สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

ระยะเวลา และปริมาณการลดไนโตรเจนของสารละลายธาตุอาหาร ในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวที่มีต่อการสะสมไนเตรทของผักที่ปลูกในระบบ DRFT

(Dynamic Root Floating Technique System)

Nitrogen Decreasing in Nutrient Solution and Timing Before Harvested to Nitrate Accumulation in Vegetable as Grown on Dynamic Root Floating Technique System

นายไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2552

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
SB
126.5
พ988ร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....131051
วัน,เดือน,ปี 21 พค 2557

b.12596607
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทางสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้จัดสรรงบประมาณในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณคุณเรไร นันทนาวัฒน์ บริษัท Higreen Hydroponic Farm ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการปลูกตลอดจนดูแลรักษาผัก ที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระยะเวลา และปริมาณการลดไนโตรเจนของสารละลายธาตุอาหาร ในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวที่มีต่อการสะสมไนเตรทของผักที่ปลูกในระบบ DRFT (Dynamic Root Floating Technique System)

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Nitrogen Decreasing in Nutrient Solution and Timing Before Harvested to Nitrate Accumulation in Vegetable as Grown on Dynamic Root Floating Technique System

แหล่งเงิน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2552 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 200,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2551 ถึง 30 กันยายน 2552

หัวหน้าโครงการ นายไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทรศัพท์ 02-329-4101 E-mail: kpphaira@kmitl.ac.th

คำสำคัญ (Keywords) การสะสมไนเตรท, พืชผัก, nitrate accumulation, vegetable

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดที่มีต่อการสะสมไนเตรทของผักใบ (กวางตุ้ง, ไดโตเกียว, คื่นช่าย, คะน้า, และฮ่องเต้) ที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินในระบบ DRFT (Dynamic Root Floating Technique) โดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช 4 ระดับ (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืชก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 4 ระดับ (2, 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว) พบว่า สามารถลดปริมาณไนเตรทในสารละลายที่ปลูกผักไดโตเกียว, คื่นช่าย, คะน้า และฮ่องเต้ ให้เหลือ 25% และในสารละลายที่ปลูกผักกวางตุ้ง ให้เหลือ 50% เป็นเวลานาน 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว โดยไม่ทำให้น้ำหนักสดและความเขียวใบของผักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลทำให้ปริมาณไนเตรทโดยมวลสดของผักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักมีแนวโน้มลดลงหรือผักมีความอวบน้ำมากขึ้น

