตัวอย่างใดๆที่ต้องการทราบปริมาณซึ่งมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณนั้น ควรที่จะศึกษาตัวอย่างที่จะนำมาทำการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้ง ตั้งแต่ลักษณะของดินที่ทำการเพาะปลูก ฤดูกาล การใส่ปุ๋ย การดูแลรักษา อุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลอย่างมากต่อปริมาณไนเตรท เมื่อทำการควบคุมปัจจัยต่างๆเป็นอย่างดีแล้ว ข้อมูลที่ได้จะสามารถนำไปใช้อย่างเป็นทางการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21073

2. การสุ่มตัวอย่าง นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากจะมีผลไปยังผลการทดลองโดยตรง การสุ่มตัวอย่างที่ถูกต้องและเหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น การสุ่มตัวอย่างของกะหล่ำปลี จะต้องนำกะหล่ำมาปลีมาทั้งหมด 6 หัว หรือให้มีน้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม จากนั้นนำไปหั่นและสับ ผสมปนกันทั้งหมด แล้วจึงแบ่งออกมาใช้ตามจำนวนที่ต้องการนำไปทำการวิเคราะห์
3. ในการทดลองจะต้องลดปัจจัยอื่นๆที่อาจจะทำให้ปริมาณไนเตรทในผักเปลี่ยนแปลงไปให้มากที่สุด เช่น น้ำร้อนที่ใช้ในการลวกผัก จะต้องเปลี่ยนน้ำในทุกๆตัวอย่าง เพื่อควบคุมปัจจัยให้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด
4. การทดลองในการให้ความร้อนผักในระยะเวลาที่ต่างกัน เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ชัดเจน ควรจะนำตัวอย่างผักจากตัวอย่างเดียวกัน ไปหาปริมาณไนเตรทก่อนที่จะนำไปให้ความร้อน เพื่อจะได้เปรียบเทียบค่าก่อนและหลังให้ความร้อนได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กุลชลี งามจี้. 2525. " **การหาความเข้มข้นของไนเตรทในผักบางชนิดจากตลาด 3 แห่งใน กรุงเทพมหานคร** ", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , คณะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

Archer , M.C. and S.R. Tannenbaum. 1973 . " Nitrosation in environment : Can it occur? " **Science**. 179 : 97.

Archer , M.C. and J.S. Wishnok. 1977. " Quantitative aspects of human exposure to nitrosamines." **Fd. Cosmet. Toxicol**. 15 : 233 – 235.

Breniman , G.W.; A.L. Neumann; G.S. Smith and H.A. Jordan. 1961. " Nitrate and nitrite content of corn forages and silage as influenced by nitrogen fertility , seeding rate , and various silage additives." **J. Anim. Sci.** 20 : 684.

Committee on Nitrate Accumulation. 1972. **Accumulation of Nitrate.** Washington , D.C. : Natl. Acd. Sci.

Dijkshoorn , W. 1962. " Metabolic regulation of the alkaline effect of nitrate utilization in plants." **Nature**. 194 : 164-167.

DuPlessis , L.S. ; J.R. Nunn and W.A. Roach. 1969. " Carcinogen in a Transkeian Bantu food additive." **Nature**. 222 : 1198-1199.

Hewitt , E.J. 1975. " Assimilatory nitrate-nitrite reduction." **Ann. Rev. Plant Physiol.** 26 :73-100.

Maynard , D.N. and A.V. Barker. 1972. " Nitrate content of vegetable crops." **HortScience.** 7 : 224-226.

Maynard , D.N. ; A.V. Barker ; P.L. Minotti and N.H. Peck. 1972. " Nitrate accumulation in vegetable." **Adv. Agron**. 28 : 71-118.

Nelson , J.L. ; L.T. Kurtz and R.H Bray. 1954. " Rapid determination of nitrates and nitrites." **Ananl. Chem**. 26 : 1081-1082.

