สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิต ปริมาณไนเตรต (NO_3) และไนไตรต์ (NO_2) ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ให้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

A Study of Production, Nitrate (NO_3) and Nitrite(NO_2) Remain in Green Kuang Futsol which was Treated with Various Rate of Urea Fertilizer

โดย

น.ส.น้ำค้าง บุญวงษ์

น.ส.น้ำอ้อย หมื่นสวัสดิ์

สพ.
ส5141ก
เลขหมู่ 2544
เลขทะเบียน 44418
วัน, เดือน, ปี 12 ส.ค. 2545

.b.....
.i.....

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิต ปริมาณไนเตรต (NO_3) และไนไตรต์ (NO_2) ในผักกาดเขียว กวางตุ้งที่ให้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

A Study of Production, Nitrate (NO_3) and Nitrite(NO_2) Remain in Green Kuang Futsol which was Treated with Various Rate of Urea Fertilizer

โดย

น.ส.น้ำค้าง บุญวงษ์

น.ส.น้ำอ้อย หมื่นสวัสดิ์

ได้รับพิจารณาโดย

.....

(รศ.ภัญชนา มีแก้วกุญชร)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.สมภพ ฐิตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 15 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	:	การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิต ปริมาณไนเตรต (NO_3) และไนไตรต์ (NO_2) ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ให้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน
โดย	:	น.ส.น้ำค้าง บุญวงษ์
		น.ส.น้ำอ้อย หมื่นสวัสดิ์
สาขา	:	เทคโนโลยีการผลิตพืช
ภาควิชา	:	พืชสวน
คณะ	:	เทคโนโลยีการเกษตร
		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	รศ.ภัญชนา มีแก้วกุญชร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	:	ผศ.ลักขณา อมรสิน

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณผลผลิต ปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ให้ปุ๋ยยูเรีย 30, 40 และ 50 กิโลกรัม/ไร่ และไม่ให้ปุ๋ยยูเรีย โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ผลปรากฏว่า การให้ปุ๋ยยูเรีย 40 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณผลผลิตต่อแปลงมากที่สุด คือ 1,275.00 กรัม/แปลง มีปริมาณไนเตรตสูงที่สุด คือ 4,786.40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนปริมาณไนไตรต์ที่ตรวจพบมากที่สุด คือผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ เท่ากับ 0.647 มิลลิกรัม/กิโลกรัม control ให้ผลผลิต ไนเตรต และไนไตรต์ต่ำที่สุด 1,052.50 กรัม/แปลง, 4,136.63 และ 0.285 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	A study of Production, Nitrate (NO_3) and Nitrite(NO_2) Remain in Green Kuang Futsol which was Treated with Various Rate of Urea Fertilizer
By	:	Miss Namkhang Boonwong
		Miss Namaoy Muensawat
Major	:	Horticulture
Department	:	Horticulture
Faculty	:	Agricultural Technology
		King Mongkut's Institute of Technology Chaokuntaham Ladkrabang
Advisor	:	Assoc.Prof.Punchana Maekaewkunchorn
Co-Advisor	:	Asst.Prof. Luckana Amonsin

Abstract

A study of production, nitrate and nitrite remain in Green kuang Futsol which was treated with urea fertilizer, 30, 40 and 50 kg/rai and not treated with fertilizer. The experimental design was CRD (Completely Randomized Design) 4 replications. The results showed that urea fertilizer 40 kg/rai gave the highest yield, 1,275.00 g/plot and the highest nitrate, 4,786.40 mg/kg, Urea fertilizer 50 kg/rai gave the highest number of nitrite 0.647 mg/kg. Control gave the lowest yield, 1,052.50 g/plot and the lowest number of nitrate and nitrite, 4,136.63, 0.285 mg/kg respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำและรวบรวมปัญหาพิเศษ เรื่องผลของปุ๋ยยูเรียต่อผลผลิตและปริมารไนเตรตไนไตรต์ที่ตรวจพบในผักกาดเขียวกวางตุ้ง สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและอนุเคราะห์จาก รศ.ภัญชนา มีแก้วกุณชร และผศ.ลักขณา อมรสิน อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำต่างๆ และตรวจทานแก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ในการใช้เครื่อง spectrophotometer และ ขอขอบคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และวิธีการทดลองต่างๆ

สุดท้ายขอขอบพระคุณ มารดา บิดา ที่ช่วยสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจตลอดมา และขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือให้การทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(2)
สารบัญภาคผนวก	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	20
การตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตและไนไตรต์	21
ผลการทดลอง	26
วิจารณ์ผลการทดลองและเสนอแนะ	29
สรุปผลการทดลอง	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางผลการทดลอง **หน้า**

แสดงผลผลิต ปริมาณไนเตรต และไนไตรต์ของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	27
2	กราฟแสดงปริมาณไนเตรตในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	28
3	กราฟแสดงปริมาณไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1.	ปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	36
2.	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	36
3.	ปริมาณไนเตรตในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	37
4.	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณไนเตรตในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	37
5.	ปริมาณไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	38
6.	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิต ปริมาณไนเตรต (NO_3) และไนไตรต์ (NO_2) ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ให้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

A Study of Production, Nitrate (NO_3) and Nitrite(NO_2) Remain in Green Kuang Futsol which was Treated with Various Rate of Urea Fertilizer

คำนำ

ผักกาดเขียวกวางตุ้ง เป็นพืชผักที่ใช้รับประทานกันทั่วไป มีคุณค่าทางอาหารสูง ปลูกได้ทุกฤดู และนิยมปลูกกันทั่วประเทศ การปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้งให้ได้คุณภาพดีต้องขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น แสง อุณหภูมิ น้ำ ธาตุอาหาร และการใส่ปุ๋ย

ปัจจุบันการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณไนเตรตและไนไตรต์สะสมในพืชผัก (Ikeda.1991) ไนเตรตและไนไตรต์มีอยู่ในพืชทุกชนิด นอกจากปุ๋ยไนโตรเจนแล้วยังมีปุ๋ยชนิดอื่นทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอนินทรีย์ ที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจน โดยพืชจะมีการควบคุมการดูดซับไนเตรตตามความต้องการไนโตรเจนของพืช (Imsande and Touraine, 1994) ไนเตรต,ไนไตรต์ถ้ามีปริมาณเกินที่กำหนดไว้ในอาหาร สามารถเป็นอันตรายโดยตรงถึงชีวิตได้

การทำการเกษตรในปัจจุบันมักใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณการใช้ก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาหาปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ ที่สะสมในผักกวางตุ้ง ที่มีการใช้ปุ๋ยในอัตราต่างๆ กัน กับการไม่ใช้ปุ๋ย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ในพืชผัก และเป็นแนวทางการพิจารณาถึงความปลอดภัยในการบริโภคผัก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยยูเรียต่อผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง
2. เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมไนเตรตและไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica chinensis* var. *parachinesis*

ชื่อสามัญ : Green Kuang Futsol

ตระกูล : Cruciferae

ถิ่นกำเนิด : เอเชีย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

อุดม (2534) รายงานว่า ผักกาดเขียวกวางตุ้งเป็นพืชอายุปีเดียว (annual) สามารถขึ้นได้ดีในดินทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี สามารถปลูกได้ตลอดปี อายุตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ด จนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 35-45 วัน

ราก เป็นระบบรากแก้ว (tap root) มีรากแขนงแตกจากรากแก้ว แผ่อยู่ตามบริเวณผิวดิน

ลำต้น สีเขียวตั้งตรง ขนาดโตเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.4 – 1.8 เซนติเมตร ลำต้นสั้นมีข้อถี่มากจนดูเป็นกระจุกที่โคนต้น

ใบ แตกเป็นกระจุกที่โคนต้น เป็นใบเดี่ยว ไม่ห่อตัว สีเขียว ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อน ปลายใบมน โคนใบหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบที่ติดกับลำต้นเป็นร่องและเรียวกลมขึ้นไปหาแผ่นใบก้านใบด้านบน เส้นกลางใบและเส้นใบด้านบนมีสีขาวอมเขียวเล็กน้อย ส่วนด้านล่างมีสีเขียวอ่อน และมีใบที่ช่อดอก มีก้านใบยาว 2-3 เซนติเมตร รูปใบเรียวแหลมไปทางฐานใบและปลายใบ ขอบใบเรียบ (เกษตรกรรม,2534)

พันธุ์ของผักกาดเขียวกวางตุ้ง

เกษตรกรรม (2534) รายงานว่า พันธุ์ผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ปลูกมีหลายพันธุ์คือ

1. ผักกาดเขียวกวางตุ้งใบ ได้แก่ พันธุ์น่าน 1 มีการเจริญเติบโตเร็วให้ผลผลิตสูงอายุสั้นประมาณ 30 – 40 วัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นสูงถึง 500 กรัม เมื่ออายุ 40 วัน

2. ผักกาดเขียวกวางตุ้งดอก เป็นพันธุ์พื้นเมือง ทรงพุ่มเล็ก ก้านใบสีเขียวอ่อน ออกดอกเร็วปลูกมากทางภาคเหนือ เช่น พันธุ์ราชมงคล 1

3. ผักกาดเขียวกวางตุ้งก้านเขียวเข้ม มีลักษณะก้านใบและแผ่นใบเขียวเข้ม พบในตลาดท้องถิ่นทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือในบางโอกาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง

ลักษณะของพื้นที่ กองบรรณาธิการ ฐานเกษตรกรรม (2534) กล่าวว่าพื้นที่เหมาะสมควรเป็นพื้นที่สูง น้ำท่วมไม่ถึง ระบายน้ำได้สะดวก และเป็นที่โล่งแจ้ง มีธาตุอาหารเพียงพอและมีลักษณะร่วนซุย ดินที่เป็นดินเหนียวหนัก อาจปรับปรุงโดยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปูนขาว เพื่อช่วยให้ดินร่วนขึ้น

น้ำ ผักเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากและสม่ำเสมอ เพราะเป็นพืชอายุสั้นและมีรากตื้น น้ำจึงมีความจำเป็นต่อการปลูกผักมาก พื้นที่ปลูกควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ (สุรชัย, 2534)

อุณหภูมิ สำหรับ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส แต่ก็สามารถปลูกได้ตลอดปี และต้องการแสงแดดโดยตรงอย่างน้อย 6 ชั่วโมงต่อวัน จึงจะเจริญเติบโตได้ดี (อุดม, 2534)

ธาตุอาหาร สมภพ (2534) รายงานว่า พืชผักที่ใช้รับประทานต้นหรือใบนั้นต้องการไนโตรเจน (nitrogen ; N) สูง เพื่อใช้สร้างการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และเพื่อให้ต้นและใบอ่อนมีความกรอบ มีเสี้ยนน้อย

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารของพืชที่ต้องการได้รับการเน้นเป็นพิเศษในการผลิตพืช แม้ความสำคัญของไนโตรเจนไม่ได้มีเหนือกว่าธาตุอาหารพืชตัวอื่นๆ แต่อย่างใด แต่เนื่องจากในดินทั่วไปที่ใช้ปลูกพืชมักจะพบธาตุนี้ในระดับที่ต่ำมาก อาการตอบสนองที่มีต่อการใส่ไนโตรเจน จึงพบได้เสมอหรือแทบทุกครั้งในรายงานผลการทดลองต่างๆ (วิเชียร,2536)

ผักกาดเขียวกวางตุ้ง จัดเป็นพืชผักที่ใช้รับประทานลำต้นและใบ ซึ่งอิทธิพลของไนโตรเจนก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง เช่นเดียวกับผักที่ใช้รับประทานลำต้นและใบชนิดอื่นๆ เหมือนกัน (ถวิล,2540)

การเตรียมดิน

การเตรียมดินควรขุดหรือไถลึกประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร ตากแดดทิ้งไว้ 5 – 7 วัน โรยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายตัวแล้วให้มาก คลุกเคล้าให้ทั่ว ย่อยดินให้ละเอียด ยกร่องเป็นแปลง (อุดม,2534)

การปลูก

การปลูกด้วยเมล็ด มี 3 วิธีใหญ่ๆ คือ

1. การหว่านเมล็ด (broadcasting or sowing) นิยมกับพืชผักกินใบบางชนิด เช่น ผักบุ้ง ผักชี

2. การหว่านเมล็ดแล้วถอนแยกหรือย้ายกล้า (broadcasting and thinning) สำหรับผักกาดเขียวกวางตุ้ง มีระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

3. การปลูกโดยหยอดเป็นหลุม (drill method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูแลรักษา

1. การให้ปุ๋ย เนื่องจากผักกาดเขียวกวางตุ้งเป็นผักที่ใช้บริโภคใบและต้น การใส่ปุ๋ยมีสัดส่วนดังนี้ คือ ธาตุไนโตรเจน 2 ส่วน ธาตุฟอสฟอรัส 1 ส่วน และธาตุโปแตสเซียม 1 ส่วน เช่น ปุ๋ย 20-10-10 หรือปุ๋ยสูตรที่ใกล้เคียงกัน อัตรา 30-50 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่เมื่อพืชมีอายุหลังจากย้ายกล้า 15 วัน 20 วัน 30 วัน ตามลำดับ ในระยะแรกควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือแอโมเนียมไนเตรท ในอัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อไร่