Abstract

Effect of Nitrate decreasing in nutrient solution and timing before harvesting on nitrate accumulation in leafy vegetable (pak choi (*Brassica chinensis* L. var. chinensis), dai-tokyo (*Brassica rapa* L. var. chinensis), celery (*Apium graveolens* L. var. dulee (Mill.) Pers.), chinese kale (*Brassica oleracea* L. var. alboglabra Bailey.), and green stem pak choi (*Brassica campestris* L. var. chinensis Bailey.)) culturing in dynamic root floating technique system (DRFT) were investigated. The experimental design used was 4 x 4 factorial in RCB; four nitrate content in solution (25, 50, 75, and 100% of the total) and four timing before harvested (2, 4, 6, and 8 days). Results revealed that nitrate content in solution of DRFT system for culturing dai-tokyo, celery, chinese kale and green stem pak choi could be lower to be 25% at 8 days, and in solution culturing pak choi could be lower to be 50% at 8 days before harvesting. These did not affected fresh weight and spad reading, but significantly reduced nitrate accumulation. Anyway, plant dry matter tend to be reduced, suggesting that plant were more succulent.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	IV
สารบัญภาพ	VII
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
วิธีการดำเนินการวิจัย	4
ผลการทดลองและวิจารณ์	8
สรุปผลการทดลอง	50
เอกสารอ้างอิง	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม /ลิตร) ของธาตุชนิดต่างๆ ในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้สำหรับปลูกผักในระบบ DRFT (100% NO_3^-) และภายหลังที่ปรับลดให้มีปริมาณไนเตรทเหลือ 75%, 50% และ 25% NO_3^-	5
2	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักกวางตุ้ง เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	9
3	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	10
4	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักไดโตเกียว เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	13
5	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	14
6	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคื่นช่าย เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	17
7	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	18
8	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคะน้า เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	21
9	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักฮ่องเต้ เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	26
11	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักฮ่องเต้ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	27
12	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักกวางตุ้ง เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	30
13	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	31
14	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักไดโตเกียว เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	34
15	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	35
16	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคื่นช่าย เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	38
17	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 25	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคะน้า เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	42
19	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	44
20	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักฮ่องเต้ เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	47
21	ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) อุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด (minimum humidity) และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด (maximum humidity) ภายในโต๊ะปลูกระบบ DRFT ที่ปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหาร ให้เหลือ 25%, 50%, 75% และ 100% ของการปลูกพืชครั้งที่ 1 (23 มกราคม ถึง 22 มีนาคม พ.ศ. 2552)	6
2	อุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) อุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด (minimum humidity) และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด (maximum humidity) ภายในโต๊ะปลูกระบบ DRFT ที่ปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหาร ให้เหลือ 25%, 50%, 75% และ 100% ของการปลูกพืชครั้งที่ 2 (20 กรกฎาคม ถึง 22 กันยายน พ.ศ. 2552)	7
3	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	11
4	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	15
5	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	20
6	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	24
7	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1	28
8	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	32
9	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
10	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และ ความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลาย ธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	41
11	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และ ความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลาย ธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	45
12	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และ ความเขียวใบของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลาย ธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา และปริมาณการลดไนโตรเจนของสารละลายธาตุอาหาร ในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว ที่มีต่อการสะสมไนเตรทของผักที่ปลูกในระบบ DRFT (Dynamic Root Floating Technique System)

Nitrogen Decreasing in Nutrient Solution and Timing Before Harvested to Nitrate Accumulation in Vegetable as Grown on Dynamic Root Floating Technique System

1. บทนำ

ในปัจจุบันคนไทยเริ่มหันมานิยมบริโภคพืชผักกันเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจากรายงายผลการสำรวจการบริโภคผักของคนไทย ปี 2529 ของโครงการร่วมระหว่างกรมอนามัยและมหาวิทยาลัย มหิดล พบว่า คนไทยมีการบริโภคผักโดยเฉลี่ยประมาณ 38.8 กิโลกรัมต่อคนต่อปี และปริมาณความต้องการการบริโภคผักภายในประเทศมีแนวโน้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ จาก 1.8 ล้านตันในปี 2520 เพิ่มขึ้นเป็น 3.2 ล้านตัน ในปี 2544 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 3.4 ล้านตัน ในปี 2549 (กมล และคณะ, 2544) ผักที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการบริโภค โดยผักจะได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผ่านทางรากโดยตรง ทำให้พืชนำไปใช้ได้ทันที และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการปลูก ตลอดจนการระบาดของแมลงศัตรูพืชและโรคพืชได้เป็นอย่างดี ทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง อีกทั้งยังสามารถทำการผลิตได้สม่ำเสมอและต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม จากการที่รากของผักมีการดูดใช้ธาตุอาหารจากสารละลายโดยตรงตลอดเวลานั้น อาจทำให้มีการสะสมของธาตุอาหารไว้ตามส่วนต่างๆ ของต้นได้ โดยเฉพาะไนเตรท (NO_3^--N) ถือเป็นรูปหลักของไนโตรเจนในสารละลายที่ให้กับพืช ซึ่งมีรายงานว่า ในการปลูกผักสลัดในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้น ผักที่ปลูกมีโอกาสที่จะสะสมของไนเตรทสูงกว่าการปลูกผักสลัดในดิน (Schonbeck, 1988) และการบริโภคน้ำและอาหารหรือผักที่มีปริมาณไนเตรทปนเปื้อนอยู่สูงเข้าไปสะสมในร่างกายมากเกินไป อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกายได้เช่น เกิดโรคเม็ทฮีโมโกลบินีเมีย (methemoglobinemia) ซึ่งทำให้ความสามารถในการนำพาออกซิเจนของฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง เพื่อไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ลดลง โดยเฉพาะเมื่อเกิดกับเด็กทารกที่อายุต่ำกว่า 3 เดือนแล้วอาจเป็นอันตรายถึงเสียชีวิตได้ โดยเด็กจะมีอาการตัวเขียวคล้ำ หรือที่รู้จักกันในชื่อ “blue baby disease” และยังทำให้เกิดโรคแอนนิเมีย (anaemia) รวมทั้งทำให้ปริมาณวิตามิน A ที่ตับลดต่ำลงได้อีกด้วย และผลข้างเคียงที่สำคัญของไนเตรท (nitrate) และไนไตรท์ (nitrite) อีกประการหนึ่งคือสามารถสร้างสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นสารก่อมะเร็ง (nitrogenous carcinogen) ซึ่งชักนำให้เกิดมะเร็งในลำไส้ (Lin, 1990; Bruning-Fann and Kaneene, 1993; Grabek, 1993; Alaburda and Nishihara, 1998)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับคุณภาพของพืชผักกันมากขึ้น โดยควรจะพิจารณาถึงปริมาณการสะสมของไนเตรทในผลิตผลด้วย นอกเหนือจากการตระหนักถึงเพียงแค่เรื่องของสารพิษตกค้างจากสารปราบศัตรูพืชเท่านั้น ทั้งนี้เพราะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของผู้บริโภค และยังอาจเป็นปัญหาต่อการส่งออกของพืชผักไปจำหน่ายยังต่างประเทศด้วย ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาเกี่ยวกับแนวทางจัดการเพื่อลดไนเตรทที่ตกค้างในพืชด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนในสารละลายธาตุพืชและระยะเวลาที่ลด ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณการสะสมไนเตรทของพืชก่อนที่จะนำไปบริโภคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารที่ระยะเวลาต่างๆ กัน ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อปริมาณการสะสมไนเตรทของผักที่ปลูกแบบไม่ใช้ดินในระบบ DRFT

