2121

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของฤดูกาลที่มีต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัด Red Oak และ Green Oak ที่ปลูกในระบบโดยไม่ใช้ดิน

Seasoning variation on nitrate content of Red Oak and Green Oak as grow in hydroponic system

T099596

โดย

นาย สมพร เย็นฉ่ำ

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2548

ปฐพี
ส 264ผ
2548

เลขหมู่
เลขทะเบียน 99596
วัน.เดือน.ปี 16 Jun 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของฤดูกาลที่มีต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัด Red Oak และ Green Oak
ที่ปลูกในระบบโดยไม่ใช้ดิน

Seasoning variation on nitrate content of Red Oak and Green Oak
as grow in hydroponic system

โดย

นาย สมพร เย็นฉ่ำ

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผศ. ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา
วันที่ 10 เดือน พ.ค. พ.ศ. 49

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)
หัวหน้าภาควิชาปฐพี
วันที่ 15 เดือน พ.ค. พ.ศ. 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	ผลของฤดูกาลที่มีต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัด Red Oak และ Green Oak ที่ปลูกในระบบโดยไม่ใช้ดิน
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ	Seasoning variation on nitrate content of Red Oak and Green Oak as grow in hydroponic system
โดย	นาย สมพร เย็นฉ่ำ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ภาควิชา	ปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล

ทำการเก็บผักสลัด เรดโอ๊ค(Red Oak) และ กรีนโอ๊ค(Green Oak) ในฤดูกาลต่างๆ จากฟาร์มที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินจำนวน 3 ฟาร์ม เพื่อศึกษาถึงผลของฤดูกาลที่มีต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัดทั้ง 2 ชนิดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยฤดูกาลในการเก็บเกี่ยว 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว(กุมภาพันธ์), ฤดูร้อน (เมษายน) และ ฤดูฝน (กันยายน) และ ปัจจัยระบบการปลูกพืช 3 ระบบ คือ ระบบ NFT ในโรงเรือน (ฟาร์ม G), ระบบ NFT กลางแจ้ง (ฟาร์ม S) และ ระบบ DFT (ฟาร์ม F) รวมเป็น 9 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ พบว่า ผักที่เก็บในฤดูฝน และ ฤดูหนาว มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงไม่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากผักที่เก็บในช่วงฤดูร้อน และ พบว่า ผักที่เก็บในฤดูหนาว มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดและโดยมวลแห้งมากกว่าผักที่เก็บในช่วงฤดูอื่น ส่วนผักสลัดที่เก็บมาจากฟาร์มต่างๆ นั้นพบว่า ผักที่เก็บจากฟาร์ม G มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงสุด ซึ่งแตกต่างจากผักชนิดเดียวกันที่เก็บจากฟาร์มอื่น และพบว่า ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดและความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของผักจากฟาร์ม S นั้น มีค่าสูงที่สุด เมื่อเทียบกับผักที่เก็บจากฟาร์มอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ ผศ. ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล อาจารย์ประจำภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาวิชาความรู้ต่างๆ ตลอดเวลา และให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ สมเกียรติ สีสนอง ที่เอื้อเฟื้อคอมพิวเตอร์ห้องระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่างๆ ตลอดจนแนวคิด คำปรึกษา คำแนะนำอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อและครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา และขอขอบคุณคุณสมจิตร มั่งนาคที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณรุ่นพี่ปริญญาโทที่ช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลองในการทดลอง และให้คำปรึกษา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาปฐพีรุ่น 18 ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังในการทำปัญหาพิเศษให้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

นายสมพร เย็นฉ่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีทดลอง	13
ผลการทดลอง	15
วิจารณ์ผลการทดลอง	26
สรุปผลการทดลอง	27
เอกสารอ้างอิง	28

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	16
2	ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	17
3	ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	18
4	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	20
5	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด กรีนโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	21
6	ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่ เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกันของฟาร์มต่างๆ	22
7	ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	23
8	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของผักสลัด กรีนโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยว ในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	16
2	ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยว ในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	17
3	ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์ม	18
4	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของผักสลัด เรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	20
5	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด กรีนโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยว ในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	21
6	ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยว ในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	22
7	ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยว ในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	23
8	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของผักสลัด กรีนโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของฤดูกาลที่มีต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัด Red Oak และ Green Oak ที่ปลูกในระบบโดยไม่ใช้ดิน

Seasoning variation on nitrate content of Red Oak and Green Oak as grow in hydroponic system

คำนำ

ในปัจจุบันคนไทยมีการตื่นตัวและหันมาดูแลสุขภาพกันมากขึ้น ซึ่งการบริโภคผักนั้นนับเป็นแหล่งที่สำคัญของวิตามินและเกลือแร่ต่างๆที่จำเป็นต่อร่างกาย ช่วยเสริมสร้างร่างกายให้มีสุขภาพที่ดีและแข็งแรง สำหรับผักสลัดเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการบริโภคผักและกำลังเป็นที่นิยม ซึ่งผักสลัดมีทั้งที่ปลูกบนดิน และปลูกโดยระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งในการปลูกผักสลัดในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้น พบว่าผักมีแนวโน้มของการสะสมไนเตรทสูงกว่าการปลูกผักสลัดบนดิน (Schonbeck, 1988) ทั้งนี้เนื่องจากรากพืชมีโอกาสสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารพืชตลอดเวลา หากบริโภคอาหารที่มีไนเตรทเข้าไปสะสมในร่างกายมากจนเกินไปไนเตรทอาจจะเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์และไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (ยงยุทธ, 2543) ในเด็กทารกหากรับไนเตรทเข้าไปมากอาจก่อให้เกิดโรคเมทาโมโกลบินีเมีย หรือ โรคบลูเบบี้ (Blue baby sydrome) (ดิเรก, 2547) ซึ่งในธรรมชาติกระบวนการเจริญเติบโตของพืชทั้งที่ปลูกบนดินหรือปลูกโดยไม่ใช้ดินนั้นเมื่อพืชได้รับไนเตรทเข้าไปแล้วจะไม่สะสมไนเตรทไว้นาน ไนเตรทจะถูกเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ต่างๆ ในพืชมาเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเป็นแอมโมเนียและกรดอะมิโนต่อไป (ยงยุทธ, 2546) สำหรับปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อปริมาณการสะสมของไนเตรทของพืชนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช, อายุพืช, ฤดูกาลปลูก และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับพืช อีกทั้งสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นการขาดน้ำ, อุณหภูมิของอากาศสูง หรือแสงแดดที่ไม่เพียงพอก็สามารถชักนำให้เกิดการสะสมของไนเตรตได้ (ธรรมศักดิ์ และคณะ, 2544) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาผลของฤดูกาลที่มีต่อการสะสมปริมาณไนเตรทของผักสลัด Red Oak (RO) และ Green Oak (GO) ที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงฤดูกาลต่างๆ ว่ามีผลกระทบต่อการสะสมของไนเตรทในผักสลัด Red Oak (RO) และ Green Oak (GO) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ไนเตรท (NO_3^-) เป็นรูปหนึ่งของธาตุไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช ที่นิยมใช้ผสมในสารละลายธาตุอาหารให้กับพืชที่ปลูกแบบไม่ใช้ดิน ซึ่งปริมาณไนโตรเจนในสารละลายธาตุอาหารต้องมีในปริมาณที่เหมาะสมไม่น้อยเกินไปจนพืชแสดงอาการขาดหรือมากเกินไปจนเกิดการสะสมของไนเตรท สำหรับข้อบังคับของค่าระดับสูงสุดของไนเตรทที่ยอมรับได้ในแต่ละประเทศจะแตกต่างกันไป เช่น ปวยเหล็ง (Spinach) ในสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ที่ 3,600 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด ขณะที่เนเธอแลนด์ 3,000 มก. ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด และรัสเซียที่ 2,100 มก.ไนเตรท/กก. น้ำหนักสด ส่วนในผักที่รับประทานใบ เนเธอแลนด์ และ ออสเตรียกำหนดปริมาณไนเตรทสูงสุดเท่ากันที่ 4,500 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด ขณะที่เยอรมนีกำหนดไว้ที่ 3,000 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด ส่วนในผักสลัด สหภาพยุโรปได้กำหนดไว้ที่ 3,000 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด (ดิเรก, 2547) Table beet ในสวิสเซอร์แลนด์กำหนดว่าจะต้องไม่เกิน 2,500 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด (Kunsch et al., 1986) ผลเสียของไนเตรทเมื่อร่างกายได้รับเข้าไปในปริมาณมากนั้นนอกจากจะเปลี่ยนไปเป็น ไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งแล้ว (ยงยุทธ, 2543) ยังพบว่าอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเด็กทารก เนื่องจากไนไตรท์จะขัดขวางการพาออกซิเจนของฮีโมโกลบินในเลือด กล่าวคือ เมื่อไนไตรท์ถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดแล้วจะเข้าจับกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจนเกิดเป็นสารประกอบสีน้ำเงินจะทำให้เด็กตัวเขียวคล้ำ ขาดอากาศหายใจ และอาจตายในที่สุด อาการเช่นนี้เรียกว่า โรคบลูเบบี้ (Blue baby syndrome) หรือ เมทิโมโกลบิเนเมีย (Methemoglobinemia) อย่างไรก็ตาม การที่มนุษย์จะได้รับผลเสียจากไนเตรทนั้น จะต้องบริโภคไนเตรทเข้าไปในปริมาณมากจนถึงขีดอันตราย ซึ่งมนุษย์มีโอกาสที่จะได้รับไนเตรทจากพืชน้อยกว่าการได้รับจากการบริโภคอาหารที่มีการใช้ไนเตรทและ
ไนไตรท์เป็นสารเติมแต่งเช่น แหนม ไส้กรอก เป็นต้น (ดิเรก, 2547) นอกจากไนเตรทส่งผลต่อปัญหาด้านสุขภาพแล้วยังส่งผลต่อปัญหาด้านอุตสาหกรรมการบรรจุเป็นอาหารกระป๋องอีกด้วย กล่าวคือ ผักและผลไม้ที่ไนเตรทสูง เมื่อบรรจุเป็นอาหารกระป๋องจะทำให้ผิวเคลือบดีบุกภายในกระป๋องเป็นสีดำ ซึ่งโรงงานสับปะรดกระป๋องได้กำหนดให้มีไนเตรทได้ไม่เกิน 25 มก./กก. (ยงยุทธ, 2543)