2. การให้น้ำ ควรให้อย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ ผักกาดเขียวกวางตุ้งต้องการน้ำมาก เพราะเป็นผักที่โตเร็ว แต่ไม่ควรแฉะเกินไป

3. การพรวนดินและการกำจัดวัชพืช ควรทำในระยะแรกพร้อมกับการถอนแยก

โรคและแมลงที่สำคัญ

โรคที่สำคัญที่มักพบและทำอันตรายแก่ผักกาดเขียวกวางตุ้ง ได้แก่ โรคเน่าคอดิน โรคใบจุด โรคใบด่าง โรคราน้ำค้าง ส่วนแมลงศัตรูที่สำคัญ ได้แก่ เพลี้ยอ่อน หนอนใยผัก หนอนคืบกะหล่ำ

โรคราน้ำค้าง

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Peronspora parasitic* มีลักษณะอาการเป็นจุดสีขาวซีดบนใบ แผลขยายออก ขนาดแผลรูปร่างไม่แน่นอน เมื่อพลิกดูใต้ใบในตอนเช้ามีอากาศชื้น จะพบส่วนของเชื้อเจริญเป็นขุยสีขาวฟูขึ้นบริเวณใต้ใบ อาการมักเริ่มที่ใบล่างก่อนแล้วจึงค่อยลุกลามสู่ใบที่อยู่ถัดมา เมื่อเป็นรุนแรงใบจะแห้งตายไป

การป้องกันกำจัด

1. คลุกเมล็ดด้วยสารเมทาแลคซิล ในอัตรา 7 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม
2. เก็บใบที่แสดงอาการของโรคใส่ถุงพลาสติกแล้วนำไปเผาทำลาย
3. กำจัดวัชพืชในแปลงปลูก
4. ฉีดพ่นด้วยสารเคมี ไซเนบ หรือแคปแทน ในอัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อเริ่มตรวจพบ

โรคใบด่าง

สาเหตุเกิดจากเชื้อไวรัสชื่อ *Turnip mosaic* อาการพบได้ทั้งในระยะกล้าและต้นที่เจริญเติบโตเต็มที่ ทำให้ใบที่แสดงอาการของโรค มีอาการด่างเขียวสลับเขียวเหลือง เมื่อเป็นมากๆใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงอาการเขียวเหลืองหมดทั้งใบ ต้นแสดงอาการแคระแกรน ใบบิดงอ โรคนี้ถ่ายทอดได้โดยมีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะ

การป้องกัน

1. ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากโรค และกำจัดวัชพืชในแปลงปลูก
2. กำจัดต้นที่แสดงอาการของโรค โดยขุดเผาทำลาย
3. ฉีดพ่นด้วยสารเคมี ไดเมทโธเอท ในอัตรา 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อกำจัดพวกเพลี้ยอ่อน

โรคเน่าคอดิน (damping off)

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Pythium* sp. *Phytophthora* sp. *Fusaruim* sp. โรคนี้จะเกิดในแปลงกล้าเท่านั้น การหว่านกล้าที่แน่นทึบ อับลม และต้นเบียดกันมาก มักจะเกิดโรคเน่าคอดินเป็นแผลช้ำโคนต้นระดับดิน เนื้อเยื่อตรงแผลเน่า และแห้งไปอย่างรวดเร็ว เมื่อถูกแสงแดดทำให้ต้นกล้าหักพับ บริเวณที่เป็นโรคจะค่อยๆ ขยายวงกว้างเป็นวงกลม

การป้องกันกำจัด

1. หว่านเมล็ดผักอย่าแน่นเกินไป
2. ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น เทอราคลอเบนฟอร์ด ริดโดมิล เอ็มแซด 72 หรือใช้น้ำปูนใสรดแทนในระยะที่เป็นต้นกล้า ช่วยให้ต้นกล้าแข็งแรง และไม่ต้องใช้ยาอื่นๆ

โรคใบจุด

โรคใบจุดมีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Alternaria brassicala* อาการจะปรากฏใบล่างของลำต้น โดยเริ่มแรกพบเป็นจุดสีเหลืองซีดขนาดเล็ก ต่อมาแผลขยายออกและแห้งลงเป็นสีน้ำตาลอ่อน มีลักษณะค่อนข้างกลม ที่บริเวณแผลนี้จะพบเชื้อขึ้นวงสีดำซ้อนกันอยู่ แผลเหล่านี้เมื่อรวมกันจะทำให้เกิดอาการใบไหม้

การป้องกันกำจัด

1. คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีไทแรม มาเนบ 2-3 กรัม ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม
2. เก็บใบที่แสดงอาการเผาทำลาย
3. กำจัดเศษพืชออกจากแปลงปลูกอย่าไถกลบในแปลง
4. ฉีดพ่นด้วยสารเคมี แมนโคแซบ หรือไฮโปรไดออน ในอัตรา 20-30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อเริ่มพบอาการ ฉีดพ่นทุก ๆ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนอนใยผัก

เป็นหนอนที่ชอบกัดกินใบพืชตระกูลกะหล่ำ ตัวเต็มวัยจะวางไข่เป็นกลุ่มใต้ใบ ใช้เวลา 3-4 วัน จึงฟักออกเป็นตัวหนอน สีเขียว ขนาดเล็ก กัดกินใบนาน 14 วัน จึงจะเข้าดักแด้นาน 3-4 วัน จึงฟักออกเป็นตัวเต็มวัย

การป้องกันกำจัด

ใช้สารเคมีชื่อ โมนิเตอร์ 600 ชนิด 50% EC. อัตรา 20-30 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุกๆ 5-7 วันต่อครั้ง ในระยะเป็นต้นกล้า เป็นสารเคมีที่มีพิษตกค้างนาน จะต้องงดใช้ก่อนเก็บเกี่ยวไม่ต่ำกว่า 15 วัน

หนอนคืบกะหล่ำ

เป็นหนอนที่ไม่หลบซ่อนตัวจะอยู่ตามใบ ทั้งบนใบและใต้ใบ มองเห็นได้ง่าย

การป้องกันกำจัด

ใช้สารเคมีบูซาดิน 40% WP. อัตรา 20-30 กรัมผสมน้ำ 20 ลิตร หรืออาจใช้ ฟอสดริน 24% EC. อัตรา 17 ซีซี. ผสมน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุกๆ 5 วัน ควรงดการฉีดพ่นสารเคมีก่อนการเก็บเกี่ยว 14 วัน ส่วนฟอสดริน ควรงดก่อนเก็บเกี่ยว 3 วัน

เพลี้ยอ่อน

เป็นแมลงที่ชอบกัดกินหรือดูดน้ำเลี้ยงพืชตระกูลกะหล่ำ โดยเกาะอยู่ตามใต้ใบ

การป้องกันกำจัด

ใช้มาลาไธออน อัตรา 30-35 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตร หรือใช้บูซาดิน 60 % EC. อัตรา 17 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตร และควรงดการฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 14 วัน (สุรชัย,2534)

บทบาทและความสำคัญของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของพืช

สมภพ (2534) รายงานว่าธาตุไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อพืช ในการช่วยเร่งส่วนที่เป็นลำต้นและใบ ให้มีการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ และทำให้พืชผักหลายชนิดมีลักษณะอวบน้ำ (succulence) ใบจะโตและเขียวสดขึ้นทันที เพราะไนโตรเจนเป็นตัวช่วยทำให้พืชสร้างโปรตีน (protein) ได้อย่างเพียงพอ ความสำคัญและหน้าที่ของไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชอาจกล่าวได้ ดังนี้

1. หน้าที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสารประกอบหลายชนิดในพืช ซึ่งพบว่าโปรตีนมีส่วนสำคัญในเชิงปริมาณอย่างใกล้ชิดกับระดับไนโตรเจนที่พืชได้รับ ในองค์ประกอบของโปรตีนมีไนโตรเจนอยู่ถึง 18% โดยไนโตรเจนเป็นธาตุสำคัญ ในกรดอะมิโน นิวคลิโอไทด์ โคเอนไซม์ นอกจากนั้นส่วนของคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(chlorophyll) ในใบพืชก็มีไนโตรเจนอยู่สูงถึง 70% นอกจากนี้ธาตุไนโตรเจนยังเป็นธาตุที่เป็นส่วนของโปรโตพลาสซึม (protoplasm) วิตามิน (vitamins) และสาร adenosine triphosphate (ATP) (สุดใจ, 2539)

2. หน้าที่เกี่ยวกับเอนไซม์ พบว่าโปรตีนหลายชนิดในพืช จะทำหน้าที่เป็นเอ็นไซม์ (enzyme) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวควบคุมกระบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) ภายในเซลล์พืช โดยที่เอนไซม์เหล่านั้นมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (วิเชียร, 2536)

3. หน้าที่ในกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช เนื่องจากไนโตรเจนมีหน้าที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหลายอย่างในพืช ฉะนั้นเมื่อพืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่ไม่เพียงพอความผิดปกติทางสรีระก็จะปรากฏให้เห็นได้ชัดเจน เช่น ใบเหลือง (chlorosis) เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในคลอโรฟิลล์ ถ้ามีไนโตรเจนจำกัดการสร้างคลอโรฟิลล์ก็ถูกจำกัด ความเข้มของสีเขียวของใบพืชลดลง ทำให้สีเขียวซีดไปจนถึงเหลือง อาการที่ปรากฏได้ชัดเจนมากอีก คือ พืชจะมีขนาดเล็ก ใบเล็ก ก้านผอม กิ่งก้านน้อย สีใบผิดปกติ มีสีเขียวปนเหลือง ใบล่างของพืชจะมีสีเหลืองปนส้ม ปลายใบและขอบใบจะค่อยๆแห้ง และลุกลามเข้าไปเรื่อยๆ และร่วงหล่นจากกิ่งก้านก่อนกำหนด ให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ (สรสิทธิ์และคณะ, 2535)

สุดใจ (2539) รายงานว่า ไนโตรเจน มีหน้าที่สำคัญต่อพืชดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น โดยทำให้ใบของพืชมีสีเขียวและใบใหญ่ ลำต้น จะมีสีเขียวและอวบ ทั้งนี้เพราะว่าไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขนาดของเซลล์พืช ได้แก่ กรดอะมิโน และโปรตีน

2. ส่งเสริมคุณภาพของพืช โดยเฉพาะพืชสวนครัว ที่ใช้ลำต้นและหัวเป็นอาหาร

3. ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต

4. เพิ่มปริมาณให้แก่พืช เช่น ข้าว หรือหญ้าเลี้ยงสัตว์

5. ควบคุมการออกดอก และออกผลของพืช

6. ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ดเป็นอาหาร

พฤติกรรมของพืชที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ

สมภพ (2534) และสุดใจ (2539) รายงานว่า ปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับพืชจะแสดงพฤติกรรม ดังนี้

1. ลักษณะอาการของพืชเมื่อได้รับธาตุไนโตรเจนไม่เพียงพอ พืชโดยทั่วไปเมื่อได้รับธาตุไนโตรเจนไม่เพียงพอ จะทำให้พืชแสดงอาการขาดไนโตรเจน ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 พืชจะปราศจากสีเขียว เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนมีไม่เพียงพอในการสร้างคลอโรฟิลล์ของพืช โดยทำให้ส่วนใบของพืชมีสีเหลือง ซึ่งเริ่มจากใบแก่สู่ใบอ่อน หรือจากใบส่วนล่างสู่ใบส่วนบน ในบางครั้งปลายใบของใบล่างอาจมีสีเหลืองปนส้ม และขอบใบจะแห้งโดยจะค่อยๆ ลุกลามเข้าไปเรื่อยๆจนในที่สุดจะร่วงหล่นจากต้นพืชก่อนกำหนด

1.2 ลำต้นของพืชมีลักษณะผอม ลีบเล็ก มีการแตกใบส่วนยอด หรือกิ่งก้านน้อยกว่าปกติ ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปกติ

1.3 ผลผลิตไม่มีคุณภาพและปริมาณน้อยกว่าปกติ

1.4 พืชจะไม่เจริญเติบโต หรือเจริญเติบโตช้า การแตกยอดและกิ่งก้านช้า (สมภพ, 2534)

2. เมื่อได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไป พืชจะแสดงออกเชิงพฤติกรรมในลักษณะต่างๆ คือ

2.1 การใช้คาร์โบไฮเดรตของพืช (carbohydrate utilization) เมื่อได้รับไนโตรเจนในปริมาณสูง จะพบว่าคาร์โบไฮเดรตในพืชมีแนวโน้มลดลง เพราะพืชจะนำคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมารวมกันกับไนโตรเจน ที่พืชได้รับจากดินเปลี่ยนไปเป็นโปรตีนในเนื้อเยื่อต่างๆของพืช (วิเชียร, 2536)