2.2 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเพื่อลดการสะสมไนเตรทในผักก่อนนำไปบริโภค

3. การตรวจเอกสาร

ไนโตรเจน (N) ที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชมีอยู่ด้วยกัน 3 รูป คือ ไนเตรทไอออน (NO_3^-),แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และยูเรีย [$CO(NH_2)_2$] ซึ่งในรูปยูเรียนั้นเมื่อพืชดูดเข้าไปแล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย (NH_3) โดยเอนไซม์ยูรีเอส (Urease) ก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปอินทรียสารเพื่อสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโน ส่วนในรูปแอมโมเนียมนั้น เมื่อเข้าสู่เซลล์พืชแล้วสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์ และไม่เก็บกัก หรือสะสมในเซลล์ของพืช ในขณะที่รูปไนเตรทจะถูกดูดซับ และสะสมในแวคิวโอล (vacuole) ได้มากในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น ขาดแสงแดด หรือขาดธาตุโมลิบดินัม (Mo) (ดิเรก, 2547)

ปริมาณการสะสมของไนเตรทขึ้นอยู่กับชนิดของพืช กล่าวคือ ผักประเภทที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหาร เช่น ผักโขม และผักกาดหอม มีปริมาณไนเตรทสะสมมากกว่าผักที่ใช้ราก หรือหัวเป็นอาหาร เช่น แครอท หอมใหญ่ นอกจากนี้ในพืชชนิดเดียวกัน (species) แต่ต่างพันธุ์ (variety) ก็มีการสะสมไนเตรทที่ต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส่วนต่างๆ ของพืชพบว่า ในลำต้น โดยเฉพาะก้านใบมีไนเตรทมากที่สุด (Peck และคณะ, 1971) รองลงมา คือแผ่นใบและรากตามลำดับ ส่วนของดอกนั้นมีปริมาณต่ำสุด (Wright and Davison, 1964) และพบว่า ในพืชต้นเดียวกันใบที่อยู่นอกสุดและแก่กว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุด แต่จะมีไนเตรทเป็นปริมาณสูงสุด เพราะส่วนที่แก่กว่านั้น ขบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) เป็นไปอย่างช้า ทำให้เหลือไนเตรทตกค้างมาก จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกะหล่ำปลีและผักกาดขาวปลี พบว่า โดยเฉลี่ยใบที่ไม่ห่อหรือใบนอกสุดจะมีปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่าใบที่ห่อเป็นหัวหรือใบที่อยู่ชั้นใน (จินดารัตน์, 2516) อายุพืช พบว่า โดยทั่วไปความเข้มข้นของไนเตรทในพืชจะมีมากในช่วงต้นและช่วงกลางๆของการเจริญเติบโต และจะค่อยๆ ลดลงเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในช่วงที่พืชกำลังสร้างผลและเมล็ดนั้น ไนเตรทบางส่วนจะเคลื่อนย้ายจากลำต้นและใบไปยังส่วนของผลเพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อในส่วนนั้น