การสะสมไนเตรทในผัก

ในพืชชั้นสูงทั่วไป ผักนับว่าเป็นพืชที่การสะสมไนเตรทมากที่สุด (Maynard and Baker, 1972; Maynard *et al.*, 1972) อย่างไรก็ตาม ผักแต่ละชนิดมีความสามารถในการสะสมไนเตรท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากผักแต่ละชนิด มีความสามารถในการดูดไนเตรทจากดินต่างกัน และประสิทธิภาพของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการรีดักชันไนเตรทก็ต่างกันด้วย โดยทั่วไปผักที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหาร เช่น ผักโขม ผักกาดหอม ผักกาดเขียว ผักคะน้า มักจะมีความเข้มข้นของไนเตรทมากกว่าผักที่ใช้ส่วนของรากหรือผลเป็นอาหาร เช่น แครอท มะเขือเทศ และพวกลำต้นใต้ดิน เช่น หอม มันฝรั่ง (Jackson *et al.* , 1967) แต่ผักใช้รากเป็นอาหารบางชนิด เช่น แรดิช และผักกาดหัว สะสมไนเตรทได้ดี Maynard and Barker (1972) ได้วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในผักสดจากตลาดในเมือง Amherst มลรัฐ Massachusettes ในปี ค.ศ. 1970 ได้ผลดังนี้

แผ่นใบ (leaves)

กะหล่ำปลี (cabbage)	165	ppm (น้ำหนักสด)
ผักกาดหอม (lettuce)	170	ppm (น้ำหนักสด)
ผักโขม (spinach)	524	ppm (น้ำหนักสด)

ก้านใบ (petioles)

คื่นช่าย (celery)	535	ppm (น้ำหนักสด)

ราก (roots)

หัวผักกาด (beets)	600	ppm (น้ำหนักสด)
แครอท (carrot)	32	ppm (น้ำหนักสด)
มันเทศ (sweet potato)	0	ppm (น้ำหนักสด)
แรดิช (radish)	402	ppm (น้ำหนักสด)

ผล (fruits)

ถั่ว (bean)	75	ppm (น้ำหนักสด)
มะเขือเทศ (tomato)	20	ppm (น้ำหนักสด)

ลำต้นใต้ดิน (underground stems)

หอม (onion)	14	ppm (น้ำหนักสด)
มันฝรั่ง (potato)	42	ppm (น้ำหนักสด)

จะเห็นว่าผักที่ใช้ใบ และก้านใบเป็นอาหารจะมีความเข้มข้นของไนเตรทสูงสุด ส่วนผักประเภทผลจะมีต่ำสุด ค่าเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับพันธุ์พืช (cultivar) ที่ได้เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ แหล่งของผัก วิธีการสุ่ม ตลอดจนวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

สำหรับการสะสมไนเตรทในผักนั้น มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการสะสมของไนเตรท โดยในทวีปยุโรปและประเทศอเมริกาได้มีการศึกษาถึงปัจจัยของการสะสมของไนเตรทในผักพบว่า แสง พันธุ์ของพืช และการให้ปุ๋ยไนโตรเจน มีผลต่อการสะสมของไนเตรทในผัก (Muramoto, 1999; Schonbeck, 1988) นอกจากนี้ยังพบว่า การมีอากาศร้อนและแสงแดดจัดหรือความเข้มของแสงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีชั่วโมงของแสงที่ยาว นาน จะทำให้ไม่มีการสะสมของไนเตรทในพืช โดยการตกค้างของไนเตรทมักจะเกิดกับพืชที่ปลูกในโรงเรือนในประเทศที่มีฤดูหนาวที่หนาวจัด มีแสงแดดน้อยหรือมีท้องฟ้าที่มืดครึ้ม 2-3 สัปดาห์ติดต่อกัน (Radojevic and Bashkin, 1999) ในประเทศจีนมีการวิจัยที่เมืองนานกิง พบว่า มีปริมาณไนเตรทค่อนข้างสูงในผักบางชนิดเช่น ผักกาดหอมต้น (Stem lettuce) คื่นช่าย หัวผักกาด และ Pak-choi (Weimin et al., 1998) ในทางตะวันออกเฉียงเหนือของยุโรปพบว่า ฤดูหนาวมีผลทำให้ใบผักสลัด สามารถสะสมไนเตรทได้ มากกว่า 6,000 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด (Van der boon et al., 1990) ซึ่งมากกว่าค่าสูงสุดที่สหภาพยุโรปได้กำหนดไว้คือ 3,000 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด (Scharpf, 1999 *อ้างโดย* Muramoto, 1999) สำหรับในประเทศไทยเริ่มทำการสำรวจ ปริมาณไนเตรทในผักสลัด เก็บผักที่วางจำหน่ายในท้องตลาดจาก 3 ช่วงฤดูกาลเพาะปลูก พบว่ามีค่าสูงเกินค่าสูงสุดที่สหภาพยุโรปยอมรับได้จำนวนร้อยละ 27, 81, 81 สำหรับฤดูฝน, ฤดูหนาว, ฤดูร้อน ตามลำดับ (ธรรมศักดิ์ และคณะ, 2545) ขณะที่ปริมาณไนเตรทที่สะสมใน Watercress (*Nasturtium officinale*) ที่ปลูกในระบบปลูกพืชแบบ DFT (Deep Flow Technique) พบว่ามีค่าเฉลี่ยของการสะสมไนเตรทอยู่ในช่วง 748-1,222 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด (มนัชญา, 2546) ในประเทศเยอรมนีได้มีการศึกษาถึงการสะสมไนเตรทใน Table beet ซึ่งปลูกในดิน พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทคือ พันธุ์ของพืช วันหว่าน และการให้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยวันหว่านหลังจากเดือนมิถุนายนส่งผลให้ไนเตรทเพิ่มขึ้น 3,027 มก.ไนเตรท/กก.น้ำหนักสด และการเพิ่มอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนก็มีผลทำให้การสะสมไนเตรทเพิ่มมากขึ้นด้วย (Feller and Fink, 2004)

เมื่อทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสะสมของไนเตรท แล้วทำให้สามารถหาแนวทางในการลดปริมาณไนเตรทที่ตกค้างในพืชซึ่งอาจทำได้ดังนี้ 1) การลดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชลง เช่น ลดลงเหลือ 1ใน 4 ของการให้ความเข้มข้นตามปกติก่อนการเก็บเกี่ยว 1สัปดาห์ 2) อย่าให้สารละลายธาตุอาหารพืชขาดโมลิบดินัม เพราะจะทำให้ความสามารถในการทำงานเพื่อลดการสะสมของไนเตรทของพืชลดลง 3) การจัดการแสง ให้พืชได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ หรือลดการพรางแสงก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ เพราะเอนไซน์ไนเตรทรีดักเตรสจะถูกกระตุ้นด้วยแสงแดดให้เอนไซน์ทำงาน (ดิเรก, 2547)

ปัจจัยที่มีต่อการสะสมไนเตรทในพืช

การสะสมไนเตรทของพืชนั้นโดยทั่วไปแล้ว จะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวกับตัวพืช และขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่พืชนั้นเจริญอยู่ ซึ่งปัจจัยต่างๆ มี ดังนี้

ชนิดพืช นอกจากพืชผักแล้ว พืชอาหารสัตว์บางชนิดก็สะสมไนเตรทได้ดี เช่น หญ้าทิโมธี (thimothy) หญ้าไรน์ (ryegrass) (Wright and Davison, 1964) แต่ธัญญพืชมีไนเตรทสะสมอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก (McNamara *et al.*, 1971; Viets and Hageman, 1971) ในบรรดาผักด้วยกัน พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักประเภทที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหาร เช่น ผักโขม ผักกาดหอม มีปริมาณไนเตรทสะสมมากกว่าผักที่ใช้หัวและรากเป็นอาหาร เช่น แครอท (carrot) หอม (onion) (Brown and Smith, 1966; Maynard and Barker, 1972; Terman *et al.*, 1976) นอกจากนี้ในพืชชนิดเดียวกัน (species) แต่ต่างพันธุ์ (variety) ก็มีการสะสมไนเตรทต่างกัน แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก (Barker and Maynard, 1972; Maynard and Barker, 1974) Barker *et al* (1974) ทำการทดลอง พบว่า ผักโขม (spinach, *Spinacia oleracea* L.) ประเภท smooth-leaf พันธุ์ Taftegard และ Northland มีปริมาณไนเตรทต่ำกว่าพวก savoy-leaf พันธุ์ Winter Bloomsdale ความแตกต่างในการสะสมไนเตรทนี้จะเห็นได้ชัดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในระดับต่ำ ดังนั้นนักวิจัยจึงใช้พวก savoy-leaf ซึ่งมักจะสะสมไนเตรทต่ำกว่าพวกอื่นในการคัดเลือกพันธุ์ผักโขม เพื่อให้มีการสะสมไนเตรทต่ำ (Barker *et al.*, 1974) สาเหตุที่พืชมีความสามารถในการสะสมไนเตรทในปริมาณที่แตกต่างกันนี้ยังไม่อาจบอกได้อย่างแน่นอน (Maynard *et al.*, 1972) ส่วนหนึ่งอาจมาจากเอนไซม์สำคัญบางตัวที่ร่วมในขบวนการเปลี่ยนไนเตรทจนกลายเป็นโปรตีน เช่น ไนเตรทรีดักเทสในพืชแต่ละชนิดมีกิจกรรม (activity) แตกต่างกัน (Keeney, 1970) นอกจากนี้ในพืชบางชนิดที่ส่วนของรากมีกิจกรรมของไนเตรทรีดักเทสสูง ไนโตรเจนที่เคลื่อนย้ายจากรากไปยังลำต้นจะอยู่ในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) มากกว่าพืชที่มีกิจกรรมของเอนไซม์ในระดับต่ำ (Maynard and Barker, 1972)

ส่วนของพืช ไนเตรทจะกระจายไปตามส่วนต่างๆ ของพืชแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส่วนต่างๆ ของพืชพบว่า ในลำต้นโดยเฉพาะก้านใบมีไนเตรทมากที่สุด (Pect *et al.*, 1971) รองลงมาคือรากและแผ่นใบ ตามลำดับ (Wright and Davison, 1964)