2.2 อาการฉ่ำน้ำหรืออวบน้ำของพืช สภาพที่พืชฉ่ำน้ำและอวบน้ำ คือลักษณะของพืชที่มีผนังเซลล์บาง ขนาดใหญ่มีโปรโตพลาสซึมภายในเซลล์มาก มีสัดส่วนของน้ำสูง (วิเชียร, 2536) เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนปริมาณมาก จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth) มากกว่าปกติ มีการสร้างโปรตีนที่เป็นโปรโตพลาสซึมมากทำให้มีผนังเซลล์บางและมีน้ำหนักมาก เรียกว่า อวบน้ำ จะส่งผลต่อการหักล้ม และการเข้าทำลายของแมลง (สุดใจ, 2539)

2.3 การเจริญเติบโตของราก (root growth) เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่สูงมาก พบว่าการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน จะมีมากกว่าการเจริญเติบโตของราก ทำให้สัดส่วนของส่วนเหนือดินต่อส่วนของรากมีค่าสูงขึ้น กล่าวคือ กรณีที่กำหนดปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชมีเพียงไนโตรเจนเท่านั้น พืชจะมีคาร์โบไฮเดรตอยู่มากทั้งในส่วนเหนือดินและราก เพราะการใช้คาร์โบไฮเดรตไปสร้างโปรตีนถูกจำกัด เมื่อให้ไนโตรเจนกับพืชในปริมาณค่อยๆเพิ่มขึ้น ในระยะแรกไนโตรเจน ที่พืชได้รับจะนำไปสร้างโปรตีนในส่วนราก แต่เมื่อไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ไนโตรเจนจะถูกส่งไปยังเหนือดินเพิ่มขึ้น และถูกนำไปรวมกับคาร์โบไฮเดรตเพื่อสร้างโปรตีนของส่วนเหนือดิน การเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินจะปรากฏอย่างชัดเจน ขณะเดียวกันคาร์โบไฮเดรตที่พืชสร้างจะสังเคราะห์แสงเหลือน้อยไม่เพียงพอที่จะเคลื่อนย้ายลงไปยังราก การสร้างโปรตีนของรากจะลดลง การเจริญเติบโตของรากก็จะลดน้อยลงเป็นลำดับ ยิ่งพืชได้รับไนโตรเจนมากขึ้นเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใด ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ส่งไปยังรากก็จะถูกจำกัดมากขึ้นเท่านั้น ทำให้อัตราการเพิ่มการเจริญเติบโตของรากไม่ได้สัดส่วนกับอัตราการเพิ่มการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน (วิเชียร, 2536)

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับไนโตรเจนกับการหักล้มของพืช (lodging) การหักล้มจะมีมากขึ้น ถ้าระดับของไนโตรเจนที่พืชได้รับสูงเกินไป เนื่องจากไนโตรเจนจะช่วยสร้างโปรโตพลาสซึมในขณะที่ไม่มีการสร้างผนังเซลล์ (cell wall) ทำให้ผนังเซลล์ของพืชบาง ไม่แข็งแรง จึงทำให้ต้นพืชหักล้มได้ง่าย (สุดใจ, 2539)

2.5 การง่ายต่อการเป็นโรค วิเชียร (2536) รายงานว่า นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป พืชจะง่ายต่อการเป็นโรค เพราะมีผนังเซลล์ที่บางง่ายต่อการเจาะเข้าทำลายของแมลง แล้วโรคก็จะเข้าทำความเสียหายได้ง่าย แต่เท่าที่พบพฤติกรรมนี้ยังไม่แน่นอน มักจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆที่มีต่อธรรมชาติของพืชและธรรมชาติของโรคมากกว่า บางกรณีจึงพบว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจนมากมีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคสูง แต่ในบางกรณีอาจให้ผลในทางตรงกันข้าม

2.6 คุณภาพของเมล็ด ผล ใบ อาจเสื่อมคุณภาพลงได้

2.7 ทำให้พืชแก่ช้ากว่าปกติ เพราะไนโตรเจนส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตอยู่เรื่อยๆ (สมภพ, 2534)

ข้อควรระวัง ถ้าให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้น ควรเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัส (phosphorus : P) และ โปแตสเซียม (potassium : K) ให้เพียงพอด้วยเช่นกัน (ฐานเกษตรกรรม, 2534)

แนวโน้มการใช้ปุ๋ยเคมีในปัจจุบัน

ปัจจุบันการเกษตรทั่วไปยอมรับว่า ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและจำเป็นอย่างต่อเนื่อง ต่อการผลิตพืชเป็นการค้า ดังจะเห็นได้จากสถิติการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตรของประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในช่วงปี 2520 – 2533 ปริมาณอัตราในการใช้ปุ๋ยเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 9.90 ต่อปี และถ้าพิจารณาการใช้ปุ๋ยเคมีในช่วงเดียวกันนี้ ในรูปของธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O จะมีอัตราเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 11.87, 9.12 และ 10.84 ตามลำดับ นอกจากนี้ถ้าจะแยกพิจารณาการใช้ปุ๋ยเคมีออกตามกลุ่มต่างๆ คือ ข้าว พืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชผัก และ ไม้ดอกไม้ประดับ ช่วงปี 2525 – 2533 ปริมาณการใช้ปุ๋ยที่ใช้ในการผลิตร้อยละ 13.42 – 26.41 แม้ว่าจะมีชนิดปุ๋ยสูตรเคมีที่ใช้ในการเกษตรมีจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นมากมายหลายสูตรก็ตาม แต่จากการศึกษาของกองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรเมื่อปี 2532 พบว่ามีเพียง 6 สูตรเท่านั้นที่มีปริมาณการใช้มากที่สุดคือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต (20-0-0) ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ปุ๋ยสูตร 15-15-15 , 16-20-0 และ 13-13-21 (กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร,2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูเรีย เป็นปุ๋ยอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เกษตรกรชาวเอเชียใช้ปุ๋ยยูเรียประมาณร้อยละ 85 ของปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณการใช้แถบอื่นๆ ก็มีแนวโน้มมากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากยูเรียเป็นปุ๋ยข้าวที่ดี ตลาดของปุ๋ยยูเรียในทวีปเอเชียจึงกว้าง ปุ๋ยยูเรียสามารถแปรสภาพในดินและเป็นประโยชน์แก่พืชได้เร็ว เมื่อใช้ในดินแถบร้อนชื้น กึ่งร้อนและแถบอบอุ่น มีไนโตรเจนสูงถึง 46% ซึ่งสูงกว่าปุ๋ยอื่นๆ ต้นทุนการผลิตไม่สูงนัก อย่างไรก็ดีปุ๋ยยเรียจะใช้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อใช้ถูกวิธีเท่านั้น ปุ๋ยยูเรียที่มีไบยูเร็ตมากกว่า 1% อาจเป็นอันตรายแก่พืชบางชนิดได้เมื่อฉีดพ่นทางใบ ดังนั้นการผลิตปุ๋ยยูเรียจึงต้องควบคุมสภาพการผลิตให้เกิดไบยูเร็ตน้อยที่สุด ปุ๋ยยูเรียที่ใช้ในปัจจุบันมีสารดังกล่าวต่ำกว่า 0.3% ซึ่งปลอดภัยที่จะใช้ทางใบหรือใส่ทางดิน ปุ๋ยยูเรียเป็นสารประกอบเคมีอินทรีย์ เมื่อละลายน้ำแล้วไม่แตกตัวเป็นอิออนเหมือนปุ๋ยไนโตรเจนชนิดอื่นๆ ปุ๋ยยูเรียละลายน้ำได้ง่ายมาก กล่าวคือ สามารถละลายได้ 66.7 กรัมในน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และละลายได้ถึง 733.3 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ปุ๋ยยูเรียในรูปของแข็งจะอยู่ในรูปผลึกสีขาว มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.335 เป็นของแข็งที่ดูดความชื้นได้ง่ายมาก ถ้าเก็บปุ๋ยไว้ในที่ชื้นแล้วจะกลายเป็นน้ำได้ (hygroscopic fertilizer) ปุ๋ยยูเรียที่จำหน่ายในท้องตลาดจะเป็นเม็ดเล็กๆ เหมือนเม็ดสาคูและเคลือบด้วยวัตถุกันความชื้นได้ ปกติปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 46% และถ้าบริสุทธิ์จะมีไนโตรเจนที่เป็นของแข็งทั้งหลาย ดังนั้นเมื่อคิดเปรียบเทียบราคาจึงถูกกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมคลอไรด์ และเป็นปุ๋ยที่สามารถนำมาเป็นปุ๋ยให้ทางใบ (foliage application) ได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถดูดซึมเข้าทางใบพืชได้อัตราความเข้มข้นของปุ๋ยยูเรียที่ใช้ฉีดพ่นให้ทางใบที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.5 – 2 %

ปุ๋ยยูเรีย มีปฏิกิริยาเป็นด่างแต่เมื่อใส่อยู่ในดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด ทั้งนี้เนื่องจากแอมโมเนียมอิออนที่เกิดจากยูเรียแปรสภาพจะถูกออกซิไดส์เป็นกรดไนตริกในลักษณะเดียวกันกับปุ๋ยแอมโมเนียมทั้งหลาย แต่ความเป็นกรดที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารจำเป็น (essential element) ต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชส่วนใหญ่ต้องการในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนมากรองจากธาตุ C, H และ O (Berger, 1962 : Geus, 1973)

ไนโตรเจนมีหน้าที่เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของโปรตีน คลอโรฟิลล์ และสารอื่นๆ อีกเมื่อพืชขาดไนโตรเจนจะเกิดอาการ chlorosis โดยปรากฏในใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างก่อน ถ้าได้รับมากเกินไปพืชจะมีการเจริญทางด้านวัฒนภาค (vegetative growth) คือใบจะมีสีเขียวเข้ม มีการเพิ่มและขยายขนาดของเซลล์ทำให้ใบมีขนาดใหญ่ ปริมาณใบมาก และออกดอกช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจน

เป็นที่ทราบกันดีว่า ไนโตรเจนเป็นธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของชีวิต ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน (amino acid) อันเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) นอกจากนั้น ยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ในพืช ทั้งยังมีความสำคัญต่อการใช้คาร์โบไฮเดรตในพืช ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอ การสังเคราะห์โปรตีนในพืชก็จะหยุดชะงัก ทำให้พืชสะสมคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น ดังนั้น ไนโตรเจนจึงเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในแง่เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญที่ขาดแคลนง่าย และยังต้องใส่เพิ่มในดินในรูปปุ๋ยไนโตรเจน อย่างไรก็ตามในแง่สารมลพิษ ไนโตรเจนก็จัดเป็นธาตุที่ก่อให้เกิดสภาพมลพิษได้เช่นกัน

ผลเสียของไนโตรเจน ต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม

ไนโตรเจนสามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

1. ยูโทรฟิเคชัน
2. โรคเมทฮีโมโกลบิน
3. สารก่อมะเร็งไนโตรซามีน (carcinogenic nitrosamines)
4. ผลเสียต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
5. ผลเสียต่อพืช

ไนโตรเจนกับยูโทรฟิเคชัน

ไนโตรเจนในรูปสารมลพิษที่ทำให้เกิดภาวะมลพิษในน้ำได้จะอยู่ในรูปแก๊สแอมโมเนียมและไนเตรต ซึ่งแก๊สแอมโมเนียโดยส่วนใหญ่จะได้จากการเน่าเปื่อยของอินทรีย์สารในน้ำ ขณะที่ไนเตรตในน้ำมีแหล่งที่มาจากหลายแหล่งด้วยกัน

ในขณะที่สารอินทรีย์เน่าเปื่อยสลายตัว การเน่าเปื่อยนี้เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ที่ดำรงชีวิตโดยการย่อยสลายซากอินทรียสาร ซึ่งขณะที่กระบวนการยังคงดำเนินอยู่ จะเกิดการแย่งแก๊สออกซิเจนจากบริเวณข้างเคียง และเมื่อมีการถ่ายเทแก๊สไม่ทัน จะทำให้เกิดการขาดแก๊สออกซิเจนในน้ำบริเวณนั้น นอกจากนั้นแล้วการขาดออกซิเจนในน้ำในกระบวนการเน่าเปื่อยดังกล่าว ยังอาจเกิดกรดอินทรีย์ และเกิดการสะสมแก๊สแอมโมเนีย อันเป็นสารพิษ เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำขั้นสูง เช่น ปลา จนถึงตายได้ การถ่ายเทแก๊สออกซิเจนไม่ทันเช่นนี้ แอมโมเนียมในน้ำอาจถูกออกซิไดส์ได้บางส่วนเกิดเป็นไนไตรต์ ซึ่งเป็นสารพิษต่อสัตว์น้ำเช่นกัน จะอย่างไรก็ตาม เมื่อมีแก๊สออกซิเจนในน้ำขั้นสุดท้าย ไนโตรเจนทั้งในรูปแอมโมเนียมหรือไนไตรต์ ก็จะถูกออกซิไดส์ให้เปลี่ยนรูปเป็นไนเตรตในที่สุด

ดังนั้น ในการวัดหรือติดตาม (monitoring) ไนโตรเจนที่มีกิจกรรม (active N) ต่อชีวิต หรือสภาพแวดล้อมในดินและในน้ำ จึงพิจารณาที่ไนเตรตเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคเมทฮีโมโกลบิน (Methemoglobinemia)