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ DRFT (Dynamic Root Floating Technique) เป็นการปลูกแบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช และอากาศไหลวนผ่านรากพืชในระดับลึกอย่างต่อเนื่องในถาดปลูก เป็นระบบที่พัฒนาเพิ่มเติมจากแบบที่นิยมใช้กันในประเทศไต้หวัน คือระบบ DRF (Dynamic Root Floating) ซึ่งได้พัฒนามาจากระบบ DFT (Deep Flow Technique) แต่เพิ่มการไหลเวียนของอากาศ และสารอาหาร กล่าวคือ มีถาดปลูกทำด้วยโฟมเจาะรูปลูกพืช และมีอุปกรณ์สำหรับปรับระดับของสารละลายธาตุอาหาร เป็นระบบปลูกที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการผลิตพืชเชิงการค้า โดยต้องการให้พืชได้รับทั้งอากาศและสารละลายธาตุอาหารที่มีการหมุนเวียนที่รากพืชอย่างต่อเนื่อง (บริษัทศูนย์เกษตรกรรมบางไทรจำกัด, 2548)

การศึกษาปริมาณสารตกค้างของไนเตรทในพืชผัก ได้กระทำกันอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ เพื่อหาปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้ไนเตรทเหล่านั้น มีการสะสมในพืชผัก ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียหลายประการแก่ร่างกายเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริโภคเข้าไปสะสมเป็นปริมาณมาก เช่น ร่างกายขาดอากาศเฉียบพลัน อ่อนแอ จนถึงขั้นก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (Walker, 1990) มีการศึกษาการสะสมไนเตรทในผักชนิดต่าง ๆ ทั้งในยุโรป อเมริกา และเอเชีย เช่น ในประเทศกรีซ จากการศึกษาไนเตรทในผัก พบว่า ผักที่มีปริมาณไนเตรทสูง ได้แก่ ผักชีฝรั่ง ผักโขม ผักกาดหอม หัวผักกาด หัวบีท turnip และ dill โดยมีปริมาณมากกว่า 500 mg kg^{-1} โดยน้ำหนักสด อย่างไรก็ตาม ผักเหล่านี้มีปริมาณไนเตรทน้อยกว่าที่พบในยุโรปตะวันตกเฉียงเหนือ และมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดในยุโรป (Siomos and Dogras, 1999) สำหรับในทวีปเอเชีย มีการศึกษา ณ เมืองนานกิง ประเทศจีน พบว่า ผักบางชนิด เช่น ผักกาดหอมต้น (Stem lettuce) ขึ้นฉ่าย หัวผักกาด และ ผักกวางตุ้ง (pak-choi) มีปริมาณไนเตรทค่อนข้างสูง ในขณะที่ผักพวกถั่วและแตง หรือผักประเภทผลมีปริมาณไนเตรทน้อยกว่า (Weimin และคณะ, 1998)