Neurath , G.B. ; M. Dunger ; F.G. Pein ; D. Ambrosius and O. Schriber. 1977. " Primary and secondary amines in the human environment." **Fd. Cosmet. Toxicol**. 15 : 275-282.

Peck , N.H. ; A.V. Barker ; G.E. McDonald and R.S. Shallenberger. 1971. " Nitrate accumulation in vegetables." II. Table beets grown in upland soils. **Agron. J**. 63 : 130-132.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Viets , F.G. , Jr. and R.H. Hageman. 1971. " Factors affecting the accumulation of nitrate in soil , water , and plants." **Agricultural Handbook No. 413**. Washington , D.C. : U.S. Dept. of Agriculture.

Wolley , J.T. ; G.P. Hicks and R.H. Hageman. 1960. " Rapid determination of nitrate and nitrite in plant material. **Agri. Food Chem**. 8 : 481-482.

"Nitrate Levels In Vegetables" 2546[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
http://health.ivillage.com/eating/ewproduce/0,,3vzv,00.html

"Nitrate And Nitrite" 2548[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm#2.1

"Nitrate in Food Commodities of Vegetable Origin and The Total Diet in Belgium" 2536 [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http://users.ugent.be/~hvanbost/labo/publications/MAN12_94.HTML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

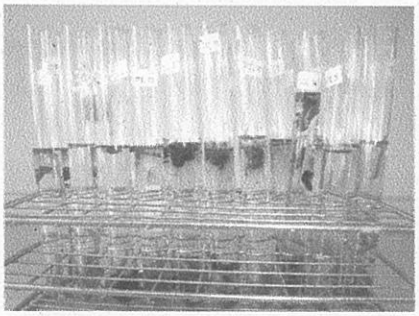
ภาคผนวก (ก)

ภาพประกอบการทดลอง

ภาพที่ 1 ตัวอย่างผักบางส่วนที่นำมาทดลอง

ภาพที่ 2 การวัดปริมาณไนเตรทด้วย Nitrate Strip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

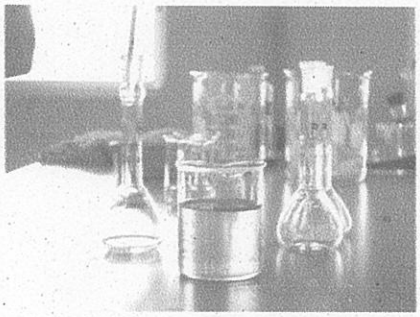


ภาพที่ 3 สารละลายที่ได้หลังจากเข้า water bath 70 °C เป็นเวลา 10 นาที

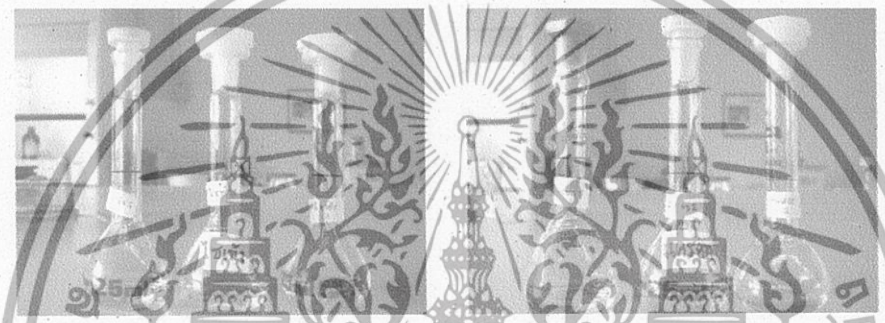
ภาพที่ 4 การกรองสารหลังจากทำการเจือจาง 50 ml

ภาพที่ 5 สารละลายที่ได้จากการกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