โรคเมทฮีโมโกลบิน เป็นภาวะโรคของเลือดอันเนื่องมาจากฮีโมโกลบิน ถูกเปลี่ยนไปเป็นเมทฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นชนิดของฮีโมโกลบินที่ไม่สามารถนำออกซิเจนได้ สารเคมีที่เป็นตัวการทำให้ Hemoglobinemia (Hb) เปลี่ยนเป็น Met-Hemoglobinemia (MetHb) มีอยู่หลายชนิด เช่น ไนเตรต เปอร์คลอเรต (perchlorate) อะมิโน ฟีนอล อะนิลิน (anillin) ซัลโฟนามิด (sulphonamid)

ไนโตรเจนในรูปไนเตรต ในน้ำดื่ม เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิด MetHb โดยที่เมื่อคนหรือสัตว์ดื่มน้ำที่มีไนเตรตเข้าไป ไนเตรตจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรต์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่สามารถมีกลไกที่ทำให้เกิดขึ้นได้ แต่เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในน้ำลายและในกระเพาะที่สามารถรีดิวส์ไนเตรตได้ แบคทีเรียดังกล่าวนี้เป็นชนิดที่ไม่ทนกรด สามารถเจริญได้ดีในกระเพาะของเด็กอ่อนที่อายุไม่เกิน 3 เดือน และในสัตว์สี่กระเพาะ รายงานของผู้ป่วยเป็นโรคดังกล่าวจึงมักพบในกลุ่มเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 1 ขวบ ทั้งนี้เนื่องจากเด็กเหล่านี้มีสภาวะเหมาะสมต่อโรคดังกล่าวมาก กล่าวคือ กระเพาะยังมีความเป็นกรดไม่มากเกินไป ค่าความเป็นกรดในน้ำย่อยจะไม่สูงมาก โดยทั่วไปจะมีค่าสูงกว่าพีเอช 4 ทำให้แบคทีเรียยังสามารถเจริญได้ดี และการดูดซับน้ำของร่างกายต่อน้ำหนักตัวก็สูงแบคทีเรียที่เป็นตัวการก็เป็นชนิดที่พบได้ทั่วไป เช่น แบคทีเรียในวงศ์ Enterocacteriaceae ทุกชนิดสามารถรีดิวส์ไนเตรตได้ ตัวอย่างเช่น *E. coli* หรือ *B. subtilis* ซึ่งอาศัยอยู่ตามกระเพาะ และลำไส้ตอนบน ประสิทธิภาพในการรีดิวส์ไนเตรตจะเป็นชนิดขึ้นต่อพีเอช (pH dependent)

ฮีโมโกลบิน ประกอบด้วยส่วนที่เป็นโปรตีน มีค่าน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 68,000 มี subunit ที่ประกอบด้วยส่วนโพลีเป่ปไทด์ และ haeme group โดยมี Fe^{2+} เป็น center of haeme เมื่อ Hb รับออกซิเจน จะเปลี่ยนเป็นออกซีฮีโมโกลบิน ซึ่งเหล็กจะอยู่ในรูป Fe^{2+} แต่ในสภาพของ MetHb เหล็กจะอยู่ในรูป Fe^{3+} ทำให้ไม่สามารถจับแก๊ส O_2 ได้

ชนิดของฮีโมโกลบินที่สามารถเปลี่ยนเป็น MetHb ได้ง่ายคือ Hb F ซึ่งเป็นชนิดของฮีโมโกลบินที่มีมากในเด็กอ่อนถึง 80% ของ Hb ทั้งหมด และโดยทั่วไป ในร่างกายของมนุษย์จะมี MetHb อยู่ระหว่าง 1% ถึง 2% ซึ่งเป็นระดับปกติ เมื่อระดับ MetHb มีมากกว่า 3% ถือได้ว่าเกิดโรคเมทฮีโมโกลบินขึ้น

สารก่อมะเร็งไนโตรซามีน (carcinogenic nitrosamine)

ในทางการแพทย์มีผู้ให้ความสนใจกับสารไนโตรซามีนเป็นอย่างมาก อันเนื่องมาจากมีงานทดลองมากมายในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ปรากฏผลว่า ไนโตรซามีนเป็นทั้งสารก่อมะเร็ง (carcinogen) สารที่ทำให้ทารกพิการแต่กำเนิดและเป็นสารทำให้เกิดการกลายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทางทฤษฎีไนไตรต์ที่เปลี่ยนรูปมาจากไนเตรตในกระเพาะอาหารจะทำปฏิกิริยากับ secondary amine ซึ่งอาจจะได้มาจากการแตกตัวของเนื้อสัตว์ที่กินเข้าไป ทำให้ได้ N-nitroso compound ซึ่งสารประกอบที่เกิดขึ้นนี้สามารถก่อให้เกิดมะเร็งได้ เพราะสามารถเข้าไปเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของ DNA ได้

บรรพสารของไนโตรซามีน ได้แก่ ไนเตรต ไนไตรต์ secondary และ tertiary amines ซึ่งบรรพสารเหล่านี้จะเปลี่ยนเป็นไนโตรซามีนในกระเพาะของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

รายงานโดยตรงเกี่ยวกับการบริโภคไนโตรซามีนแล้วก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์นั้น มีน้อยมาก มีตัวอย่างในประเทศแซมเบีย ได้มีรายงานพบมะเร็งในหลอดอาหาร ในบรรดาคนพื้นเมืองที่ดื่มเหล้าพื้นบ้านเรียกว่า Kachasu ซึ่งมี dimethylnitrosamine อยู่ 1-3 ppm ซึ่งพบว่า ในระดับความเข้มข้นดังกล่าวสามารถก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองได้

โดยทางทฤษฎีแล้ว การบริโภคไนเตรตในปริมาณที่สูง สามารถเกิดไนไตรต์และเปลี่ยนเป็นไนโตรซามีนอันเป็นสาเหตุที่จะก่อให้เกิดมะเร็งในร่างกายหลายแห่ง เช่น ที่กระเพาะ ลำไส้ใหญ่ กระเพาะปัสสาวะ และในปากนั้น มีทางเป็นไปได้ แต่โดยข้อเท็จจริงก็ยังไม่มีเหตุการณ์ใดยืนยันได้โดยชัดเจนในมนุษย์

ผลเสียบางประการต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ไนเตรตมีผลกระทบต่อคุณค่าอาหารของมนุษย์ กล่าวคือ เมื่อพืชได้รับไนเตรตมากเกินไปจะช่วยส่งเสริมให้พืชมีการสะสมโซเดียมในปริมาณที่สูง แต่ในขณะเดียวกันก็ลดการดูดกินโพแทสเซียม ทำให้พืชมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำ นอกจากนั้น จากการทดลองในหนู พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเกลือแกงในอาหารจะมีผลทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น และยังทำให้ปริมาณโคเลสเตอโรล เพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้หัวใจเต้นผิดปกติอีกด้วย และเมื่ออัตราส่วนระหว่างโพแทสเซียมกับโซเดียมเปลี่ยนไป จะมีผลต่ออายุของหนู

นอกจากนั้น การบริโภคพืชผักที่มีปริมาณไนเตรตสูง จะยังมีผลต่อเมทาบอลิซึมของต่อมไทรอยด์และยังมีผลต่อปริมาณวิตามินต่างๆ เช่น แคโรทีน (carotene) วิตามินเอ และวิตามินอี

ผลเสียบางประการต่อพืช

ธาตุอาหารพืช

การให้ปุ๋ยไนเตรตในปริมาณที่มากเกินไป จะส่งเสริมให้พืชดูดกินธาตุโซเดียมในปริมาณที่สูงตามไปด้วย นอกจากนั้น ไนเตรตจะมีผลในการยับยั้งการดูดกินแมกนีเซียม และโพแทสเซียม ทำให้พืชมีปริมาณธาตุทั้งสองต่ำ

ปริมาณไนเตรตที่มากเกินไปในพืช ยังมีผลต่อกรดอะมิโนที่สำคัญบางตัวในพืช ตัวอย่างเช่นเมื่อพืชได้รับไนเตรตเป็นปริมาณมาก จะทำให้เมทไทโอนีน (methionine) ในผักโขม มีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง นอกจากนั้นแล้ว ก็ยังทำให้กรดอะมิโนบางตัวที่ไม่ต้องการมีปริมาณมากขึ้น ผลที่ตามมาจากมีปริมาณไนโตรเจนที่มากเกินไปในพืชเช่นนี้ก็คือ พืชจะมีการเจริญเติบโตระยะสร้างต้นสร้างใบ (vegetative) มากเกินไป ทำให้อวบน้ำ จึงอ่อนแอต่อโรคและแมลง

การลดลงของวิตามินซี

มีการทดลองที่ชี้ให้เห็นว่า เมื่อพืชได้รับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มากเกินไปแล้วจะทำให้พืชมีปริมาณวิตามินซีลดลง ศุภมาศ,2539 อ้างถึงงานทดลองของ Homich เมื่อปี 1989 ว่าเขาได้ทดลองใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงคือ 60 ปอนด์ไนโตรเจน/เอเคอร์แก่ถั่วประเภทรับประทานฝักสด (green beans) และ 75 ปอนด์ไนโตรเจน/เอเคอร์แก่ swiss chard พบว่า ใบ chard ที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจะมีวิตามีนซี 81.4 มก. เท่านั้น และเมื่อได้รับไนโตรเจน ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ก็ตาม ปริมาณวิตามินซีจะลดลงเหลือเพียง 54 มก. เท่านั้น นอกจากนี้ยังได้ทดลองกับผักกาดหอมซึ่งเป็นพืชผักที่มีผู้นิยมรับประทานกันมากอีกทั้งยังเป็นพืชที่มีวิตามินซีและธาตุเหล็กในปริมาณสูง ก็พบเช่นเดียวกันว่าเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากเกินไปจะทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงได้มากที่สุดถึง 50% ทั้งที่ผลผลิตของพืชเหล่านี้ก็ไม่ได้ลดลง สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากผลการเจือจาง (dilution effect) จากการที่เมื่อพืชได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่มากก็จะเติบโตเร็วเกินไปจนทำให้วิตามินซีในพืชเจือจาง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสะสมไนเตรตในพืช

การสะสมไนเตรตในพืชเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากๆ ไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่ทำให้ปริมาณไนเตรตในพืชสูงขึ้นแต่มีปัจจัยอื่นๆร่วมด้วย เช่น

1. แสง มีอิทธิพลต่อ nitrate reductase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่แปรสภาพไนเตรตให้เป็นไนไตรต์ได้ ลักษณะที่น่าสนใจบางประการ คือ ต้องมีไนเตรตมากระตุ้นจึงทำงานได้ แม้ในที่มืดไนเตรตก็กระตุ้นให้เอนไซม์ทำงานได้ แต่กิจกรรมที่เกิดขึ้นจะไม่สูงเท่าเมื่อมีแสงสว่างเพียงพอ กล่าวกันว่าแสงมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์โดยทางอ้อม คือ ช่วยให้ไนเตรตซึมผ่านเซลล์เมมเบรนเข้าไปสู่บริเวณที่มีเอนไซม์ได้สะดวก nitrate reductase มีทั้งในรากและในใบพืช และจากการศึกษาพบว่าเมื่อลดความเข้มของแสงที่ผิวใบลง กิจกรรมของเอนไซม์นี้จะลดลงอย่างมาก พืชจึงสะสมไนเตรตมากขึ้นหากได้รับแสงสว่างน้อยลง

2. อุณหภูมิ มีอิทธิพลต่อการดูด การเคลื่อนย้าย และการใช้ไนเตรตของพืชแต่การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิระดับหนึ่งจะมีผลต่อขบวนการเหล่านี้ไม่เท่ากัน (Lim et al, 1990) สำหรับพืชที่เจริญเติบโตโดยธรรมชาติจะพบว่าในเวลาเที่ยงวันอุณหภูมิของเรือนยอดจะสูงกว่าอุณหภูมิของราก ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิของรากจะสูงกว่าเรือนยอดเนื่องจากดินยังมีความอบอุ่น ผลของการลดอุณหภูมิจะทำให้อัตราการดูดไนเตรตของรากพืชจะลดลงในสัดส่วนที่น้อยกว่าเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบกับการรีดิวส์ไนเตรต เนื่องจากขบวนการหลังแทบจะหยุดชะงักในที่มืด ในเวลากลางคืนพืชจะสะสมไนเตรตในเรือนยอดได้มาก

3. ความชื้นของดินและความชื้นของอากาศ พืชอาหารสัตว์ที่กระทบแล้งหรือดินมีความชื้นต่ำมักสะสมไนเตรตไว้ในเนื้อเยื่อมากกว่าปกติ เนื่องจากในสภาวะที่พืชขาดน้ำกิจกรรมของ nitrate reductase จะลดต่ำลงและการสังเคราะห์แสงของพืชก็ลดลงด้วย ยิ่งกว่านั้นในช่วงเวลาที่อากาศแห้งแล้งจะมีการเคลื่อนย้ายของเกลือต่างๆ รวมทั้งไนเตรตจากดินล่างขึ้นมากับน้ำซับ (capillary water) มาสะสมในดินบน ปรากฏการณ์เช่นนี้มักเกิดกับพืชในทุ่งหญ้า และทุ่งหญ้ามักกระทบแล้งในบางช่วงของปี ความชุ่มชื้นของอากาศก็มีอิทธิพลต่อการสะสมไนเตรตเช่นเดียวกัน เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงพืชจะสะสมไนเตรตได้มาก คือ เอนไซม์ nitrate reductase จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีไนเตรตเข้ามากระตุ้นหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำลงอัตราการคายน้ำก็สูงขึ้น ไนเตรตจึงเคลื่อนย้ายตามท่อน้ำเข้าสู่เนื้อเยื่อที่มีเอนไซม์ และกระตุ้นเอนไซม์ดังกล่าวให้มีกิจกรรมสูงพอที่จะแปรสภาพไนเตรตให้เหลือในเนื้อเยื่อเพียงเล็กน้อย