ในด้านของปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในผักนั้น มีการศึกษาทั้งในยุโรปและอเมริกา พบว่า ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสะสมไนเตรท คือ แสง และการให้ปุ๋ยไนโตรเจน (Brown และคณะ, 1999; Cantliffe, 1973; Corre และ Breimer, 1979; Dapoigny et al, 2000; Gaudreau และคณะ, 1995; Gunes และคณะ, 1994; Kennedy, 1995; Roorda van Eysinga และ Van der Neijs, 1985; Steingrover และคณะ, 1993) โดยในสภาพที่มีแสงแดดน้อย และอุณหภูมิต่ำ มีผลทำให้พืชนำปริมาณไนเตรทที่สะสมอยู่ในส่วนของต้นและใบไปใช้ได้ลดลงจึงเกิดการสะสมขึ้น และการสะสมของไนเตรทยังขึ้นกับชนิดของพืช อายุ ฤดูกาลที่ปลูก และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับพืช (Maynard และBarker, 1972) นอกจากนี้ การศึกษาจำนวนมากในยุโรปยังพบว่า ผักที่ปลูกในเรือนกระจกจะมีไนเตรทสูงกว่าผักที่ปลูกในดิน โดยเฉพาะผักกาดหอม (Schonbeck, 1988) อย่างไรก็ตาม ผักที่ปลูกในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะมีไนเตรทในปริมาณที่สูงกว่าผักที่ปลูกในดินปกติที่มีการให้ปุ๋ย (Brown และคณะ, 1999) และดินที่ขาดโมลิบดีนัมจะชักนำให้เกิดการสะสมไนเตรทในผักได้มากขึ้น (Kennedy, 1995) การศึกษาจำนวนมากในหลายทศวรรษที่ผ่านมาพบว่า ปริมาณไนเตรทในผักกาดหอมมีความสัมพันธ์กลับกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (soluble carbohydrates) (Behr, 1992; Millard, 1988) และปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ (soluble sugar) (Munzinger, 1999) และจากการศึกษาของ Dapoigny และคณะ (2000) พบว่า ปริมาณไนเตรทในผักกาดหอมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำอีกด้วย สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น การขาดน้ำ อุณหภูมิของอากาศที่สูง แสงแดดที่ไม่เพียงพอ สามารถชักนำให้เกิดการสะสมไนเตรทในพืชได้ (Brown และคณะ, 1999)

สำหรับประเทศไทย ยังมีการศึกษาในเรื่องนี้ไม่มากนัก มีรายงานผลการสำรวจปริมาณไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งวางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ กัน (ธรรมศักดิ์ และคณะ, 2545) พบว่าตัวอย่างผักกาดหอมที่เก็บในช่วงฤดูฝน (30 ตัวอย่าง) ฤดูหนาว (31 ตัวอย่าง) และฤดูร้อน (36 ตัวอย่าง) มีสารไนเตรทสูงเกินกว่าค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ตามข้อกำหนดของสหภาพ ยุโรป คิดเป็นร้อยละ 27, 81 และ 81 ของจำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์ ตามลำดับ และพบว่า การสะสมไนเตรทของผักกาดหอมแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน รวมทั้งผักกาดหอมชนิดเดียวกันที่ปลูกฤดูเดียวกันแต่ต่างผู้ผลิต จะมีปริมาณการสะสมไนเตรทต่างกันด้วย และจากการสุ่มตัวอย่างผักคะน้าจากแหล่งต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม ปี พ.ศ. 2544 นำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท พบว่า 47 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างผักคะน้ามีไนเตรทไนโตรเจนสะสมอยู่ถึง 0.6-1.0 เปอร์เซ็นต์ (Phupaibul และคณะ, 2002) นอกจากนี้ ในผักบางชนิดซึ่งแต่เดิมไม่เคยมีการใส่ปุ๋ยมาก และเป็นผักที่คนไทยนิยมรับประทานกันอย่างกว้างขวางเช่น ผักบุ้ง พบว่ามีแนวโน้มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสะสมไนเตรทในปริมาณค่อนข้างสูงเช่นกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับคุณภาพของพืชผักในประเทศไทย ในแง่ของการสะสมไนเตรทกันมากขึ้น และจำเป็นจะต้องศึกษาแนวทางในการจัดการเพื่อลดการสะสมไนเตรทในผักก่อนนำไปบริโภคและการส่งออกต่อไป

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการลดปริมาณไนโตรเจนในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลด ที่มีต่อการสะสมไนเตรทของผักใบ (กวางตุ้ง, ไดโตเกียว, คื่นช่าย, คะน้า, และฮ่องเต้) ที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินในระบบ DRFT (Dynamic Root Floating Technique) ภายใต้โรงเรือนปลูกพืช ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช 4 ระดับ (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืชก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 4 ระดับ (2, 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว) โดยทำการปลูก 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ในช่วงระหว่างวันที่ 23 มกราคม ถึง 22 มีนาคม พ.ศ. 2552 และครั้งที่ 2 ในช่วงระหว่างวันที่ 20 กรกฎาคม ถึง 22 กันยายน พ.ศ. 2552