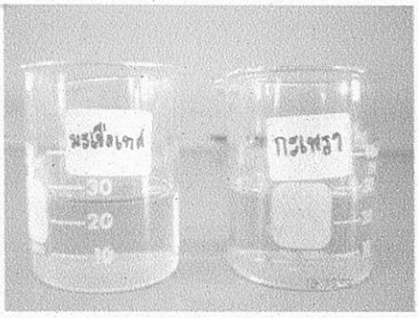
ภาพที่ 6 การดูดสารละลายที่กรองแล้วมา 4 ml



ภาพที่ 7 สารละลายที่ทำการเติม 20% acetic acid 9 ml แล้ว

ภาพที่ 8 ตัวอย่างที่ทำการปรับปริมาตรเป็น 25 ml เรียบร้อยแล้วก่อนเข้าเครื่อง centrifuge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

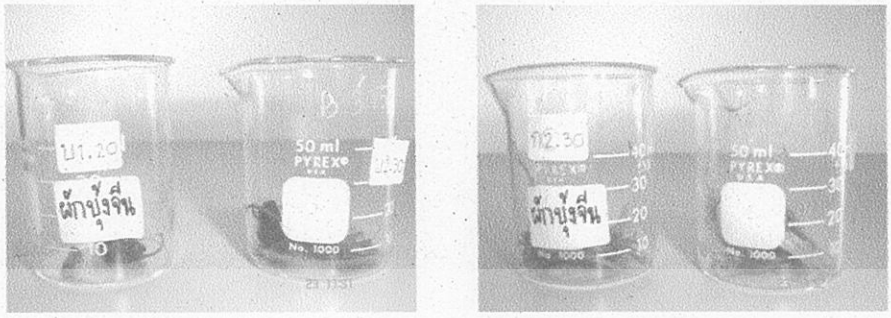


ภาพที่ 9 สารละลายใสที่ผ่านการ centrifuge มาแล้ว

ภาพที่ 10 การวัดค่าความยาวคลื่นแสงหาค่า %T

ภาพที่ 11 ผักแยกส่วนก้านและใบที่ทำการวัดไนเตรทด้วย nitrate strip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 ตัวอย่างผักที่บดแล้วหลังการต้ม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ข)

ขั้นตอนการคำนวณปริมาณไนเตรทจากค่า Transmittance

1. นำค่า %Transmittance ที่หาได้นำไป take log จะได้ค่าเป็น LOG % Transmittance
2. ได้ค่า LOG % Transmittance นำไปหาค่าความเข้มข้นของไนเตรทจาก Standard Curve โดยจะทำการคำนวณจากสมการเส้นแนวโน้ม กราฟที่ได้จาก Standard Curve มีสมการคือ $Y = -0.0047X + 1.9928$ และได้ค่า $R^2 = 0.9269$
3. จาก Standard Curve จะได้ความเข้มข้นในหน่วย ppm (g/ml) ในสารละลายตัวอย่าง 25 ml. ทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณไนเตรทในสารละลายตัวอย่าง 25 ml.

   สารละลาย 10^6 มิลลิลิตร มีปริมาณไนเตรท M กรัม

   สารละลาย 25 มิลลิลิตร มีปริมาณไนเตรท $M \times 25 / 10^6 = N$ กรัม
4. คำนวณปริมาณไนเตรทที่มีในน้ำหนักผักตัวอย่าง (0.4 g. ในทุกตัวอย่าง)

   ผัก 0.4 กรัม มีปริมาณไนเตรท N กรัม

   ผัก 1000 กรัม มีปริมาณไนเตรท $N \times 1000 / 0.4 = P$ กรัม $(P \times 1000) = Q$ มิลลิกรัม

   จะได้ปริมาณไนเตรทในหน่วย mg/kg (ตัวอย่าง)
5. นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีไปใช้ในการวิเคราะห์ต่างๆได้ และสามารถเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการใช้ nitrate strip ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ค)

ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท
โดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยให้ความร้อนที่ระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยให้ความร้อนที่ระยะเวลา 30 วินาที