อายุของพืช โดยทั่วไปความเข้มข้นของไนเตรทในพืชจะมีมากในช่วงต้นและช่วงกลางๆของการเจริญเติบโต และค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ (Brown and Smith, 1966) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในช่วงที่พืชกำลังสร้างเมล็ดและผลนั้น ไนเตรทบางส่วนจะเคลื่อนย้ายจากลำต้นและใบไปยังส่วนของผลเพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อส่วนนั้น และในขณะที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่ความสามารถของดินที่จะให้ไนโตรเจนแก่พืชก็จะลดตามไปด้วย ฉะนั้นพืชจึงใช้ไนเตรทจากส่วนที่ตกค้างตามส่วนต่างๆของพืชนั้นเองทำให้ความเข้มข้นของไนเตรทในขณะที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่มีน้อยลงไป (Wright and Davison, 1964; George *et al.*, 1971) นอกจากนี้ Sorensen (Wright and Davison, 1964) พบว่าในพืชต้นเดียวกันใบที่อยู่นอกสุดและแก่กว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ต่ำสุด แต่จะมีไนเตรทในปริมาณสูงที่สุด เขาได้อธิบายว่าเป็นเพราะส่วนที่แก่กว่านั้นขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) เป็นไปอย่างช้า ทำให้เหลือไนเตรทตกค้างอยู่มาก

ปุ๋ยไนโตรเจน ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มเติมให้แก่ดินนั้น เป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งต่อการสะสมไนเตรทในพืช (Breniman *et al.*, 1961; Brown and Smith, 1966; Regan *et al.*, 1968;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maynard and Barker, 1972; Canliffe, 1973b) Pect *et al.* (1971) พบว่าการให้ปุ๋ยแอมโมเนียไนเตรทและยูเรียในอัตราที่สูงขึ้น จะทำให้ปริมาณไนเตรทในหัวผักกาดชนิดหนึ่ง (Table beet) สูงขึ้นด้วย

วิธีการใส่ปุ๋ย ก็มีผลต่อการสะสมไนเตรทในพืชด้วย Barker *et al.* (1971) ได้ชี้ให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยแก่ผักโขมโดยการหว่านก่อนปลูก มีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนเตรทในใบมีมากกว่าการให้ปุ๋ยในอัตราเดียวกัน โดยการแบ่งใส่ก่อนที่จะมีการปลูก และใส่ในขณะที่พืชนั้นกำลังเจริญเติบโต แต่การใส่ปุ๋ยโดยวิธีหลังก็อาจจะทำให้มีการสะสมไนเตรทเพิ่มมากขึ้นได้ตามระยะเวลาที่พืชนั้นยังคงอยู่ในดิน กล่าวคือ พืชที่ปลูกในดินที่มีปริมาณไนเตรทมากพอได้นานเท่าไร โอกาสที่พืชจะสะสมไนเตรทก็มีมากเท่านั้น (Pect *et al.*, 1971)

อิทธิพลของธาตุอื่นๆ ต่อการสะสมไนเตรทในพืช ได้แก่ 1.) ฟอสฟอรัส ปริมาณฟอสฟอรัสในดินไม่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในพืช โดยเฉพาะพวกผัก (Brown and Smith, 1966; Maynard *et al.*, 1972; Barker and Maynard, 1972) แต่จากการทดลองของ Hills *et al.*, (1970) พบว่าการขาดธาตุฟอสฟอรัสในหัวผักกาดหวาน (sugar beet) ทำให้พืชดูดไนเตรทในอัตราที่ต่ำลง สำหรับพืชที่ปลูกในน้ำนาที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูง มีแนวโน้มที่จะดูดไนเตรทได้น้อยลง (Wright and Davison, 1964; Osawa and Lorenz, 1976) 2.) กำมะถัน พบว่าการขาดธาตุกำมะถันมีความเกี่ยวข้องกับการสะสมไนเตรทในพืช ทั้งนี้เพราะว่ากำมะถันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ เอนไซม์ที่ใช้ในขบวนการรีดักชั่น (reduction) ของไนเตรทในพืช ดังนั้นการขาดธาตุกำมะถันทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวลดลง ผลต่อ เนื่องที่ตามมาก็คือ มีการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อพืชมากขึ้น (Maynard *et al.*, 1972) 3.) โพแทสเซียม โดยทั่วไปเมื่อพืชดูดธาตุโพแทสเซียมมากขึ้นจะส่งเสริมให้มีการดูดไนเตรทในปริมาณที่มากตามไปด้วย Cantiliffe (1973) พบว่านอกจากไนโตรเจนแล้วโพแทสเซียมมีส่วนทำให้พืชสะสมไนเตรทมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อพืชดูดธาตุโพแทสเซียมมากขึ้นและการดูดไนเตรทของพืชจะสูงขึ้นแล้ว ยังผลให้เกิดความสมดุลของประจุไฟฟ้าในพืชนั้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อใช้โพแทสเซียมไนเตรท การเคลื่อนย้ายไนเตรทจากรากไปยังส่วนยอดจะดีกว่าเมื่อใช้แคลเซียมไนเตรท (Minotti *et al.*, 1968) อย่างไรก็ตาม ในผักส่วนใหญ่การขาดโพแทสเซียมไม่มีผลกระทบต่อการสะสมไนเตรทมากนัก (Brown and Smith, 1966) 4.) แคลเซียมมีอิทธิพลต่อการดูดไนเตรทของรากพืช และอาจมีผลกระทบต่อขบวนการรีดิวส์ไนเตรทด้วย นอกจากนี้รากพืชที่ขาดแคลเซียมมักไม่ค่อยเจริญเติบโตและดูดไนเตรทจากดินได้อย่างจำกัด (Wadleigh and shire, 1939) สำหรับแมกนีเซียมนั้นยังไม่มีหลักฐานที่บ่งชี้ถึงอิทธิพลของธาตุนี้ ต่อระดับไนเตรทของพืช

5.) โมลิบดินัมและแมงกานีส เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการทำงานของ nitrate reductase (Evans and Hall, 1955; Viets and Hageman, 1971; Hewitt, 1975; Merkel *et al.*, 1975) พืชที่ขาดโมลิบดินัมอาจสะสมไนเตรทถึง 3% ของน้ำหนังแห้ง 6.) คลอไรด์จัดเป็นอิออนประจุลบ ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดไนเต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รทของรากพืช ถ้าหากสารละลายของดินมีคลอไรด์พอประมาณ การดูดไนเตรทก็จะลดน้อยลง (Nightingale, 1948)

ความแห้งแล้งและอุณหภูมิ Cantiliffe (1972 a) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการสะสมของไนเตรทในผักโขม พบว่าในช่วงที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 5 ^{0}C ถึง 25 ^{0}C ปริมาณไนเตรทในส่วนเหนือดินของผักโขมจะเพิ่มขึ้นตามลำดับไม่ว่าพืชนั้นจะได้รับปุ๋ยไนโตรเจนหรือไม่ก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า การสะสมไนเตรทในกรณีที่มีการเพิ่มปุ๋ยจะเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดแม้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย กล่าวคือพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลยมีไนเตรทในเนื้อเยื่อสูงขึ้นหากเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่า 15 ^{0}C เมื่อใส่ปุ๋ย 50 mgN / ดิน 1 kg พืชที่ได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 10 ^{0}C จะสะสมไนเตรทมากขึ้น และเมื่อใส่ปุ๋ย 200 mgN / ดิน 1 kg พืชจะเพิ่มการสะสมไนเตรทเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 5 ^{0}C เท่านั้น Frota and Tucker (1972) พบว่าการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมจากรากไปยังส่วนยอดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 8 ^{0}C ถึง 23 ^{0}C แต่สำหรับไนเตรทจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 18 ^{0}C โดยทั่วไปในสภาพแวดล้อมที่แล้ง (drought) ประกอบกับมีอุณหภูมิสูงจะช่วยให้พืชสะสมไนเตรทมากขึ้น (Bassioni , 1971) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าไนเตรทรีดักเทสไม่ทำงานหรือทำงานช้าลง ขบวนการเมตะบอลิซึมของไนเตรทจึงลดลง (Viets and Hageman, 1971) ถึงแม้ว่าความชื้นจะมีผลอย่างมากต่อการดูดธาตุอาหารและความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช (Bates, 1971) แต่ในสภาวะที่มีความแห้งแล้งเกิดขึ้นหากดินมีธาตุอาหารพอสมควร และพืชยังไม่ขาดน้ำก็ยังคงดูดและเคลื่อนย้ายไนเตรทได้มาก (Viets and Hageman, 1971) เพราะในสภาวะดังกล่าวดินมักมีความเข้มข้นของไนเตรทสูงกว่าปกติ

ความเข้มข้นของแสง แสงมีผลกระทบโดยอ้อมกับการสะสมไนเตรทในพืช เพราะว่าแสงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของไนเตรทรีดักเทส (Viets and Hageman, 1971; Maynard and Barker, 1972) เอนไซม์นี้จะมีกิจกรรมช้าลงหรือไม่ทำงานเมื่อพืชอยู่ในที่มืด (Maynard *et al.*, 1972) ถ้าประกอบกับขณะนั้นอุณหภูมิลดต่ำลงก็ยิ่งทำให้กิจกรรมของเอนไซม์นี้ลดลง ในสภาวะเช่นนี้ไนเตรทในพืชก็จะถูกนำไปใช้น้อยลงด้วย (Bates, 1971; Ryan *et al.*, 1972) Cantiliffe (1972 b) ทำการทดลองปลูกผักโขมโดยให้ความเข้มข้นของแสงที่ระดับ 600 1,600 3,500 ft-c ก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ปรากฏว่าพืชที่ได้รับความเข้มแสงเพียง 600 ft-c สะสมไนเตรทมากที่สุด ดังนั้นถ้าต้องการปลูกผักโขมให้มีปริมาณไนเตรทต่ำๆ ควรปลูกในที่ที่มีความเข้มแสงสูง และให้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่สูงนักเพียงพอที่จะไม่ทำให้พืชขาดไนโตรเจนเท่านั้น (Denum, 1971) การทดลองกับมะเขือเทศก็เช่นเดียวกัน หากพืชเจริญเติบโตได้ในที่ที่อุณหภูมิสูง ความเข้มของแสงต่ำและได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูง พืชดังกล่าวจะมีไนเตรทสูงขึ้นและไนโตรเจนทั้งหมดก็จะสูงขึ้นด้วย (Hoff and Wilcox, 1970) นอกจากความเข้มของแสงแล้ว ชนิดของแสงก็มีผลกระทบต่อการดูดไนเตรทจากดิน จากการศึกษาของ Sasakawa and Yamamoto (1979) โดยการนำต้นกล้าของข้าวที่เก็บไว้ในที่มืดเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา 6 ชั่วโมงมารับแสงสีแดง (red) ฟาร์เรด (farred) และแสงสีน้ำเงิน (blue) ปรากฏว่าใน 5 นาทีแรกหลังจากได้รับแสง การดูดไนเตรทจะไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อทิ้งไว้ในสภาพดังกล่าวเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แสงสีแดงทำให้ต้นกล้าของข้าวมีการดูดไนเตรทสูงขึ้น แต่แสงฟาร์เรดและแสงสีน้ำเงินไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างไร นอกจากนี้การบังเงาให้ผลเช่นเดียวกับการลดความเข้มแสง ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมของไนเตรทรีดักเทส จะมีความสัมพันธ์ในทางกลับกันกับความเข้มของแสงที่ใบพืชได้รับ ดังนั้นจึงพบว่า ปริมาณไนเตรทในพืชมีแนวโน้มสูงขึ้นในวันที่มีเมฆครึ้มหรือมีความเข้มของแสงต่ำ Hageman and Flesher (1960) กล่าวว่าข้าวโพดที่ปลูกในเรือนทดลองที่มีการบังแสงนั้น กิจกรรมของไนเตรทรีดักเทสในพืชจะลดลงเป็นสัดส่วนกับการเพิ่มการบังเงา นอกจากนี้ข้าวโพดที่ปลูกในที่ที่มีการบังเงา 35% จะมีปริมาณไนเตรทมากกว่ากรณีไม่มีการบังเงาถึงสองเท่า และปริมาณไนเตรทจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมีการบังเงาเพิ่มขึ้นถึง 70, 80 หรือ 90% (Knipmeyer *et al.*, 1962)