4.2 ทำการเพาะเมล็ด เมื่อเมล็ดงอกได้ 3-4 วัน ให้ย้ายลงปลูกในรางอนุบาล ทิ้งไว้ประมาณ 3-4 วัน ให้ทำการย้ายผักลงรางปลูกในระบบ DRFT โดยปรับทำการเพิ่มค่า EC และ pH ของสารละลายให้เพิ่มขึ้น และคอยควบคุมค่า EC ของสารละลายให้อยู่ที่ค่า 3-4 mS /cm (ขึ้นกับชนิดของผัก) และค่า pH ให้อยู่ที่ 5.5-6.5

4.3 ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต (2, 4, 6 และ 8 วัน) จึงทำการปรับลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืชตามตำรับการทดลองต่างๆ ที่กำหนดไว้ (ให้เหลือ 25%, 50%, 75% และ 100% ของสารละลาย) ซึ่งความเข้มข้นของธาตุชนิดต่างๆ ในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้ปลูก และที่มีการปรับลดปริมาณไนเตรท แสดงไว้ในตารางที่ 1

4.4 เมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวผักในแต่ละตำรับการทดลอง และนำมาชั่งหาน้ำหนักสด จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำกลั่น และซับให้แห้ง แล้วนำไปอบในตู้อบที่ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ แล้วนำตัวอย่างพืชมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง

4.5 ทำการบดตัวอย่างพืชด้วยเครื่องบด (Thomas Wiley Laboratory Mill Model 4) ผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร และนำตัวอย่างพืชที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท ตามวิธีของ Cataldo และคณะ (1975) หลังสกัดตัวอย่างพืชด้วยน้ำกลั่น โดยแต่ละตัวอย่างจะทำการวิเคราะห์จำนวน 2 ซ้ำ

4.6 บันทึกข้อมูลน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้งของพืช ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวของใบ ของผักแต่ละชนิด

4.7 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และค่าความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