4. ธาตุอาหารที่พืชได้รับ โดยเฉพาะไนโตรเจนรูปของไนโตรเจนในดินมีอยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สำหรับในรูปของสารอนินทรีย์ก็จะอยู่ในรูปของ molecular notrogen ในอากาศในดิน (soil air) แต่ไนโตรเจนในรูปนี้จะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชยกเว้นพืชตระกูลถั่ว ถูกใช้ไป (assimilate) โดยจุลินทรีย์ เมื่อขาดไนโตรเจนคงมีจุลินทรีย์พวก *Aspergillus flavas* เท่านั้นที่เปลี่ยนต่อไปเป็น ไนเตรตแต่ก็เป็นบางส่วนเป็นส่วนน้อยเท่านั้น

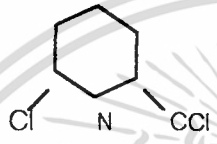
ปัจจัยที่ควบคุมขบวนการ Nitrification

คุณสมบัติของดินที่ควบคุมกระบวนการมากที่สุด ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ดินที่เป็นกรดสูงจะทำให้มีการสะสมไนไตรต์ (Hageman, 1984) ที่ pH 6.0 อัตราการเกิดจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด ที่ pH 5.0 โดยทั่วๆไปแทบจะไม่เกิดการแปรสภาพเลยหรือเกิดในอัตราที่ต่ำมาก ถ้ากระบวนการเกิดขึ้นได้ที่ pH 4.0 จะมีการสะสมไนไตรต์เกิดขึ้น ในดินบางชนิดแม้ pH ลดลงถึง 4.5 อาจเกิดกระบวนการดังกล่าวได้พอสมควร ทั้งนี้เนื่องมาจากมีสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ปรับตัวเข้ากับสภาพที่เป็นกรดได้แต่ปกติมีโอกาสพบน้อยมาก pH ที่เหมาะสมสำหรับขบวนการ nitrification คือ 6.5 –7.8 ในดินโดยทั่วไปแม้ว่า pH จะอยู่ในช่วงดังกล่าวแต่ถ้าดินมี buffering capacity ต่ำก็อาจเกิดกระบวนการได้ไม่ดี ทั้งนี้เพราะในขณะที่มีการเพิ่มออกซิเจนแก่แอมโมเนียมเป็นไนไตรต์นั้นมีกรดเกิดขึ้น กรดที่เกิดขึ้นนี้ถ้าเกิดมากๆ ในอัตราที่สูงจะทำให้กระบวนการหยุดชะงักได้และถ้ากระบวนการขาดออกซิเจนก็จะเกิดช้ามากหรือไม่เกิดเลย ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมก็คือ partial pressure ของออกซิเจนในดินจะต้องเท่ากับของบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นที่เหมาะสมที่สุดอยู่ระหว่าง ½ - ⅔ ของ water – holding capacity ของดินและอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดอยู่ระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส

สารยับยั้งในการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียม บางครั้งถ้ารักษาปุ๋ยให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียมได้เมื่อใส่ลงไปในดินก็จะทำให้พืชใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นเพราะถ้าเปลี่ยนเป็นไนไตรต์หรือไนเตรตแล้วจะสูญเสียไปจากดินได้หลายทางเช่นละลายไปกับน้ำ (leaching)เปลี่ยนเป็นก๊าซระเหยจากดินไป (volatilization) ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีผู้คิดค้น สารยับยั้งเพื่อใช้ระงับการเปลี่ยนจากแอมโมเนียมเป็นไนไตรต์หรือไนเตรต สารยับยั้งที่ใช้กันมากในปัจจุบันได้แก่ N-serve หรือ 2-chloro-6 (trichloromethyl)pyridine



สารยับยั้งนี้เป็นสารที่ยับยั้งกิจกรรมของ *Nitrosomonas* sp.และจุลินทรีย์บางชนิดที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มออกซิเจนให้แก่แอมโมเนียม (สมศักดิ์, 2528)

นอกจากนี้ยังมีกระบวนการแปรสภาพจากไนไตรท์หรือไนเตรตเป็นก๊าซ (denitrification) ไนโตรเจนในดินที่อยู่ในรูปของไนไตรต์หรือไนเตรตแปรสภาพเป็นก๊าซ และสูญเสียไปจากดิน (volatilization) ได้ ไม่ว่าจะทางเคมีหรือชีวภาพ ในทางชีวภาพนั้น ไนเตรตหรือไนไตรต์ถูกลดออกซิเจนโดยการกระตุ้นจุลินทรีย์ซึ่งเกิดขึ้นเป็นขั้นๆ จนกลายเป็น nitrogen gas or molecular nitrogen หรือบางทีมีก๊าซอื่นๆ รวมทั้ง nitrous oxide (N_2O) เกิดขึ้นด้วย

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อไนเตรตในพืชดังนี้ คือ

1. การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในรูปไนเตรต แอมโมเนีย หรือยูเรีย มีแนวโน้มที่จะเพิ่มไนเตรตในพืช ปุ๋ยสองรูปหลังแม้จะมิได้อยู่ในรูปไนเตรต แต่เมื่อใส่ลงไปในดินที่มีการระบายอากาศดีก็ถูกจุลินทรีย์ในดินแปรสภาพให้เป็นไนเตรตได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปใดๆก็ตามแม้จะเพิ่มผลผลิตพืชแต่พืชเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะสะสมไนเตรตมากขึ้นด้วย

2. การโรยปุ๋ยไนเตรตกับผัก ทำให้ผักสะสมไนเตรตได้มากกว่าใช้ในรูปแอมโมเนียมหรือยูเรีย

3. การโรยปุ๋ยไนเตรตเป็นแถบข้างแถวของต้น spinach ปรากฏว่าพืชดูดไนเตรตได้มากกว่าหว่านก่อนปลูก และยิ่งรากพืชสัมผัสอยู่กับดินที่มีปุ๋ยไนเตรตนานขึ้นการสะสมก็จะยิ่งเพิ่มพูนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกลือไนเตรตชนิดต่างๆ คือ แอมโมเนียมไนเตรต แคลเซี่ยมไนเตรต และโปแตสเซี่ยมไนเตรต ปรากฏว่าพืชดูดไนเตรตจากเกลือชนิดแรกน้อยที่สุด

5. ไนเตรตเป็นไอออนที่กระตุ้นให้ nitrate reductase ทำงานส่วนแอมโมเนียมเป็นตัวขัดขวางการทำงานของเอนไซม์นี้

6. การผสมสารชะงักขบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification inhibitors) ในปุ๋ยแอมโมเนียมจะช่วยลดการสะสมไนเตรตในพืชได้อย่างมาก เนื่องจากสารดังกล่าวช่วยระงับหรือชลอการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียในดินไปเป็นกรดไนเตรต และพืชคงใช้แอมโมเนียมได้ตามปกติ

อิทธิพลของธาตุอื่นๆ ต่อการสะสมไนเตรตในพืช

1. การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ถึงแม้พืชจะขาดฟอสฟอรัสก็ไม่มีอิทธิพลต่อการสะสมไนเตรตอย่างเด่นชัด

2. พืชที่ขาดกำมะถันกิจกรรมของ nitrate reductase จะลดลง เนื่องจากเอนไซม์ดังกล่าวจะทำงานได้ต้องมี sulfhydryl group ดังนั้น เมื่อพืชขาดกำมะถันจึงมักสะสมไนเตรตมากขึ้นกว่าปกติ

3. แคลเซียมมีอิทธิพลต่อการดูดไนเตรตของรากพืช และอาจมีผลกระทบต่อขบวนการรีดิวซ์ไนเตรตด้วย นอกจากนี้รากพืชที่ขาดแคลเซียมมักไม่ค่อยเจริญเติบโตและดูดไนเตรตจากดินได้อย่างจำกัด (Wadleigh and Shire, 1939) สำหรับแมกนีเซียมนั้นยังไม่มีหลักฐานที่บ่งชี้ถึงอิทธิพลของธาตุนี้ต่อระดับไนเตรตของพืช

4. โมลิบดินัม เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการทำงานของ nitrate reductase พืชที่ขาดโมลิบดินัมอาจสะสมไนเตรตถึง 3% ของน้ำหนักแห้ง

5. แม้ว่าบทบาทของแมงกานีสต่อขบวนการรีดิวส์ไนเตรตยังไม่ทราบแน่นอน แต่มีผู้รายงานว่าแมงกานีสมีความสำคัญต่อขบวนการนี้ในข้าวสาลี

6. คลอไรด์จัดเป็นอิออนประจุลบที่เป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดไนเตรตของรากพืช หากสารละลายของดินมีคลอไรด์พอประมาณการดูดไนเตรตก็จะน้อยลง

การกระจายตัวของไนเตรตในพืช

ปริมาณไนเตรตในพืชไม่สม่ำเสมอกันทั้งต้น โดยทั่วไปการสะสมจะพบมากที่ต้นหรือก้านใบรองลงไปคือ ราก แผ่นใบ ดอก ผลและเมล็ด ตามลำดับ

sugar beet ที่ใช้เลี้ยงสัตว์มีไนเตรตในใบแก่มากกว่าใบอ่อนและก้านใบมีมากกว่าแผ่นใบหลายเท่า พืชชนิดเดียวกันแต่มีอายุต่างกันก็สะสมไนเตรตได้แตกต่างกันด้วย คือเมื่อเป็นกล้าอ่อนจะมีไนเตรตน้อย แต่เมื่อโตขึ้นก็จะสะสมได้มากขึ้น และสูงสุดเมื่อพืชเริ่มออกดอกแล้วจะเริ่มลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44418

เมื่อเจริญเต็มที่ ความสัมพันธ์ระหว่างอายุพืชกับการสะสมไนเตรตในเนื้อเยื่ออาจเกี่ยวข้องกับระดับไนโตรเจนในดินด้วย กล่าวคือ ในปลายฤดูปลูกระดับไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินอาจลดลงมากพืชจึงหันมาใช้ไนเตรตที่เคยสะสมไว้เป็นการชดเชย (King et al, 1993) พืชดูดแอมโมเนียมและไนเตรตเข้าไปทางรากหรือทางใบเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

สำหรับแอมโมเนียมนั้นพืชนำไปสร้างกรดอะมิโนและอินทรีย์สารอื่นๆได้โดยตรง ส่วนไนเตรตที่ถูกดูดเข้าไปในพืชจะต้องผ่านขบวนการที่จะรีดิวส์ให้ได้แอมโมเนียมเสียก่อนจึงจะใช้ได้ ขบวนการดังกล่าวมีเอนไซม์หลายชนิดเข้ามาเกี่ยวข้อง ที่สำคัญคือ nitrate reductase ซึ่งเป็นเอนไซมรีดิวซ์ไนเตรตในเนื้อเยื่อพืชให้กลายเป็นไนไตรต์ อย่างไรก็ตามจะยังมีไนเตรตบางส่วนไม่ถูกรีดิวซ์ก็คงอยู่ในเนื้อเยื่อพืช ซึ่งจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้คือ พันธุกรรมของพืช ปริมาณไนเตรตที่พืชได้รับจากดิน สภาพแวดล้อมในขณะที่พืชนั้นเจริญเติบโต อายุของพืช และส่วนของพืช

พิษของไนเตรตและไนไตรต์ต่อคนและสัตว์เลี้ยง

สารที่เป็นพิษโดยตรงต่อร่างกายก็คือ ไนไตรต์ อย่างไรก็ตามไนเตรตในพืชมีโอกาสเปลี่ยนเป็นไนไตรต์ได้โดยขบวนการ reduction ทั้งก่อนบริโภคและหลังจากที่ผักเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของร่างกายแล้ว ไนเตรตในผักที่เก็บรักษาไว้ก่อนปรุงอาหารจะเปลี่ยนเป็นไนไตรต์ได้โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในน้ำและพืช หรือเอนไซม์ของพืชเอง

เมื่อบริโภคอาหารที่มีไนเตรต หากคนมีสุขภาพดีลำไส้จะดูดซึมไนเตรตได้อย่างรวดเร็ว ส่วนคนที่ลำไส้ไม่ปกติการดูดซึมไนเตรตจะช้าลงทำให้มีโอกาสถูกรีดิวซ์ได้ง่าย นอกจากนี้ความผิดปกติในลำไส้อาจเป็นสาเหตุให้ pH ในส่วนนั้นสูงกว่าปกติ ทำให้บักเตรีบางชนิดที่สามารถรีดิวส์ไนเตรตได้เจริญเติบโตได้ดีหรือจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจขึ้นมาอยู่ในลำไส้ตอนบนแล้วเปลี่ยนไนเตรตในส่วนนั้นได้ด้วย