เวลาในช่วงวัน ในช่วงวันหนึ่ง ๆ ตั้งแต่พระอาทิตย์ขึ้นจนกระทั่งตก ปริมาณไนเตรทในพืชมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Maynard and Barker, 1972) ทั้งนี้เพราะว่าอุณหภูมิและความเข้มข้นของแสงในช่วงวันดังกล่าว มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอในตอนเช้าอุณหภูมิต่ำความเข้มของแสงน้อย ในช่วงนี้จะมีปริมาณไนเตรทในพืชสูง ส่วนในเวลากลางวันรวมทั้งตอนบ่ายความเข้มข้นของไนเตรทจะต่ำกว่าตอนเช้า Cantiliffe (1972 c) พบว่าในใบของผักโขมที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยในอัตรา 90 kg N / ไร่ จะมีความเข้มข้นของไนเตรทลดลงตามลำดับนับจากเวลา 6.00 น ถึง 18.00 น ดังนั้นการควบคุมความเข้มข้นของไนเตรทในผลผลิตที่เก็บเกี่ยวจากไร่นาวิธีหนึ่ง คือ เก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงบ่าย (Maynard and Barker, 1972) นอกจากนี้ช่วงแสงที่พืชได้รับ (photoperiod) ก็ยังมีผลต่อความเข้มข้นของไนเตรทในพืชด้วย (Cantliffe, 1972 c)

อันตรายจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนสารไนเตรท

การบริโภคผักหรืออาหารอื่นๆ ที่มีการสะสมของสารไนเตรท สามารถทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตของผู้บริโภคได้ (งานสารพิษ, 2531) สารไนเตรทเมื่อเข้าสู่กระเพาะอาหาร บางส่วนจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสารไนไตรท์ ในขบวนการ Nitrate reduction ที่สามารถเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพอับอากาศ สารไนไตรท์สามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด ไปทำปฏิกิริยากับเม็ดโลหิตโดยกระบวนการ oxidation เปลี่ยนแปลงเม็ดโลหิตจาก Haemoglobin ให้กลายเป็น Methaemoglobin ซึ่งไม่มีคุณสมบัติในการรับและนำพาออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ในร่างกายหากมีปริมาณ Methaemoglobin มากกว่า 20 % ของ Haemoglobin ทั้งหมด ผู้ป่วยจะมีอาการไม่สบายเนื่องจากการขาดออกซิเจนอย่างเห็นได้ชัด มีอาการตัวเขียว อ่อนเพลีย หายใจหอบถี่ ปวดศีรษะ หัวใจเต้นแรง และมีจังหวะเร็วกว่าปกติ เป็นต้น โดยเฉพาะในเด็กทารกจะอ่อนแอต่อการขาดออกซิเจนนี้ ทำให้เกิดอาการของโรคที่เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Methaemoglobinemia หรือ Blue Baby Syndrome เนื้อตัว ผิวหนัง และปากเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำ จนถึงเสียชีวิตได้ (Maynard and Barker, 1972)

ผู้ใหญ่จะมีความต้านทานต่อความเป็นพิษของไนเตรทเมื่อเข้าสู่ร่างกายได้มากกว่าทารก เมื่อได้รับไนเตรทในอัตราส่วนน้ำหนักต่อร่างกายที่เท่ากัน (วุฒิพงษ์, 2546) เนื่องจากในเม็ดเลือดแดงของผู้ใหญ่มีเอนไซม์ชนิดหนึ่งคือ เอนเอดีเอช-เมธฮีโมโกลบินรีดักเทส (NADH-Methaemoglobin reductase) ซึ่งสามารถเปลี่ยน Methaemoglobinให้กลับคืนมาเป็น Haemoglobinอย่างเดิมได้ นอกจากนี้ในเด็กทารกมีความเป็นกรดในกระเพาะอาหารต่ำมีผลให้จุลินทรีย์ที่มีเอนไซม์ซึ่งสามารถรีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตรท์เจริญเติบโตได้ดี (งานสารพิษ, 2531) ซึ่งต่างจากผู้ใหญ่สามารถเปลี่ยนไนไตรท์กลับเป็นไนเตรท แล้วขับถ่ายออกไปได้ (Burt, 1993) มาตรฐานความเป็นพิษในผู้ใหญ่น้ำหนัก 70 kg กำหนดให้รับสารไนเตรทได้ไม่เกิน 0.7-1.0 g (Maynard and Barker, 1972) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผู้ใหญ่จะมีความต้านทานมากกว่าทารก หากมีการบริโภคติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้ร่างกายเกิดความอ่อนแอ กระบวนการเจริญเติบโตของร่างกายลดลง มีโอกาสขาดวิตามินเอ และเป็นโรคคอพอก (Phillips, 1971)

นอกจากนี้ไนเตรทที่เข้าสู่ร่างกายยังสามารถทำให้เกิดอันตรายในรูปแบบอื่นได้อีก คือ สารไนเตรทหรือไนไตรท์ อาจจะทำปฏิกิริยารวมตัวกับอาหาร หรือ เอมีน (amines) เกิดเป็นสารประกอบไนโตรซามีน (nitrosamine) ซึ่งมีรายงานว่าเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogenic)(Archer and Wishnok, 1973)

ข้อกำหนดเกี่ยวกับปริมาณไนเตรทในอาหาร

คณะกรรมการวิทยาศาสตร์เพื่ออาหารของสหภาพยุโรป (European Commission's Scientific Committee for food) ได้กำหนดค่าที่ยอมรับได้สำหรับปริมาณไนเตรทว่า ผู้บริโภคสามารถบริโภคไนเตรทได้อย่างปลอดภัย (Acceptable Daily Intake หรือ ADI) อยู่ที่ 3.65 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักของคนเป็นกิโลกรัม หรือประมาณ 2.9 มิลลิกรัมต่อวันต่อคนที่มีนำหนัก 60 กิโลกรัม (ดิเรก, 2547) ขณะที่ Maynard and Baker (1972) กล่าวถึงมาตรฐานความเป็นพิษในผู้ใหญ่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม กำหนดให้รับสารไนเตรทได้ไม่เกิน 0.7-1.0 กรัม

ประเทศไทยมีการกำหนดมาตรการทางกฎหมาย สำหรับปริมาณไนเตรทในน้ำดังนี้ คือ น้ำดื่ม (กำหนดมาตรฐานไว้ที่ 4 มก.ไนเตรท-ไนโตรเจน/ลิตร) ในน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค (45 มิลลิกรัมไนเตรท /ลิตร) และในน้ำผิวดิน (5 มก.ไนเตรท - ไนโตรเจน /ลิตร) สำหรับปริมาณ ไนเตรทในอาหารนั้น มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข กำหนดให้มีไนเตรทในอาหารได้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ส่วนไนไตรท์ ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม /กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหภาพโซเวียต ได้กำหนดปริมาณไนเตรทสูงสุดที่ยอมรับให้มีในผักชนิดต่างๆ ดังนี้ มันฝรั่ง 45 มิลลิกรัม /กิโลกรัม กะหล่ำ 160 มิลลิกรัม /กิโลกรัม แตงกวา 160 มิลลิกรัม /กิโลกรัม บีท 1800 มิลลิกรัม /กิโลกรัม แครอท 415 มิลลิกรัม /กิโลกรัม และปริมาณสูงสุดอาจเพิ่มเป็น 2 เท่าได้ หากมีการต้มผัก เนื่องจากไนเตรทบางส่วนจากพืชไปอยู่ในน้ำที่ต้ม และได้กำหนดปริมาณไนเตรทที่ยอมรับได้ใน 1 วัน (maximun allowable) สำหรับมนุษย์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ขณะที่ FAO/WHO ได้กำหนดปริมาณโซเดียมไนไตรท์ และปริมาณโปตัสเซียมไนไตรท์ ที่ร่างกายรับได้ในแต่ละวัน (ADI) ไม่ควรเกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 มิลลิกรัม (งานสารพิษ, 2531)

การจัดการเกี่ยวกับการลดการสะสมของไนเตรท

การตกค้างของไนเตรทสามารถเกิดได้ทั้งผักที่ปลูกโดยใช้ดินหรือไม่ใช้ดิน ซึ่งปกติแล้วประเทศที่มีแสงแดดจัดทั้งวัน ไม่น่าจะมีปัญหาเรื่องความเป็นพิษของไนเตรทจากพืช เหมือนจากผลิตภัณฑ์สัตว์ การปฏิบัติเพื่อลดการตกค้างของไนเตรทของผู้ผลิตในประเทศที่มีอากาศหนาวจัดอาจสามารถทำได้ดังนี้

การลดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชลง เช่นลดลงเหลือ 1 ใน 4 ของการให้ตามปกติก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์

ไม่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชขาดธาตุโมลิบดีนัม ให้พืชได้รับธาตุอาหารอื่นๆ อย่างพอเพียงโดยเฉพาะ "โมลิบดีนัม" เนื่องจากโมลิบดีนัมเป็นธาตุที่ช่วย (หรือโคแฟคเตอร์) ในการทำงานของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตรส ดังนั้นอย่าให้พืชขาดธาตุโมลิบดีนัม เพราะจะทำให้ความสามารถในการทำงานเพื่อลดการสะสมของไนเตรทของพืชลดลง

การจัดการแสง ให้พืชได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่หรือลดการพลางแสงก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ เพราะเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตรสจะถูกกระตุ้นด้วยแสงแดดให้เอนไซม์ทำงาน