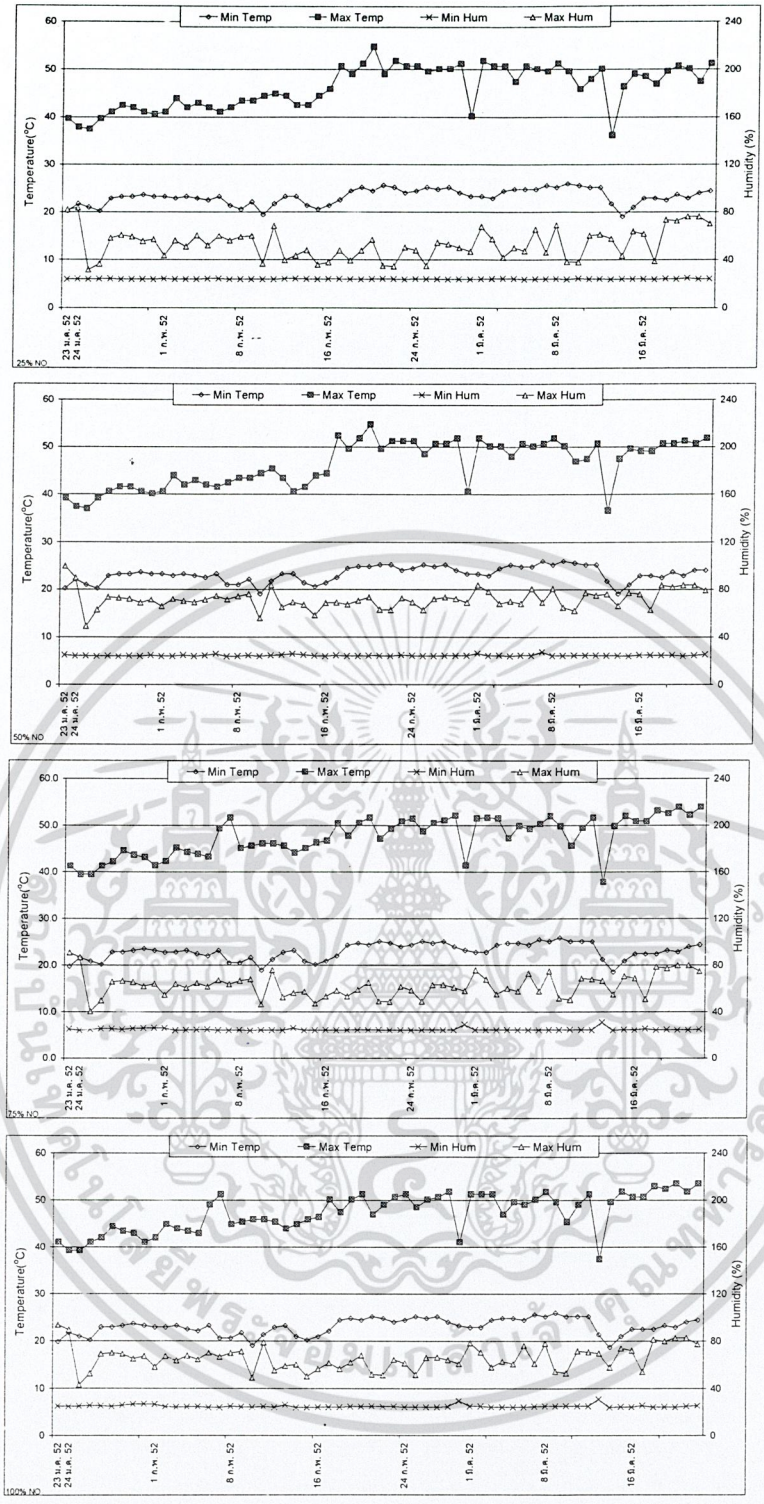
4.8 เก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดภายในโต๊ะปลูกระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1 (23 มกราคม ถึง 22 มีนาคม พ.ศ. 2552) แสดงดังภาพที่ 1 และของการปลูกพืชครั้งที่ 2 (20 กรกฎาคม ถึง 22 กันยายน พ.ศ. 2552) แสดงดังภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ความเข้มข้น (มิลลิกรัม /ลิตร) ของธาตุชนิดต่างๆ ในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้สำหรับปลูกผักในระบบ DRFT (100% NO_3^-) และภายหลังที่ปรับลดให้มีปริมาณไนเตรทเหลือ 75%, 50% และ 25% NO_3^-