การเปลี่ยนไนเตรตให้กลายเป็นไนไตรต์เกิดในระบบทางเดินอาหารของเด็กได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่ ยิ่งไนไตรต์มีในร่างกายมากเท่าใดก็จะเกิดอันตรายได้มากเพียงนั้น ซึ่งอันตรายโดยตรงจากไนไตรต์ คือ การทำให้เกิดอาการ methemoglobinemia

สาเหตุของอาการ

เมื่อไนไตรต์ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตแล้ว ไนไตรต์จะออกซิไดซ์เหล็กในฮีโมโกลบินซึ่งเป็น ferrous form (Fe^{++}) ให้กลายเป็น ferric form (Fe^{+++}) ฮีโมโกลบินจึงกลายเป็น methemoglobin ซึ่งไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนได้ต่อไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในร่างกายคนปกติจะมี methemoglobin เพียงเล็กน้อย กล่าวคือ ผู้ใหญ่มีราวร้อยละ 1 ทารกที่คลอดใหม่ๆมีราวร้อยละ 4 ส่วนเด็กอ่อนที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบหายใจ อาจมีร้อยละ 6 ของฮีโมโกลบิน ทั้งหมดหากมี methemoglobin ในเลือดเพียงเล็กน้อย เอนไซม์บางชนิดที่มีอยู่ในเม็ดเลือดแดงสามารถแปรสภาพให้กลับกลายมาเป็นฮีโมโกลบินปกติได้อีก การมีอัตราการเพิ่มของ methemoglobin สูงกว่าระดับปกติหากมีประมาณร้อยละ 15 ของฮีโมโกลบิน ก็จะเกิดอาการซึ่งเรียกว่า methemoglobinemia เมื่อเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 70 ผู้ป่วยจะเสียชีวิตได้

ผลต่อสุขภาพด้านอื่นๆ

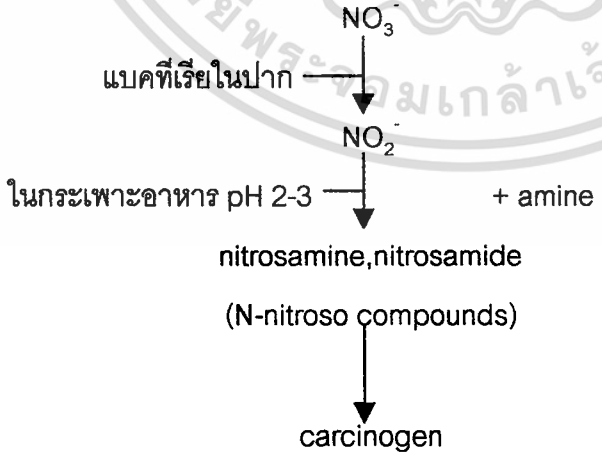
การค้นคว้าด้านโภชนาของสัตว์เลี้ยง ชี้ให้เห็นความผิดปกติของสัตว์ทดลองที่ได้รับไนเตรตหรือไนไตรต์ ดังต่อไปนี้

1. สัตว์มีอาการขาดวิตามินเอ เนื่องจากความเป็นพิษของไนเตรตที่มีต่อเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมทาบอลิซึมของวิตามินเอ นอกจากนี้ไนไตรต์ยังทำลายแคโรทีนขณะที่สารดังกล่าวอยู่ในระบบทางเดินอาหารอีกด้วย

2. สัตว์มีความต้องการไอโอดีนมากขึ้น แต่เดิมเคยต้องการเพียง 35 ppb หากร่างกายได้รับไนเตรตมากๆ ความต้องการไอโอดีนของสัตว์จะเพิ่มเป็น 200 ppb

3. ไนไตรต์ยังอาจเป็นสาเหตุของความผิดปกติในร่างกายอีกหลายอย่าง เช่น หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ

4. ไนไตรต์ทำปฏิกิริยากับ amine ในร่างกายได้ nitrosamine ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นสารชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดมะเร็งในสิ่งมีชีวิต



ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของไนเตรตและการสังเคราะห์สารประกอบไนโตรโซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์สำหรับปลูกผัก

1. แปลงปลูกผักทดลอง ขนาด 1.5 x 1.2 เมตร
2. เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้ง
3. ดินผสม อัตราส่วน 1 : 2 : 2 : 2 ของดิน : ปุ๋ยคอก : ปุ๋ยหมัก : ขุยมะพร้าว
4. เทปวัดระยะ
5. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคแมลง
6. อุปกรณ์สำหรับดูแลรักษา ได้แก่ บัวรดน้ำ เครื่องพ่นสารเคมีป้องกันแมลง
7. ป้าย

อุปกรณ์

1. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น บิกเกอร์ กระบอกตวง หลอดทดลอง
2. เครื่องตรวจวิเคราะห์ spectrophotometer รุ่น Genesis II
3. เครื่องปั่นผัก (blender)
4. Waterbath ชนิดควบคุมอุณหภูมิได้
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก
6. glass wool
7. กระดาษกรองเบอร์ 42

สารเคมี

1. N-1-naphthyl ethylene diamine dihydrochloride (A.R.Grade; Analar)
2. Sulfanilanide (A.R.Grade; Analar)
3. Sali cylic acid (A.R.Grade; Analar)
4. Sodium hydroxide (A.R.Grade; Merck)
5. Sulfuric acid (A.R.Grade; Analar)
6. Activated cabon (A.R.Grade; Analar)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 วิธีการ (treatments) วิธีการละ 4 ซ้ำ (replication) โดยปลูกผักในแปลงขนาด 1.5 x 1.2 เมตร แต่ละแปลงมีสภาพแวดล้อมและวิธีการดูแลเหมือนกันทุกประการ โดยให้ปุ๋ยสองสัปดาห์ต่อครั้ง ซึ่งแต่ละวิธีการใส่ปุ๋ยต่างกัน ดังนี้

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีการควบคุม)
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 50 กรัม ละลายน้ำ 5 ลิตร/แปลง (30 กิโลกรัม/ไร่)
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 68 กรัม ละลายน้ำ 5 ลิตร/แปลง (40 กิโลกรัม/ไร่)
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 84 กรัม ละลายน้ำ 5 ลิตร/แปลง (50 กิโลกรัม/ไร่)

วิธีการดำเนินงาน

1. เตรียมแปลงปลูก โดยแบ่งออกเป็น 16 หน่วยทดลอง
2. ใส่ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก, ขุยมะพร้าว และดิน ผสมคลุกเคล้าในอัตราส่วน 2 : 2 : 2 : 1
3. หยอดเมล็ดกวางตุ้งเป็นแถวโดยมีระยะห่างระหว่างแถว 10 เซนติเมตร ทั้ง 16 หน่วยทดลอง เขียนป้ายบอกทรีทเมนต์
4. ปฏิบัติดูแลรักษา
   4.1 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 ตามที่กำหนดไว้ในทรีทเมนต์ หลังจากถอนกล้า 2 สัปดาห์
   4.2 การให้น้ำ ใช้บัวรดน้ำทุกวัน เช้าและเย็น
   4.3 การพ่นสารเคมีป้องกันโรคและแมลง เมื่อผักกวางตุ้งอายุ 15 วัน

การบันทึกข้อมูล

เมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว 15 วัน เก็บผักกวางตุ้งแต่ละแปลงมาชั่งน้ำหนักหาผลผลิต/ไร่ และวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรตและไนไตรต์

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตและไนไตรท์

1. NED reagent : ละลาย N-1-naphhyl ethylene diamine dinydrochloride 0.3 กรัม ใน 0.12 N HCl 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

2. Sulfanilamide reagent : ละลาย sulfanilamide 0.5 กรัม ใน 2.4 N HCl 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Salicylic acid : ละลาย salicylic acid 5 กรัม ใน H_2SO_4 เข้มข้น จำนวน 95 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา (ใช้ได้ภายใน 7 วัน)

4. Sodium hydroxide 4 M : ละลาย NaOH 160 กรัมในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

5. สารละลายมาตรฐาน

5.1 สารละลายมาตรฐานไนเตรต ($NaNO_3$)

5.1.1 Stock solution : ละลาย $NaOH_3$ ที่ผ่านการอบแล้ว จำนวน 1.00 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จะได้ stock solution $NaNO_3$ เข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

5.1.2 Intermediate solution : pipette stock solution จำนวน 25 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร จะได้ intermediate solution เข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

5.1.3 Working solution : pipette intermediate solution จำนวน 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5 และ 8.5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ขวดละความเข้มข้น ปรับปริมาตรแต่ละขวดด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร จะได้ working solution เข้มข้น 5, 7, 9, 11, 13, 15 และ 17 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

5.2 สารละลายมาตรฐานไนไตรต์ ($NaNO_2$)

5.2.1 Stock solution : ละลาย $NaOH_2$ ที่ผ่านการอบแล้ว จำนวน 1.00 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จะได้ stock solution $NaNO_2$ เข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

5.2.2 Intermediate solution : pipette stock solution จำนวน 50 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร จะได้ intermediate solution เข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

5.2.3 Working solution : pipette intermediate solution จำนวน 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ขวดละความเข้มข้นปรับปริมาตรแต่ละขวดด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร จะได้ working solution เข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6 และ 0.7 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

6. การสร้าง standard curve

6.1 Standard curve ของไนเตรต

6.1.1 pipette working standard solution $NaNO_3$ เข้มข้น 5, 7, 9, 11, 13, 15 และ 17 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร อย่างละ 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองละความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.2 เติม 5% salicylic acid จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้วไว้ 15 นาที

6.1.3 เติม 4M NaOH จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

6.1.4 นำไปวัดค่า absorbance แล้วสร้าง standard curve จากค่า absorbance และค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 nm

6.2 Standard curve ของไนไตรต์

6.2.1 pipette working standard solution $NaNO_2$ เข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6 และ 0.7 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร อย่างละ 2 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองหลอดละความเข้มข้น

6.2.2 เติม sulfanilamide reagent จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้วไว้ 15 นาที

6.2.3 เติม N-1-naphthyl ethylene diamine dihydrochloride จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

6.2.4 นำไปวัดค่า absorbance แล้วสร้าง standard curve จากค่า absorbance และค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 520 nm

7. กระดาษกรอง No.42: วิเคราะห์หาไนเตรตและไนไตรต์โดยสุ่มเลือกกระดาษกรอง 3 – 4 แผ่นจากแต่ละกล่อง แช่ในน้ำกลั่น จำนวน 40 มิลลิลิตร นาน 30 นาที นำน้ำกลั่นที่ผ่านการแช่กระดาษกรองแล้วนำมาพัฒนาสี นำไปตรวจวิเคราะห์หาไนเตรตและไนไตรต์โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 และ 520 nm ตามลำดับ

การสกัดแยกไนเตรตและไนไตรต์จากตัวอย่างผัก

1. หั่นผักตัวอย่างแล้วชั่งให้ได้ 10± 0.5 กรัม ใส่ในโถปั่น
2. ใส่น้ำกลั่นในโถปั่นจำนวน 50 มิลลิลิตร แล้วปั่นผักให้ละเอียด
3. เทผักที่ปั่นละเอียดแล้วลงในบิกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นอีก 150 มิลลิลิตร แล้วนำไปตั้งบน water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งคนด้วยแท่งแก้วเป็นระยะๆ
4. ยกออกจาก water bath แล้วคนด้วยแท่งแก้วอีกประมาณ 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นให้ครบ 200 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กรองผ่านใยแก้ว (glass wool) จะได้สารละลายสีเขียว

6. นำสารละลายที่กรองได้มาเติมผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ซึ่งผ่านการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงแล้ว จำนวน 1.5 กรัม คนด้วยแท่งแก้วนาน 5 นาที

7. กรองผ่านกระดาษกรอง No.42 จะได้สารละลายที่ใส

8. นำสารละลายที่กรองได้ไปพัฒนาสีแล้วตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง spectrophotometer

การพัฒนาสีและการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรต

1. pipette สารละลายที่สกัดได้จากผักตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง

2. เติม 5% Salicylic acid จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที

3. เติม 4M NaOH จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

4. นำไปวัดค่า absorbance และหาปริมาณความเข้มข้นจาก standard curve โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 nm

การพัฒนาสีและการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรต์

1. pipette สารละลายที่สกัดได้จากผักตัวอย่างจำนวน 2 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง

2. เติม Sulfanilamide reagent จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที

3. เติม N-1-naphthyl ethylene diamine dihydrochloride จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

4. นำไปวัดค่า absorbance และหาปริมาณความเข้มข้นจาก standard curve โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 520 nm

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มทำการปลูกวันที่ 20 มกราคม 2544 ถึง 8 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาการตกค้างของปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) โดยเปรียบเทียบอัตราปุ๋ยในระดับที่ต่างกัน ผลปรากฏว่า