การลดความเข้มข้นของสารละลาย และการให้น้ำแทนการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ถ้ายังไม่มั่นใจผลจากการปฏิบัติทั้ง 3 ข้อข้างต้นก็อาจ 1) ลดความเข้มข้นของสารละลายลงในสัปดาห์สุดท้ายและ 2) ให้น้ำเปล่าหรือน้ำประปาแทนการให้สารละลายก่อนเก็บเกี่ยว 1-2 วันดังเช่นผู้ผลิตในบางประเทศของยุโรปและในประเทศญี่ปุ่นนิยมปฏิบัติกัน แต่ถ้าใช้หลักการนี้กับการปลูกแคนตาลูปอาจทำให้ความหวานลดลงได้ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาจึงเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยงานวิจัยรองรับ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics หรือ Soiless culture) เป็นเทคนิคการปลูกพืชในตัวกลางที่ไม่ใช้ดิน พืชอาจเจริญเติบโตในอากาศ ที่มีการควบคุมความชื้นให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของราก หรืออาจจะปลูกในน้ำที่มีสารละลายธาตุอาหารผสมอยู่ ซึ่งมีการไหลเวียนของ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปเผยแพร่ ดัดแปลง ทำซ้ำ ให้ยืม ให้เช่า หรือจำหน่ายเพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศเหมาะสม หรือปลูกในวัสดุผสมอื่นที่ไม่มีการปนเปื้อนของดิน ซึ่งระบบนี้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างรวดเร็วและแน่นอน เช่น สามารถควบคุมปริมาณธาตุอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง และยังเป็นการป้องกันปัญหาแมลงศัตรูพืชและเชื้อโรคที่ปนมากับดิน (อิทธิสุนทร, 2538; โสระยา, 2544; Schwarz, 1995)

ระบบ NFT (Nutrient Film Technique) เป็นระบบที่สารละลายธาตุอาหารพืชมีการหมุนเวียน ซึ่งมีหลักการทำงานอย่างง่ายๆ คือสารละลายธาตุอาหารพืช จะไหลผ่านรากพืชในลักษณะคล้ายแผ่นฟิล์มบางๆ โดยที่รากพืชจะได้รับสารอาหารและออกซิเจนที่ช่วยในการหายใจของพืชโดยตรง อย่างเต็มที่ การไหลเวียนของน้ำ จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสมสำหรับปลูกพืชกินใบได้หลายชนิด เช่น ผักสลัดพันธุ์ต่างประเทศ อย่างเช่น Green Oak, Red Oak, Red Coral, Frillice Iceberg

ระบบ DFT (Deep Flow Technique) เป็นระบบที่มีการให้สารละลายธาตุอาหารพืชแบบหมุนเวียนโดยระดับสารละลายธาตุอาหารที่หมุนเวียนนั้นลึกประมาณ 5 - 10 เซนติเมตร รากพืชจะจุ่มในสารละลายธาตุอาหารที่ไหลอย่างช้าๆ เพื่อเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับรากพืชสามารถลดระดับน้ำให้น้อยลง ช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยระบบนี้จะเหมาะสำหรับปลูกผักเอเชียประเภทกินใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT จำนวน 2 ชนิด คือ Red Oak และ Green Oak

2. เครื่อง Spectrophotometer

3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์พืชทางเคมี

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลโดยประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัย ฤดูกาลในการเก็บเกี่ยว 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว(ธันวาคม 2548), ฤดูร้อน (เมษายน 2548) และ ฤดูฝน (กันยายน 2548) และ ปัจจัยระบบการปลูกพืช 3 ระบบ คือ ระบบ NFT ในโรงเรือน (ฟาร์ม G), ระบบ NFT กลางแจ้ง (ฟาร์ม S) และ ระบบ DFT (ฟาร์ม F) รวมเป็น 9 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้พืชทดสอบจำนวน 2 ชนิด คือ เรดโอ๊ค (Red Oak) และ กรีนโอ๊ค (Green Oak)

1. สุ่มเก็บตัวอย่างผักสลัด Red Oak, Green Oak ที่ปลูกแบบไม่ใช้ดิน โดยแบ่งเก็บตัวอย่างผักเป็น 3 ช่วงฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว(ธันวาคม 2548), ฤดูร้อน (เมษายน 2548) และ ฤดูฝน (กันยายน 2548) และในแต่ละฤดูกาลจะทำการเก็บผัก จากฟาร์มผู้ผลิตจำนวน 3 ราย คือ ฟาร์มที่ปลูกด้วยระบบระบบ NFT (Nutrient Film Technique) ในโรงเรือน, ระบบ NFT กลางแจ้ง และ ระบบ DFT (Deep Flow Technique) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท

2. ตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บมานั้นจะถูกรวบรวมและเก็บใส่ในภาชนะที่มีอุณหภูมิต่ำระหว่างขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเมื่อถึงห้องปฏิบัติการแล้วนำตัวอย่างพืชมาชั่งหาน้ำหนักสด แล้วล้างด้วยน้ำก๊อกและน้ำกลั่นจากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษแล้วจึงนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง (หลังจากอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส) และนำค่าที่ได้ไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

3. วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในตัวอย่างพืช โดยวิธีของ Cataldo et al., (1975) หลังสกัดตัวอย่างพืชด้วยน้ำกลั่นโดยแต่ละตัวอย่างจะทำการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งมีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้คือ นำสารละลายที่สกัดได้ไปทำปฏิกิริยากับ 5 % Salicylic ใน Conc. Sulfuric (W/V) จากนั้นทำให้สารละลายมีปฏิกิริยาเป็นด่างโดย 4 M NaOH แล้วนำวัดค่าการดูดกลืนด้วยSpectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำค่าวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทที่ได้ ไปวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของข้อมูล Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลในทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS (Statistical Analysis System)

สถานที่ทำการทดลอง

ฟาร์มปลูกผักของเกษตรกรในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร และห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระหว่างเดือน มีนาคม พ.ศ. 2548 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการเปรียบเทียบผลของฤดูกาลที่มีต่อการสะสมไนเตรทในผักสลัด Red Oak และ Green Oak ที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังนี้

เรดโอ็ค

น้ำหนักสดต่อต้น (Fresh weight)

น้ำหนักสดต่อต้น (Fresh weight) ของผักสลัด เรดโอ็คจากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่1 และภาพที่1 พบว่า น้ำหนักสดต่อต้นของผักที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนมีค่าต่ำสุดคือ 60.2 กรัม/ ต้น ซึ่งแตกต่างจากผักที่เก็บในเดือนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยขณะที่เดือนกันยายน และ เดือนธันวาคม โดยมีค่าน้ำหนักสดต่อต้น 70.7, และ 70.6 กรัม / ต้น ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักสดต่อต้นของผักซึ่งเก็บมาจากแต่ละฟาร์มพบว่าผักที่เก็บเกี่ยวในฟาร์ม G มีค่าสูงสุดคือ 76.3 กรัม/ ต้น ซึ่งแตกต่างจากฟาร์มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่ฟาร์ม S และฟาร์มF มีค่าน้ำหนักสดต่อต้น 60.5 และ 64.7 กรัม / ต้น ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (% Dry matter)

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (% Dry matter) ของผักสลัด เรดโอ็คจากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่2 และภาพที่2 พบว่า เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนมีค่าสูงสุดคือ 5.28% ซึ่งแตกต่างจากผักที่เก็บในเดือนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยขณะที่เดือนกันยายน และ เดือนธันวาคม โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง 5.07, 5.05% ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักซึ่งเก็บมาจากแต่ละฟาร์มพบว่าผักที่เก็บเกี่ยวในฟาร์ม G มีค่าต่ำสุดคือ 4.75% ซึ่งแตกต่างจากฟาร์มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่ฟาร์ม S และ ฟาร์ม F มีค่าเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง 5.31 และ 5.34% ตามลำดับ

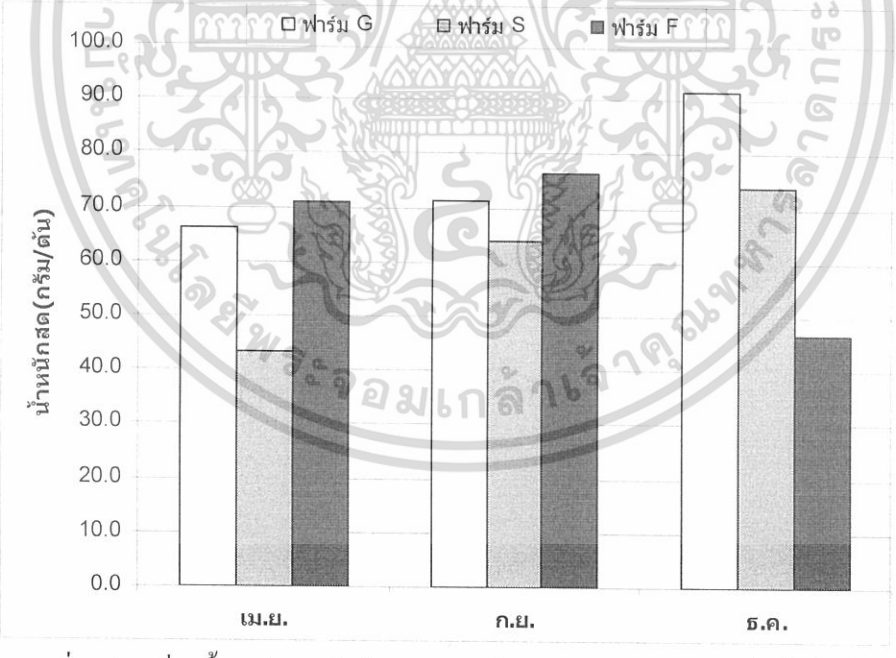
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (NO_3^- concentration in dry matter)

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (NO_3^- concentration in dry matter) ของผักสลัดเรดโอ็คจากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่3 และภาพที่3 พบว่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง ของผักที่เก็บเกี่ยวในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ โดยเดือนธันวาคมมีค่าสูงสุดคือ6.44%รองลงมาคือผักที่เก็บในเดือน เมษายน และกันยายนคือมีค่า 3.88 และ 4.62 % ส่วนความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของผักซึ่งเก็บมาจากแต่ละฟาร์มพบว่าผักที่เก็บเกี่ยวในฟาร์ม F มีค่าต่ำสุดคือ 4.25% ซึ่งแตกต่างจากฟาร์มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่ฟาร์ม G และ ฟาร์ม S มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง 5.09 และ 5.60% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม							
	ฟาร์ม G		ฟาร์ม S		ฟาร์ม F		เฉลี่ย	
เมษายน 2548	66.1		43.5		71.1		60.2	b
กันยายน 2548	71.4		64.1		76.6		70.7	a
ธันวาคม 2548	91.5		73.9		46.5		70.6	a
เฉลี่ย	76.3	a	60.5	b	64.7	b		