ชนิดของผัก	% Transmittance				ปริมาณไนเตรท (mg)
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	ในตัวอย่างผัก 1 kg
ผักบุ้งจีน(ก)	60.4	58.8	58.1	59.10	2941.66
ผักบุ้งจีน(บ)	64.8	63.5	56.3	61.53	2708.64
ผักกาดขาว(ก)	76.8	76.0	80.6	77.80	1353.99
ผักกาดขาว(บ)	76.2	77.4	78.3	77.30	1391.23
ผักบุ้งไทย	88.4	81.0	91.1	86.83	719.59
มะเขือเปาะ	79.5	87.3	84.4	83.73	929.54

ตารางที่ 2 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยให้ความร้อนที่ระยะเวลา 120 วินาที

ชนิดของผัก	% Transmittance				ปริมาณไนเตรท (mg)
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	ในตัวอย่างผัก 1 kg
ผักบุ้งจีน(ก)	57.5	58.9	63.3	59.90	2864.01
ผักบุ้งจีน(บ)	82.5	56.5	61.2	66.73	2240.12
ผักกาดขาว(ก)	82.1	78.1	81.7	80.63	1147.41
ผักกาดขาว(บ)	81.4	75.6	77.1	78.03	1336.70
ผักบุ้งไทย	90.1	78.1	85.3	84.50	876.91
มะเขือเปาะ	79.6	75.9	78.4	77.97	1341.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยให้ความร้อนที่ระยะเวลา 300 วินาที

ชนิดของผัก	% Transmittance				ปริมาณไนเตรท (mg)
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	ในตัวอย่างผัก 1 kg
ผักบุ้งจีน(ก)	60.5	59.9	62.9	61.10	2749.45
ผักบุ้งจีน(บ)	64.1	59.2	57.6	60.30	2825.57
ผักกาดขาว(ก)	85.5	81.4	86.8	84.57	872.35
ผักกาดขาว(บ)	87.0	67.5	79.3	77.93	1344.11
ผักบุ้งไทย	76.9	80.0	85.3	80.73	1140.25
มะเขือเปาะ	78.6	88.6	81.2	82.80	994.28

ตารางที่ 4 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยให้ความร้อนที่ระยะเวลา 600 วินาที

ชนิดของผัก	% Transmittance				ปริมาณไนเตรท (mg)
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	ในตัวอย่างผัก 1 kg
ผักบุ้งจีน(ก)	71.9	62.9	76.9	70.57	1917.56
ผักบุ้งจีน(บ)	57.0	69.3	62.9	63.07	2566.49
ผักกาดขาว(ก)	79.6	89.7	87.9	85.73	793.22
ผักกาดขาว(บ)	78.0	84.8	72.0	78.27	1319.46
ผักบุ้งไทย	81.2	80.9	85.4	82.50	1015.24
มะเขือเปาะ	76.3	86.2	89.3	83.93	915.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยให้ความร้อนที่ระยะเวลา 1200 วินาที

ชนิดของผัก	% Transmittance				ปริมาณไนเตรท (mg)
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	ในตัวอย่างผัก 1 kg
ผักบุ้งจีน(ก)	71.7	58.7	75.0	68.47	2092.03
ผักบุ้งจีน(บ)	63.2	58.7	77.3	66.40	2269.04
ผักกาดขาว(ก)	80.4	89.7	86.6	85.57	804.46
ผักกาดขาว(บ)	76.2	85.0	85.5	82.23	1033.94
ผักบุ้งไทย	89.0	84.3	76.2	83.17	968.76
มะเขือเปาะ	79.4	82.6	83.4	81.80	1064.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวปวีณา แสงหิรัญวัฒนา เกิดเมื่อวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2526 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสายน้ำผึ้ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร และปริญญาตรีจาก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวศิมนัส นิกูลกาญจน์ เกิดเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชวินิต มัธยม จังหวัดกรุงเทพมหานคร และปริญญาตรีจาก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวสุภาพร ศิริงาม เกิดเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสายน้ำผึ้ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร และปริญญาตรีจาก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้