1.ผลผลิตเฉลี่ยต่อแปลงของผักกาดเขียวกวางตุ้ง

น้ำหนักต้นสดต่อแปลงของผักกาดเขียวกวางตุ้งวิธีการที่ 3 (ปุ๋ย 68 กรัม/แปลง) มีน้ำหนักต้นสดต่อแปลงเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1268.75 กรัม รองลงมาคือ วิธีการที่ 2 (ปุ๋ย 50กรัม/แปลง) น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 1161.25 กรัม, วิธีการที่ 4 (ปุ๋ย 84กรัม/แปลง) น้ำหนักต้นสด 1120.00 กรัม และ วิธีการควบคุม (ปุ๋ย 0 กรัม/แปลง) น้ำหนักต้นสด 1056.25 กรัม ตามลำดับ (ตารางผลการทดลอง) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยต่อแปลงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2. ปริมาณไนเตรตในผักกาดเขียวกวางตุ้ง

ปริมาณไนเตรตในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกันของวิธีการที่ 3 (ปุ๋ย 68 กรัม/แปลง) มีปริมาณไนเตรตสูงที่สุดคือ 4718.55 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ วิธีการที่ 4 (ปุ๋ย 84 กรัม/แปลง) ปริมาณไนเตรต 4717.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม, วิธีการที 2 (ปุ๋ย 50 กรัม/แปลง) ปริมาณไนเตรต 4457.725 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และวิธีการควบคุม (ปุ๋ย 0 กรัม/แปลง) ปริมาณไนเตรต4124.025 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผลการทดลอง) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า วิธีการที่ 3 (ปุ๋ย 68 กรัม/แปลง) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 4 (ปุ๋ย 84 กรัม/แปลง) แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 (ปุ๋ย 50 กรัม/แปลง) และวิธีการควบคุม (ปุ๋ย 0 กรัม/แปลง)

3. ปริมาณไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้ง

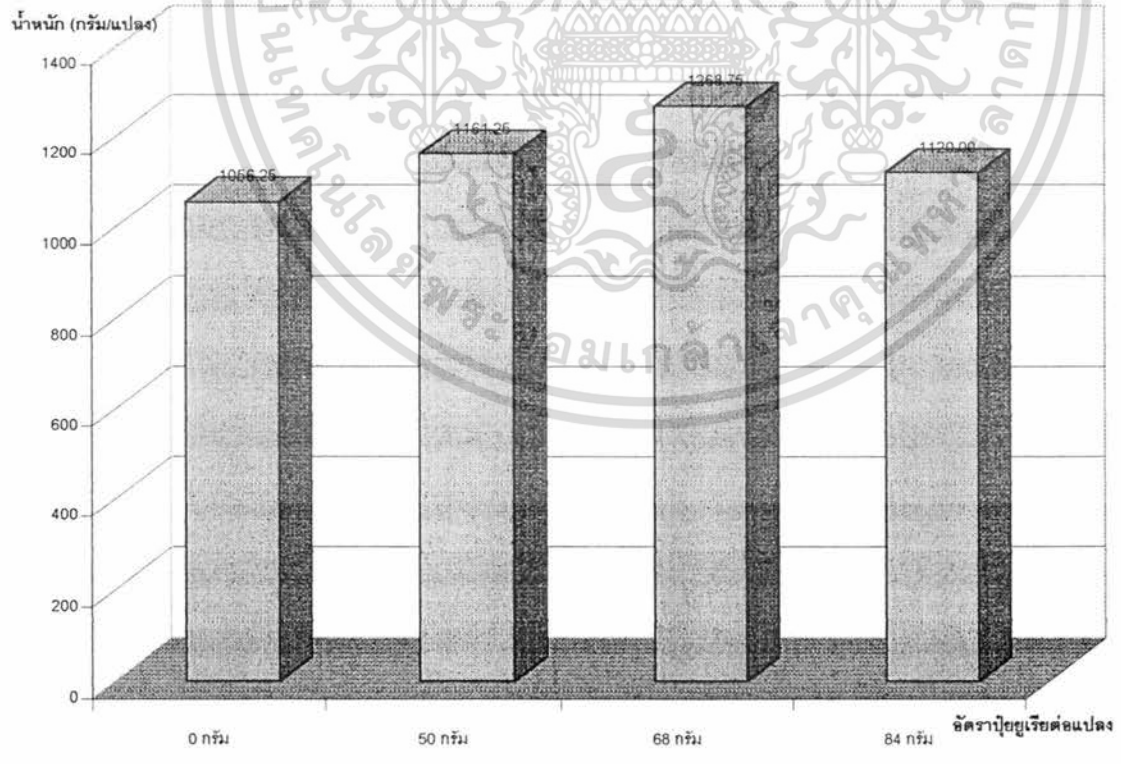
ปริมาณไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกันของวิธีการที่ 4 (ปุ๋ย 84 กรัม/แปลง) มีปริมาณไนไตรต์สูงที่สุดคือ 0.6475 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 (ปุ๋ย 68 กรัม/แปลง) ปริมาณไนไตรต์ 0.4675 มิลลิกรัม/กิโลกรัม, วิธีการที 2 (ปุ๋ย 50 กรัม/แปลง) ปริมาณไนไตรต์ 0.405 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และวิธีการควบคุม (ปุ๋ย 0 กรัม/แปลง) ปริมาณไนไตรต์ 0.285 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผลการทดลอง) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ปรากฏว่า วิธีการที่ 4 (ปุ๋ย 84 กรัม/แปลง) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลอง แสดงผลผลิตปริมาณไนเตรต และไนไตรต์ของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

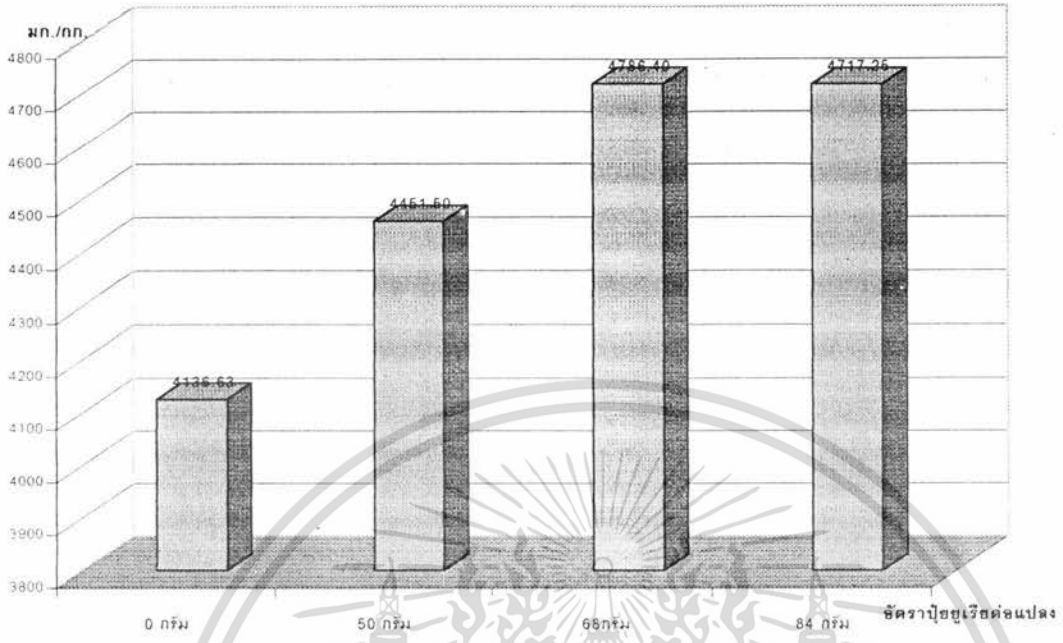
อัตราปุ๋ยยูเรีย (ก.ก./ไร่)	ปริมาณ		
	ผลผลิต(กรัม/แปลง)	ไนเตรต(มก./กก.)	ไนไตรต์(มก./กก.)
วิธีการควบคุม = 0	1,052.50 a[1/]	4,136.63 c[2/]	0.285 b[2/]
วิธีการที่ 2 = 30	1,061.25 a	4,451.50 b	0.405 b
วิธีการที่ 3 = 40	1,275.00 a	4,786.40 a	0.467 b
วิธีการที่ 4 = 50	1,120.00 a	4,717.25 a	0.647 a

[1/] = ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

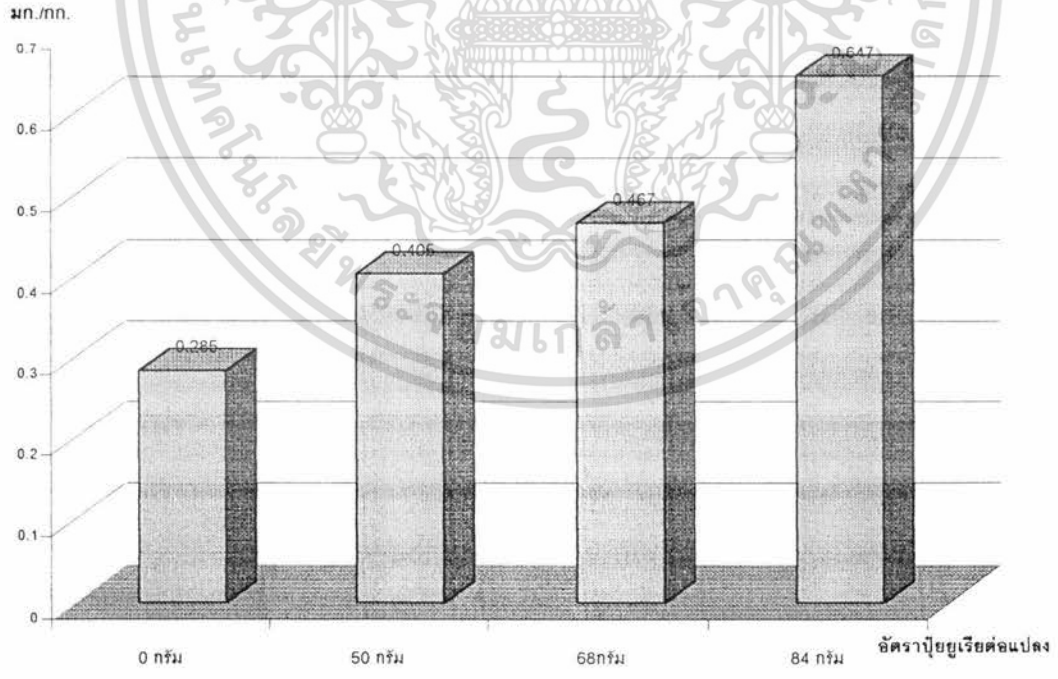


ภาพที่ 1 ปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ปริมาณไนเตรตในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน



ภาพที่ 3 ปริมาณไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของอัตราปุ๋ยยูเรียต่อปริมาณผลผลิต

ผลของอัตราปุ๋ยยูเรียต่อปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าอัตราปุ๋ยยูเรียแต่ละวิธีการ คือ วิธีการควบคุม (0 กรัม/แปลง), วิธีการที่ 2 (50 กรัม/แปลง), วิธีการที่ 3 (68 กรัม/แปลง) และ วิธีการที่ 4 (84 กรัม/แปลง) ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง ทำให้ปริมาณผลผลิตไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขั้นตอนแรกของการปลูก คือการเตรียมดินได้มีการใส่ปุ๋ยคอก : ปุ๋ยหมัก : ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 2 : 2 : 2: 1 เป็นส่วนผสมดินในแปลงปลูกทุกวิธีการทดลองเท่าๆกัน และในปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักจะมีธาตุไนโตรเจนอยู่ ดังนั้นจึงทำให้การปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้งของแต่ละวิธีการมีปริมาณผลผลิตที่ไม่แตกต่างกัน