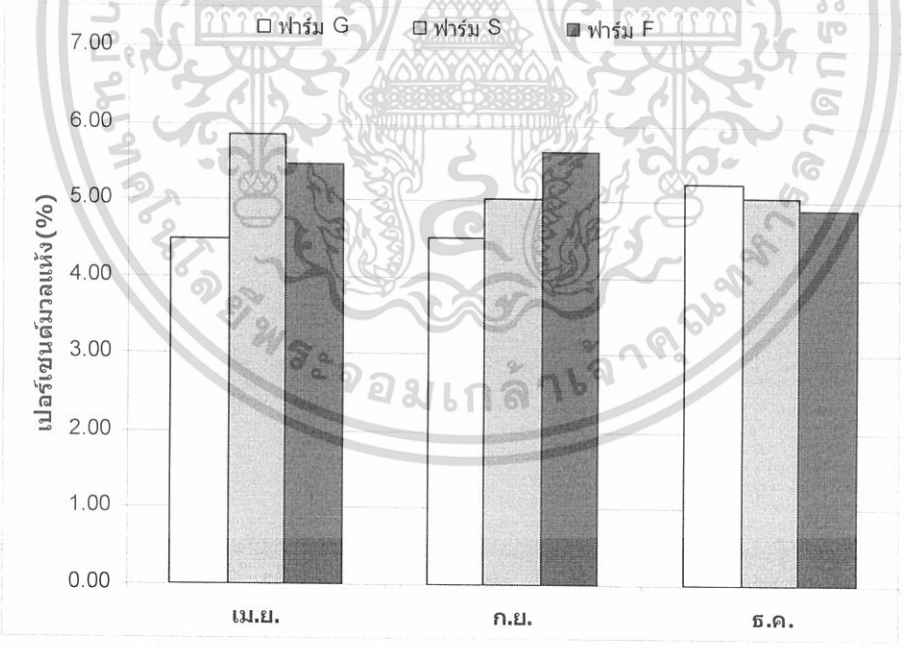


ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม							
	ฟาร์ม G		ฟาร์ม S		ฟาร์ม F		เฉลี่ย	
เมษายน 2548	4.49		5.86		5.48		5.28	a
กันยายน 2548	4.52		5.02		5.66		5.07	b
ธันวาคม 2548	5.23		5.05		4.89		5.05	b
เฉลี่ย	4.75	b	5.31	a	5.34	a		



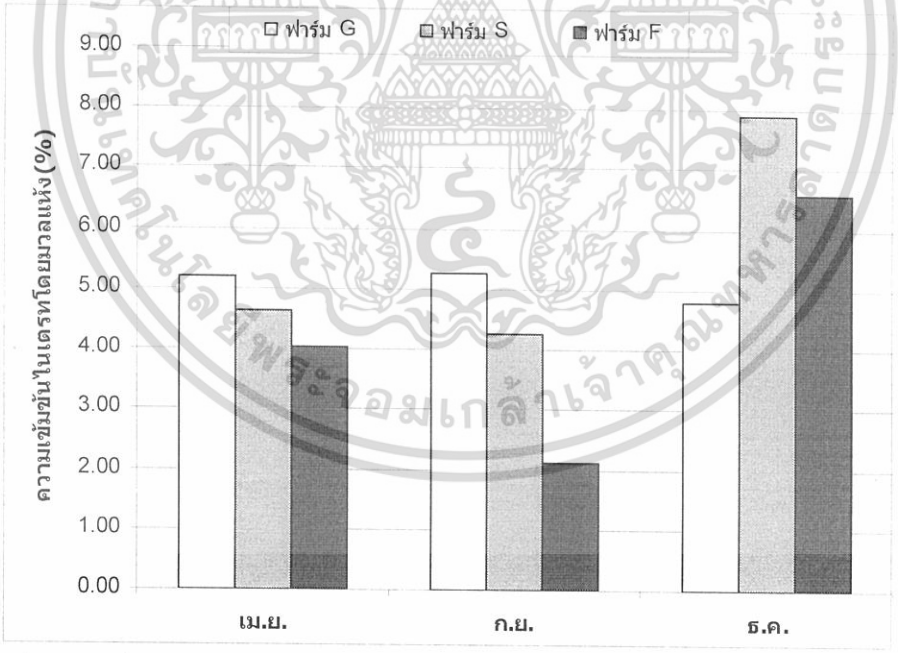
ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยว ในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99596

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม							
	ฟาร์ม G		ฟาร์ม S		ฟาร์ม F		เฉลี่ย	
เมษายน 2548	5.20		4.62		4.04		4.62	b
กันยายน 2548	5.27		4.27		2.11		3.88	c
ธันวาคม 2548	4.79		7.92		6.59		6.44	a
เฉลี่ย	5.09	a	5.60	a	4.25	b		



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (NO_3^- concentration in fresh matter)

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (NO_3^- concentration in fresh matter)ของผักสลัดเรดโอ๊คจากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่4 และภาพที่4 พบว่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักที่เก็บเกี่ยวในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ โดยเดือนธันวาคมมีค่าสูงสุดคือ 3237 มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัมมวลสด รองลงมาคือผักที่เก็บในเดือน เมษายน และกันยายนคือมีค่า 2418 และ1909 มิลลิกรัม NO_3^-/ กิโลกรัมมวลสด ส่วนความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักซึ่งเก็บมาจากแต่ละฟาร์มพบว่าผักที่เก็บจากฟาร์ม S มีค่าสูงสุดคือ 2,942 มิลลิกรัม NO_3^-/ กิโลกรัมมวลสด ซึ่งแตกต่างจาก ฟาร์มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่ฟาร์ม G และ F มีค่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด 2,411 และ 2,211 มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัมมวลสด ตามลำดับ

<u>กรีนโอ๊ค</u>

น้ำหนักสดต่อต้น (Fresh weight)

น้ำหนักสดต่อต้น (Fresh weight) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค จากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่5 และภาพที่5 พบว่า น้ำหนักสดต่อต้นของผักที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนมีค่าต่ำสุดคือ 54.1 กรัม / ต้น ซึ่งแตกต่างจากผักที่เก็บในเดือนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยขณะที่เดือนกันยายน และ เดือนธันวาคม โดยมีค่าน้ำหนักสดต่อต้น86.0 และ 82.3 กรัม / ต้น ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักสดต่อต้นของผักซึ่งเก็บมาจากแต่ละฟาร์มพบว่าผักที่เก็บเกี่ยวในฟาร์ม F มีค่าต่ำสุดคือ 54.1 กรัม / ต้น ซึ่งแตกต่างจากฟาร์มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่ฟาร์ม G และฟาร์ม S มีค่าน้ำหนักสดต่อต้น 83.3 และ 84.9 กรัม / ต้น ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (% Dry matter)

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (% Dry matter) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค จากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่6 และภาพที่6 พบว่า เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักที่เก็บในเดือนเมษายนมีค่าสูงสุดคือ 5.88 % ซึ่งแตกต่างจาก ผักที่เก็บในเดือนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่เดือนกันยายน และ เดือนธันวาคม มีค่าเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง 4.51 และ 4.67 % ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักที่เก็บมาจากแต่ละฟาร์มพบว่า ผักที่เก็บจากฟาร์ม F มีค่าสูงสุด คือ 5.59 กรัม/ต้น ซึ่งแตกต่างจาก ฟาร์มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่ฟาร์ม G และ S มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งต่อต้น 4.81 และ 4.65 %ตามลำดับ

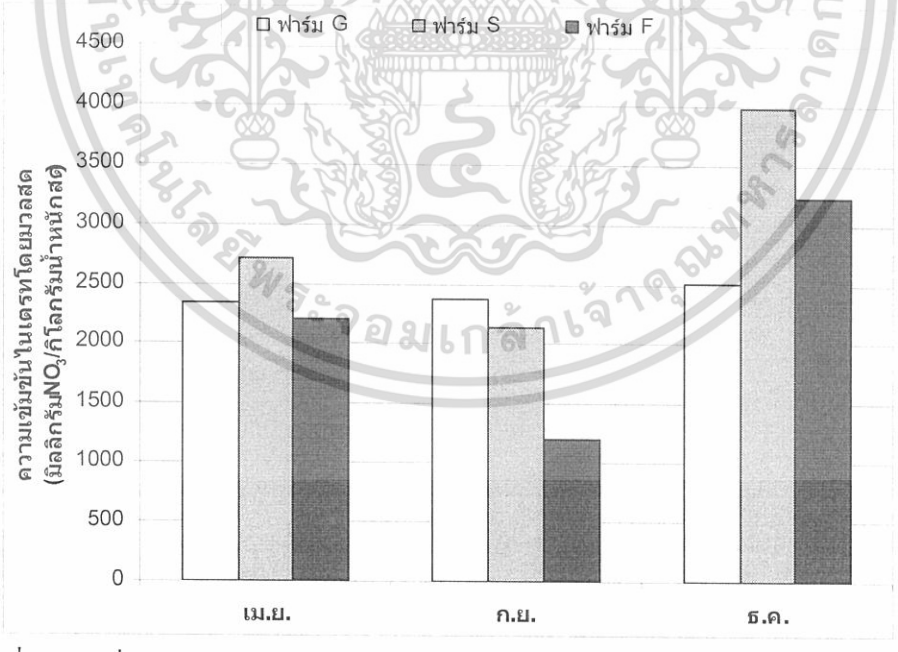
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (NO_3^- concentration in dry matter)

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (NO_3^- concentration in dry matter) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค จากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่7 และภาพที่7 พบว่าความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม							
	ฟาร์ม G		ฟาร์ม S		ฟาร์ม F		เฉลี่ย	
เมษายน 2548	2338		2706		2209		2418	b
กันยายน 2548	2379		2144		1202		1909	c
ธันวาคม 2548	2514		3977		3221		3237	a
เฉลี่ย	2411	b	2942	a	2211	b		



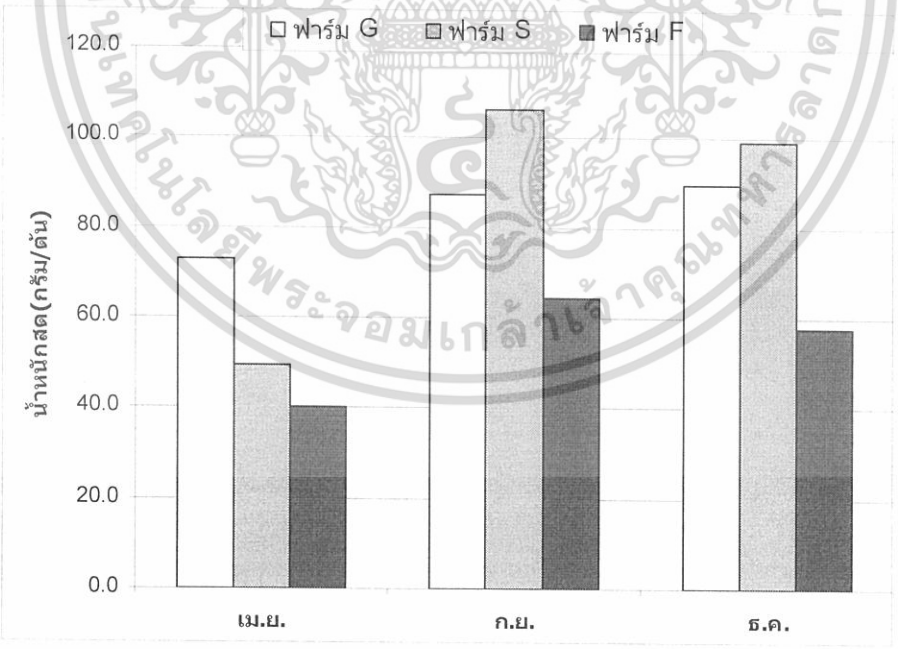
ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของผักสลัด เรดโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21121

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม G	ฟาร์ม S	ฟาร์ม F	เฉลี่ย
เมษายน 2548	72.9	49.2	40.1	54.1 b
กันยายน 2548	87.4	106.2	64.4	86.0 a
ธันวาคม 2548	89.7	99.4	57.7	82.3 a
เฉลี่ย	83.3 a	84.9 a	54.1 b	

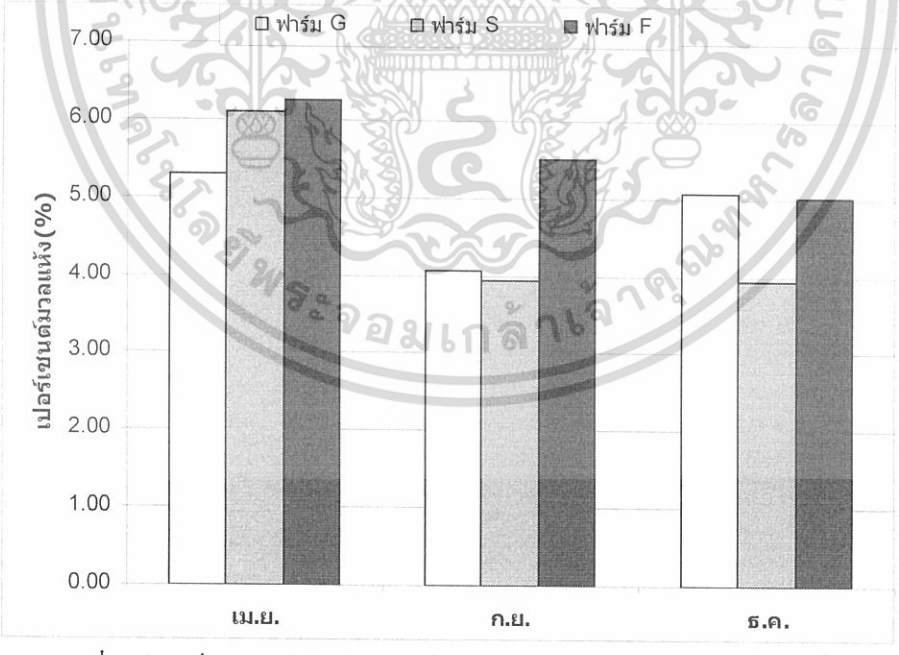


ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่อต้น (กรัม / ต้น) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ธนบุรี
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม							
	ฟาร์ม G		ฟาร์ม S		ฟาร์ม F		เฉลี่ย	
เมษายน 2548	5.30		6.09		6.25		5.88	a
กันยายน 2548	4.08		3.93		5.51		4.51	b
ธันวาคม 2548	5.07		3.94		5.01		4.67	b
เฉลี่ย	4.81	b	4.65	b	5.59	a		

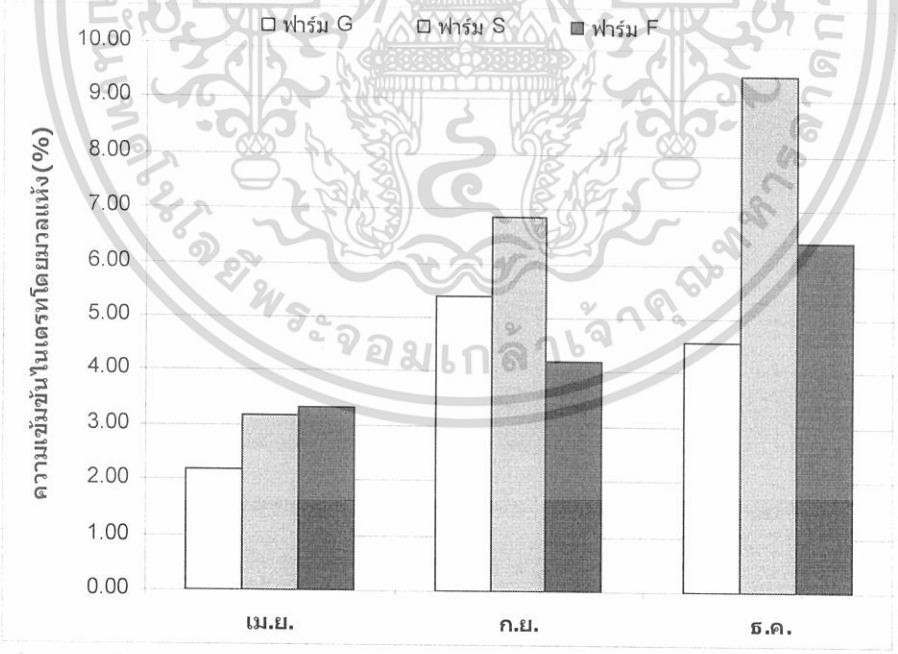


ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่เก็บเกี่ยว ในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม							
	ฟาร์ม G		ฟาร์ม S		ฟาร์ม F		เฉลี่ย	
เมษายน 2548	2.18		3.18		3.34		2.90	c
กันยายน 2548	5.38		6.87		4.20		5.49	b
ธันวาคม 2548	4.57		9.47		6.43		6.82	a
เฉลี่ย	4.04	b	6.50	a	4.66	b		



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง (%) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนเตรทโดยมวลแห้ง ของผักที่เก็บเกี่ยวในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ โดยเดือนธันวาคมมีค่าสูงสุดคือ 6.82 % รองลงมาคือผักที่เก็บในเดือน กันยายน และ เมษายน คือมีค่า 5.49 และ 2.90 % ส่วนความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของผักซึ่งเก็บมาจากแต่ละฟาร์มพบว่าผักที่เก็บเกี่ยวในฟาร์ม S มีค่าสูงสุดคือ 6.50 % ซึ่งแตกต่างจากฟาร์มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขณะที่ฟาร์ม G และฟาร์ม F มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง4.04 และ 4.66 % ตามลำดับ

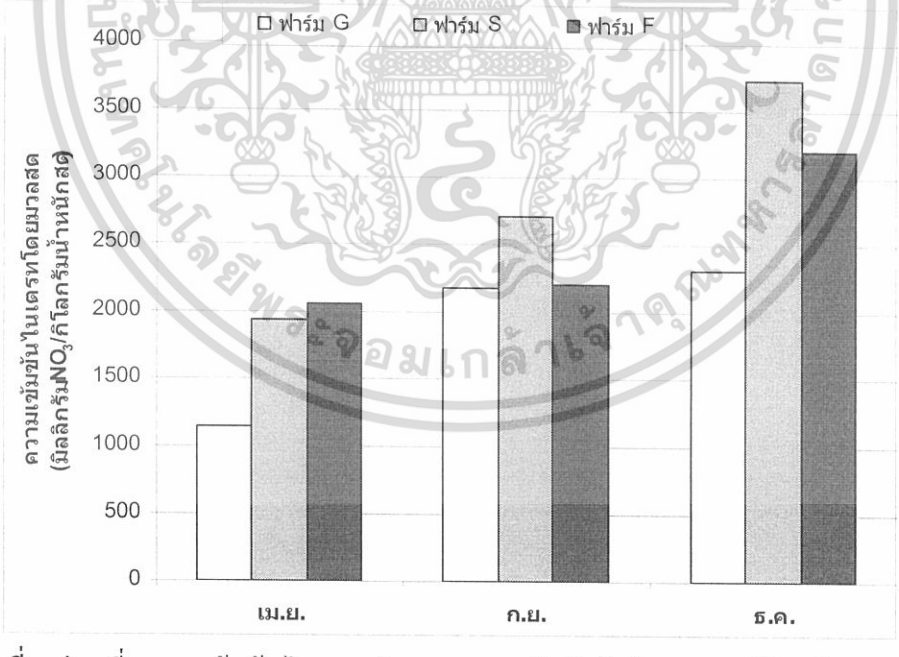
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (NO_3^- concentration in fresh matter)

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (NO_3^- concentration in fresh matter)ของผักกรีนโอ๊ค จากแต่ละฟาร์มที่เก็บเกี่ยวในเดือนต่างๆ แสดงในตารางที่8 และภาพที่8 พบว่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักที่เก็บเกี่ยวในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ โดยเดือนธันวาคมมีค่าสูงสุดคือ 3,079 มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัมมวลสด รองลงมาคือผักที่เก็บในเดือน กันยายน และเมษายน คือมีค่า 2,360 และ1,708 มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัมมวลสด ส่วนความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักซึ่งเก็บมาจากแต่ละฟาร์ม พบว่าผักที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฟาร์มมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟาร์ม S มีค่าสูงสุดคือ 2,787 มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัมมวลสด รองลงมาคือผักที่เก็บใน ฟาร์ม F และ ฟาร์ม G คือมีค่า 2,486 และ1,874 มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัมมวลสด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของผักสลัด กรีนโอ๊คที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

ฤดูกาล	ฟาร์ม					
	ฟาร์ม G		ฟาร์ม S	ฟาร์ม F	เฉลี่ย	
เมษายน 2548	1145		1929	2052	1708	c
กันยายน 2548	2174		2703	2203	2360	b
ธันวาคม 2548	2303		3730	3204	3079	a
เฉลี่ย	1874	c	2787 a	2486	b	