ผลของอัตราปุ๋ยยูเรียต่อปริมาณไนเตรตและไนไตรต์

จากผลการทดลองพบว่าผักกาดเขียวกวางตุ้งมีปริมาณไนเตรตสูงมากทุกวิธีการทดลอง คือวิธีการที่ 3 (68 กรัม/แปลง) เท่ากับ 4,786.40 มก./กก., วิธีการที่ 4(84 กรัม/แปลง) เท่ากับ 4,717.25 มก./กก, วิธีการที่ 2 (50 กรัม/ แปลง) และวิธีการควบคุม (0 กรัม/แปลง) เท่ากับ 4,451.50 และ 4,136.63 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของลักขณา และคณะ (2534) ซึ่งได้ศึกษาแนวทางการปลูกผักกวางตุ้งเพื่อลดปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ ซึ่งพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-16 จำนวน 1.5 ช้อนชา+ปุ๋ยยูเรีย 2 ช้อนชา ละลายน้ำ 10 ลิตร/แปลง, ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-16 จำนวน 1.5 ช้อนชา+ปุ๋ยยูเรีย 2 ช้อนชา ละลายน้ำ 10 ลิตร/แปลง สลับปุ๋ยหมัก จำนวน 2 กก./แปลง, ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 จำนวน 1.5 ช้อนชา+ปุ๋ยยูเรีย 2 ช้อนชา ละลายน้ำ 10 ลิตร/แปลง สลับปุ๋ยคอก จำนวน 2 กก./แปลง โดยให้สลับกันในแต่ละสัปดาห์ ทำให้ปริมาณไนเตรตในผักกวางตุ้งสูงคือ 3,656.34, 3,900.84 และ 3,018.27 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกับผลการทดลองครั้งนี้ อย่างไรก็ตามการที่ผลการทดลองมีปริมาณไนเตรตในปริมาณที่สูงแม้วิธีการควบคุมซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย ก็ยังมีปริมาณไนเตรตที่สูง ก็อาจจะเป็นผลมาจากก่อนทำการปลูก ได้ทำการเตรียมดินซึ่งมีปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมในปริมาณมาก รองพื้นก่อนทำการเพาะปลูก ทำให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งของวิธีการควบคุมมีปริมาณไนเตรตสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผลของอัตราปุ๋ยยูเรียต่อปริมาณไนไตรต์ของผักกาดเขียวกวางตุ้ง 0 กรัม/แปลง, 50 กรัม/แปลง, 68 กรัม/แปลง และ 84 กรัม/แปลง มีปริมาณไนไตรต์ที่พบในผักกาดเขียวกวางตุ้งเท่ากับ 0.285, 0.405, 0.467 และ 0.647มก./กก. ตามลำดับ โดยผักกวาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 84 กรัม/แปลง มีปริมาณไนไตรต์สูงที่สุด เช่นเดียวกับการทดลองของ ดวงฤทัย (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไนเตรต และไนไตรต์ในผักคะน้าที่ให้ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยคอก ปุ๋ยกท.ม.1 และไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าวิธีการที่ให้ปุ๋ยยูเรียมีปริมาณไนไตรต์สูงที่สุด รองลงมาคือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยกท.ม.1 และไม่ใส่ปุ๋ย มีปริมาณไนไตรต์เท่ากับ 134.61, 119.24, 105.72 และ 87.59 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองพบว่า หากพิจารณาเฉพาะความปลอดภัยจากความเสี่ยงต่อการเป็นพิษจากไนเตรต/ไนไตรต์ ควรบริโภคผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรียหรือมีการรองพื้นด้วยปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียวเพราะมีปริมาณไนเตรต/ไนไตรต์ต่ำกว่าผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ใส่ปุ๋ยยูเรียระดับอื่นๆ และถ้าหากพิจารณาถึงปริมาณผลผลิตจะพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกวิธีการ จากผลการทดลองนี้ พบว่าทุกวิธีการมีปริมาณไนเตรตสูงมากซึ่งเกินกว่าอัตราที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขแม้แต่วิธีการควบคุมซึ่งไม่ให้ปุ๋ยยูเรียมีปริมาณไนเตรตเท่ากับ 4,136.63 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งอัตราที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขให้มีปริมาณไนเตรตในอาหารไม่ควรสูงกว่า 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนไนไตรต์นั้น เนื่องจากตัวมันเองเป็นพิษต่อร่างกายโดยตรงระดับปริมาณในอาหารจึงถูกกำหนดให้ไม่เกิน 125 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค,2535) และในการทดลองนี้มีปริมาณไนไตรต์ต่ำกว่าอัตราที่กำหนดทุกวิธีการ และจากการศึกษาของประภาพร (2541) รายงานว่า การต้มจะมีการสูญเสียปริมาณไนเตรตมากที่สุด เมื่อเทียบกับการผัดและการนึ่ง ซึ่งปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ที่สูญเสียไปจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการหุงต้มและจะไปอยู่ในน้ำที่ใช้หุงต้ม ผักคะน้ามีการลดลงของปริมาณไนเตรตมากที่สุดซึ่งมีค่าเฉลี่ย 47.9% ไม่พบแนวโน้มการเกิดไนไตรต์ในการหุงต้มทั้งสามวิธี ดังนั้นจากการศึกษานี้จึงกล่าวได้ว่าการต้มผักก่อนที่จะบริโภคเป็นวิธีที่ดีที่จะลดปริมาณไนเตรตและช่วยให้ผู้บริโภคได้รับพิษจากไนเตรตและไนไตรต์ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเปรียบเทียบอัตราปุ๋ยยูเรียที่มีผลต่อปริมาณไนเตรต ไนไตรต์ และผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง ทำการทดลองที่แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร ระหว่างวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2544 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 4 วิธีการ วิธีการละ 4 ซ้ำ

ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการทดลองพบว่าปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ผักกาดเขียวกวางตุ้งวิธีการที่ 3 (68 กรัม/แปลง) ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่อแปลงสูงที่สุด

2. ปริมาณไนเตรตที่ตรวจพบในผักกาดเขียวกวางตุ้งวิธีการที่ 3 (68 กรัม/แปลง) สูงที่สุด คือ 4786.40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ วิธีการที่ 4 (84 กรัม/แปลง), วิธีการที่ 2 (50 กรัม/แปลง) และวิธีการควบคุม (0 กรัม/แปลง) มีปริมาณไนเตรต เท่ากับ 4717.25, 4451.50 และ 4136.63 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

3. ปริมาณไนไตรต์ที่ตรวจพบในผักกาดเขียวกวางตุ้งวิธีการที่ 4 (84 กรัม/แปลง) สูงที่สุด คือ 0.647 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 (68 กรัม/แปลง), วิธีการที่ 2 (50 กรัม/แปลง) และวิธีการควบคุม (0 กรัม/แปลง) มีปริมาณไนเตรต เท่ากับ 0.467, 0.405 และ 0.285 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

จากผลการทดลองนี้ พบว่าทุกวิธีการมีปริมาณไนเตรตสูงมากซึ่งเกินกว่าอัตราที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข กำหนดปริมาณไนเตรตในอาหารว่าไม่ควรสูงกว่า 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนไนไตรต์นั้น เนื่องจากตัวมันเองเป็นพิษต่อร่างกายโดยตรงระดับปริมาณในอาหารจึงถูกกำหนดให้ไม่เกิน 125 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค,2535) ซึ่งในการทดลองนี้มีปริมาณไนไตรต์ต่ำกว่าอัตราที่กำหนดทุกวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกษตรกรรม. 2534. **คู่มือเกษตรการปลูกผักและผลไม้.** รุ่งวัฒนาการพิมพ์,กรุงเทพฯ.312 น.

กองบรรณาธิการ ฐานเกษตรกรรม. 2534. **รวมเรื่องผัก.** มิตรสยาม,กรุงเทพฯ. 143 น.

กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2535. **ความต้องการใส่ปุ๋ยเคมีในการเกษตรของไทย พ.ศ.2535 – 2540.** เอกสารเศรษฐกิจทางการเกษตรเล่มที่ 48. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.

ขวัญจิตร สันติประชา และสายัณห์ สดุดี. 2526. **หลักการผลิตผัก.** ภาควิชาพืชศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 194 น.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2529. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 152 น.

ดวงฤทัย รัตนมาลา. 2542. **การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไนเตรต (NO_2) และไนไตรต์ (NO_3) ในผักคะน้าที่ให้ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยคอก และปุ๋ยกท.ม.1.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,กรุงเทพฯ.

ถวิล ครุฑกุล. 2540. **เกษตรยั่งยืนการใช้ดิน-ปุ๋ย.** สหมิตรออฟเซ็ท,นนทบุรี. 12 น.

ประภาพร สวราชย์. 2541. **ผลของการหุงต้มต่อระดับไนเตรตและไนไตรต์ในผัก.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ (โภชนศาสตร์) คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาดล.

เมืองทอง, สุรีรัตน์ ทวนทวี. 2532. **สวนผัก (ผักบ้านเรา).** ทั่วฮั่วซิน, กรุงเทพฯ. 456 น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2524. **ไนเตรตในพืชกับสุขภาพของผู้บริโภค.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : เอกสารวิชาการฉบับที่ 9 . 13 น.

ลักขณา อมรสิน. 2534. **อนุมูลพิษ ใน พิษวิทยาวิเคราะห์.** ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์. 37 –39 น.

วิเชียร ฝอยพิกุล. 2536. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์ , สุรินทร์. 230 น.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. **จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 193 น.

สุดใจ เกตุเดชา. 2539. **คู่มือการเรียนการสอนวิชาดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** คณะวิชาพืชศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรกรรมเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์. 156 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2534. **หลักการผลิตผัก**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 217 น.

สมศิริ แสงโชติ. 2532. **โรคของพืชเศรษฐกิจ**. ช่องนนทรี,กรุงเทพฯ. 74 น.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, แจ่มจันทร์ วิจารณ์สรณ์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, สุรพล รัตนโสภณ และสุเทพ ทองแพ .2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 730 น.

สุรชัย มัจฉาชีพ. 2534. **พืชเศรษฐกิจประเทศไทย**. แพร่วิทยา, กรุงเทพฯ. 275 น.

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค. 2535. **หนังสือรวบรวมบทความเผยแพร่ความรู้เรื่องการคุ้มครองผู้บริโภค**.สำนักพิมพ์สามเจริญพาณิชย์. กรุงเทพฯ. 46.48 น.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2539. **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 78 –110 น.

อุดม โกสัยสุก. 2534. **การปลูกผักกินใบ**. อักษรบัณฑิต, กรุงเทพฯ. 32 น.

Berger, J. 1962. **Maize Production and the Manuring of Maize**. Conzett and Huber, Zulrich. 315 pp.

Burt T,P,Heathwaite A.L. and S.T. Trudgill. 1993. **Nitrate Processes, Patterns and Management : Nitrate in Groudwater**. New York. 214 pp.

Douglas M. Considine,P.E. Glenn D. Condidine. 1984. **Van Nostrand Reinhole Encycopedia of Chemistry**, Manufactured in USA New York. 22-24.

George L,Clark and Gessner G. Hawley. 1966. **The Encyclopedia of Chemistry**,Reinhold Publishing Corporation New York. 166-167.

Geus,J.G. 1973. **Fertilizer Guide for the tropicals and Subtropicals**. Centred' Etude L' Azote, Zulich. 774 pp.

Hageman .1984. **Nitrogen in Crop Production**. Published by American Society of Agronomy. Crop science Society of America. Soil Science Society of America,Madison,wisconsin USA . 804 p.

Ikeda, H. 1991. **Utilization of Nitrogen by Vegetable Crops**. Japan Agricultural Reserch Ceuaterly Vol. 25 No.2

Imsande,J.and Touraine,B. 1994. **N Demand and the Regulation of Nitrate Uptake Plant Physiol**. 105: 3-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

King B.J, Siddigi M.Y, Ruth T.J, Warner R.H, and Glass A D M. 1993. **Feedback Regulation of Notrate influx in Barley roots by Nitrate, Nitrate and Ammonium Plant Physiol** 102 : 1277-1286.

Lim J.T, Wilkerson GG, Raper CD and Gold HJ. 1990. **A dynamic model of vegetative soybean plants. Model structure and behaviour under varying root tempetature and nitrogen concentration.** J Exp Bot 41: 221-241.

Wadleigh,C.H. and J.W. Shire. 1939. **Base content of corn plants as influenced by pH of substrate and form of N supply.** Soil Science 47: 273-283.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงผลผลิตน้ำหนักสดของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

อัตราปุ๋ยยูเรีย (ก.ก./ไร่)	ซ้ำที่				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
0	1,120	1,020	1,060	1,025	4,225	1,052.50 a[1/]
30	1,000	1,075	1,145	1,425	4,245	1061.25 a
40	1,220	1,210	1,245	1,400	5,100	1,275.00 a
50	1,085	1,030	1,155	1,210	4,480	1,120.00 a

[1/] = ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	95629.69	31876.56	2.518[ns]	3.49	5.95
Ex.Error	12	151906.3	12658.85			
Total	15	247535.9				

GRAN MEAN = 1151.563

CV = 9.77%

ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงปริมาณไนเตรตที่ตรวจพบในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย อัตราต่างกัน

อัตราปุ๋ยยูเรีย (ก.ก./ไร่)	ซ้ำที่				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
0	4,208.90	3,985.60	3,949.20	4,352.40	16,546.52	4,136.63 c[1/]
30	4,559.30	4,298.00	4,555.20	4,418.40	17,806.00	4,451.50 b
40	4,872.00	4,519.60	4,864.80	4,617.80	19,145.60	4,786.40 a
50	4,857.80	4,625.50	4,638.90	4,746.60	18,869.00	4,717.25 a

[1/] = ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณไนเตรตในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	952031	317343.7	13.324**	3.49	5.95
Ex.Error	12	285801.7	23816.81			
Total	15	1237833				

GRAN MEAN = 4504.375

CV = 3.426%

** = hignly significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงปริมาณไนไตรต์ที่ตรวจพบในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

อัตราปุ๋ยยูเรีย (ก.ก./ไร่)	ซ้ำที่				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
0	0.36	0.18	0.31	0.29	1.14	0.285 b[1/]
30	0.27	0.58	0.32	0.45	1.62	0.405 b
40	0.54	0.56	0.37	0.40	1.86	0.467 b
50	0.79	0.74	0.54	0.52	2.58	0.647 a

[1/] = ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณไนไตรต์ในผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างกัน

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	0.274225	0.091408	6.8577**	3.49	5.95
Ex.Error	12	0.15995	0.013329			
Total	15	0.434175				

GRAN MEAN = 0.4513

CV = 25.582%

** = hignly significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้