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัมไนเตรท / กิโลกรัมมวลสด) ของผักสลัด ฟรีเลย์ ที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน ของฟาร์มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของฤดูกาลที่มีต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัดเรดโอ๊ค(Red Oak)และกรีนโอ๊ค (Green Oak) ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เก็บจากฟาร์มต่างๆ พบว่าผักที่เก็บในฤดูฝนและฤดูหนาวมีน้ำหนักสดต่อต้นสูง ซึ่งแตกต่างจากผักที่เก็บในฤดูร้อน ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ผักสลัดนั้นจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอุณหภูมิที่ต่ำ เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ลดลง ทำให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจของราก สำหรับน้ำหนักสดต่อต้น ของผักสลัดที่เก็บมาจากฟาร์มต่างๆ พบว่าผักที่เก็บจากฟาร์ม G และ S ซึ่งปลูกด้วยระบบ NFT มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงสุด แตกต่างจากผักชนิดเดียวกันที่เก็บจากฟาร์ม F ซึ่งปลูกด้วยระบบ DFT ทั้งนี้เนื่องจากผักที่ปลูกในระบบ DFT นั้น มักมีปัญหามากเกี่ยวกับการขาด O_2 ได้ง่าย เนื่องจากรากแช่อยู่ในสารละลายที่ลึกและไม่ไหลเวียน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของฤดูกาลที่มีต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัดเรดโอ๊ค(Red Oak)และกรีนโอ๊ค (Green Oak) ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เก็บจากฟาร์มต่างๆ พบว่า ผักที่เก็บในฤดูฝน (กันยายน) มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงสุดซึ่งไม่แตกต่างจากผักที่เก็บในช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม)ส่วนผักที่เก็บจากในช่วงฤดูร้อน (เมษายน) พบว่ามีน้ำหนักสดต่อต้นน้อยที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ พบว่าผักที่เก็บในฤดูหนาว (ธันวาคม) มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดและโดยมวลแห้งมากกว่าผักที่เก็บในช่วงฤดูอื่น ส่วนผักสลัดที่เก็บมาจากฟาร์มต่างๆ นั้นพบว่า ผักที่เก็บจากฟาร์ม G มีแนวโน้มน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุด ซึ่งแตกต่างจากผักชนิดเดียวกันที่เก็บจากฟาร์มอื่น และพบว่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักและความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของผักจากฟาร์ม S นั้นมีค่าสูงสุด เมื่อเทียบกับผักที่เก็บจากฟาร์มอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

งานสารพิษ. 2531. ไนเตรท ไนไตรท์ และสารประกอบเอ็น-ไนโตรโซ. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : หลักการจัดการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจใน ประเทศไทย. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. ธรรมรักษ์การพิมพ์ ราชบุรี, 724 น.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, อัญชนีย์ อุทัยพัฒนา และ วุฒินิพงษ์ พิมพ์โคตร .2544. การสำรวจเบื้องต้นปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมปลูกโดยไม่ใช้ดินในฤดูต่างๆ น. 67-73. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มนัชญา รัตนโชติ. 2546. การงดสารละลายธาตุอาหารก่อนการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณการสะสมไนเตรทใน Watercress *(Nasturium offcinale)* และ Green Rose bush (*Alternanthera lehmannii* "E green") ที่ปลูกโดยระบบ Deep Flow Technique (DFT). วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. สาขาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี. 39 น.

โสระยา ร่วมรังสี 2544. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. โครงการตำรามหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.

อิทธิสุนทร นันทกิจ 2538. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน Hydroponic. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546. การเจริญเติบโต การสะสมไนเตรท และการลดไนเตรทก่อนการเก็บเกี่ยวในผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร. กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพืชสวน, สาขาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

Barker, A. V. and D. N. Maynard. 1972. Cation and nitrate accumulation in pea and cucumber plants as influenced by nitrogen nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:27-30.

Barker, A. V. , N. H. Pect and G. E. McDonald. 1971. Nitrate accumulation in vegetables. I. Spinach grown in upland soils. Agron. J. 63:126-129.

Barker, A. V. , D. N. Maynard and H. A. Mills. 1974. Variation in nitrate accumulation among spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99:132-134.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bassioni, N. H. 1971. Factors affecting critical nutrient concentration in plants and their evaluation: A review. Soil Science. 112: 116-130.

Bate, T. E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentration in plant and their evaluation: A Review. Soil Science. 112: 116-130.

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

Brown, J. R. and G. E. Smith. 1966. Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables. Agron. J. 58: 209-212.

Burt, T. P. 1993. Nitrate process,Patterns and Management. National Academy of Sciences, Washington, D. C., USA.

Cataldo, D.A., M. Haroon, L.E. Schrader and V.L. Youngs. 1975. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant Tissue by Nitration of Salicylic Acid. Commun. Soil Science and Plant Analysis 6(1):71-80.

Cantilffe, D. J. 1972a. Nitrate accumulation in spinach grown at difference temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 152-154.

_____. 1972b. Nitrate accumulation in spinach grown at difference light intensities. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 152-154.

_____. 1972c. Nitrate accumulation in vegetables crobs as affected by photoperiod and light duration. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 414-418.

_____. 1973. Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition and light intensity. Agron. J. 65: 563-565.

Denum, B. 1971. Climate, nitrogen and grass. 3. Some effects of light intensity on nitrogen metabolism. Neth. J. Agric. Sci. 19: 184-188.

Evans, H. J. and N. S. Hall. 1955. Association of molybdenum with nitrate reduction from soybean leaves. Science. 122: 922-923.

Feller, C. and M. fink. 2004. Nitrate Content, Soluble Solids Content, and Yield of Table Beet as Affected by Cultivar, Sowing Date and Nitrogen Supply. Hort. Sci. 39(6):1255-1259.

Frota, J. N. E. and T. C. Tucker. 1972. Temperature influence on ammonium and nitrate absorption by lettuce. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36: 97-100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

George, J. R. , C. L. Rhykerd and C. H. Noller. 1971. Effect of light intensity, temperature, nitrogen, and stage of growth on nitrate accumulation and dry matter production of sorghum sudangrass hybrid. Agro. J. 63: 413-415.

Hageman, R. H. and D. Flasher. 1960. Nitrate reductase activity in corn seedlings as affected by light and nitrate content of nutrient media. Plant Physiol. 35: 700-708.

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

Hills, F. J. , R. L. Sailsbery, A. Ulrich and K. M. Sipitanos. 1970. Effect of phosphorus on nitrate in sugar beet (*Belta vulgaric* L.). Agron. J. 62: 91-93.

Hoff, J. E.and G. E. Wilcox. 1970. Accumulation of nitrate in tomato fruit and its effect on detinning. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 92-94.

Jackson, W. A. , J. S. Steel and V. R. Boswell. 1967. Nitrates in edible vegetables and vegetable product. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90: 349-352.

Keeney, D. R. 1970. Nitrate in plant and water. J. of Milk and Food Teachnology. 33:425-432.

Knipmeyer, J. W. , R. H. Hageman, E. B. Early and R. D. Seif. 1962. Effect of light intensity on certain metabolites of the corn plant (*Zea mays* L.). Crop. Sci. 2: 1-5.

Kunsch, U., H. Scharer, and A. Temperli. 1986. Bestimmung von Nitrat in Frischgemuse und Wasser. Flugschrift 106 der Eidgenossischen Forschungsanstalt fur Obst-, Wein- und Gartenbau, Wadenswil, Switzerland

Maynard, D. N. , A. V. Barker, P. L. Minotti and N.H. Pect. 1972. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.

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

_____. 1974. Nitrate accumulation in spinach as influenced by leaf type. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 135-138.

Mcnamara, A. S. , L. A. Klepper and R. H. Hageman. 1971. Nitrate content of seeds of certain crop plants, vegetables, and weeds. J. Agr. Food Chem. 19: 540-542

Merkel, D. , H. H. Witt and A. Jungk. 1975. Effect of molybdenum on the cation-anion balance of tomato plant at different nitrogen nutrition. Plant and Soil. 42: 131-143.

Minotti, P. L. , D. C. Williams and W. A. Jackson. 1968. Nitrate uptake and reduction as effect by calcium and potassium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26: 1081-1082.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Muramoto J., 1999. Comparison of Nitrate Content in Leafy Vegetables from Oganic and Conventional Farms in California. Center for Agroecology and Sustainable Food System University of California, Santa Cruz.

Nightingale, G. T. 1948. The nitrogen nutrition of green plants. II. Bot. Rev. 15: 185-221.

Osawa, T. and O. A. Lorenz. 1967. Effect of nitrate and phosphorus level in nutrient solution on growth of vegetables crops. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 595-602.

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

Phillips, W. E. J. 1971. Natural occurring nitrate and nitrite in foods in relation to infant Methemoglobinemia. Fd. Cosmet. Toxical. 9:219-228.

Radojevic, M. and Baskin, V. 1999. Practical Enviromental Analysis. The Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Cambridge

Regan, W. S. , V. N. Lambeth, J. R. Brown and D. G. Blevins. 1968. Fertilization interrelationships on yield, nitrate and oxsalic acid content of spinach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 485-492.

Ryan, M. , W. F. Wedin and W. B. Bryan. 1972. Nitrate-N levels of perennial grasses as affected by time and level of nitrogen application. Agron. J. 64: 165-168.

Sasakawa, H. amd Y. Yamamoto. 1979. Effect of red, far red. And blue light on enhancement of nitrate reductase activity and on nitrate uptake in etiolate rice seedling. Plant Physiol. 63: 1098-1101.

Schonbeck M., 1998.3 Nitrate in Winter Greenhouse Leafy Vegetable. Article No.33, New Alchemy Quarterly Institute Inc., MA.

Terman, G. L. , J. C. Noggle and C. M. Hunt. 1976. Nitrate-N and total N concentration relationships in several plant species. Agron. J. 68: 556-560.

Van der Boon, J., J.W. Steenhuizen, and E.G. Steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci. 65:309-321.

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

Wadleigh, C. H. and J. W. Shire. 1939. Base content of complaints as ifluenced by pH of substrate And from of N supply. Soil Science 47:273-283.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Weimin Z., L. Shijun, G. Lihong, C. laibing, Z. Suping, H. Zhongyang and Z. Dabiao. 1998. Genetic Diversity of Nitrate Accumulation in Vegetable Crop. Acta Hort. (ISHS) 467:199-126.

Wright, M. J. and K. L. Davidson. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning n animals. Adv. Agron. 16: 197-247.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้