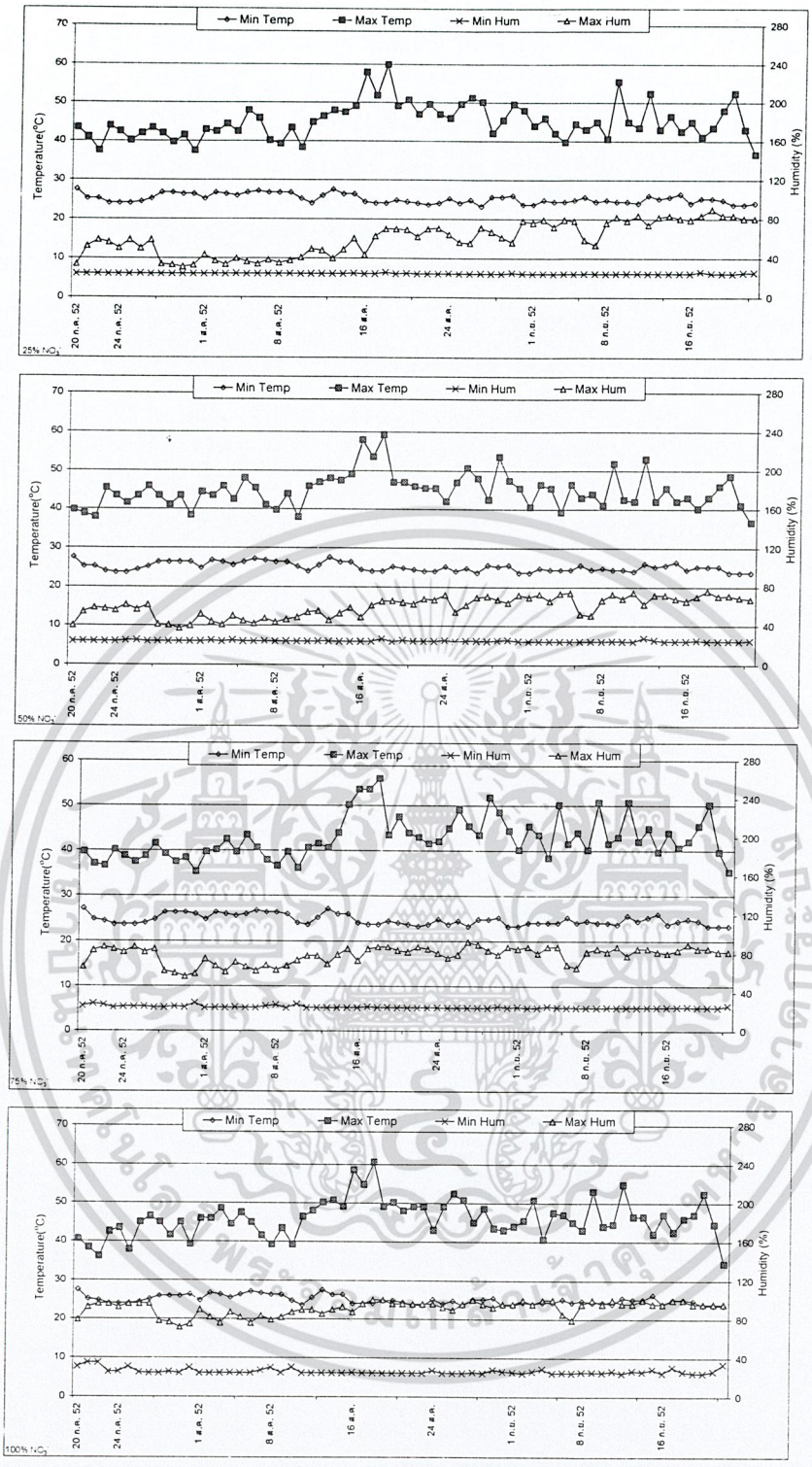
ชนิดธาตุอาหารพืช	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ ลิตร)			
	100% NO_3^-	75% NO_3^-	50% NO_3^-	25% NO_3^-
NO_3^-	744.00	558.00	372.00	186.00
NH_4^+	-	54.00	108.00	162.00
$H_2PO_4^-$	126.10	126.10	126.10	126.10
SO_4^{2-}	67.20	356.16	626.88	835.68
K^+	280.80	280.80	271.83	241.02
Ca^{2+}	124.00	124.00	120.20	106.40
Mg^{2+}	16.80	16.80	16.80	16.80
Zn	4.00	4.00	4.00	4.00
Cu	0.80	0.80	0.80	0.80
Mn	10.00	10.00	10.00	10.00
B	30.00	30.00	30.00	30.00
Mo	0.50	0.50	0.50	0.50
Fe	40.00	40.00	40.00	40.00
EC (mS /cm)	1.60	1.76	1.93	1.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 อุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) อุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด (minimum humidity) และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด (maximum humidity) ภายในโต๊ะปลูกระบบ DRFT ที่ปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหาร ให้เหลือ 25%, 50%, 75% และ 100% ของการปลูกพืชครั้งที่ 1 (23 มกราคม ถึง 22 มีนาคม พ.ศ. 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 อุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) อุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด (minimum humidity) และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด (maximum humidity) ภายในโต๊ะปลูกระบบ DRFT ที่ปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหาร ให้เหลือ 25%, 50%, 75% และ 100% ของการปลูกพืชครั้งที่ 2 (20 กรกฎาคม ถึง 22 กันยายน พ.ศ. 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาระยะเวลาและปริมาณการลดไนเตรทไนโตรเจนของสารละลายธาตุอาหาร ในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวที่มีต่อการการเจริญเติบโต และการสะสมไนเตรทของผักใบบางชนิดที่ปลูกในระบบ DRFT โดยทำการปลูกพืช 2 ครั้ง ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

5.1 ผลการปลูกพืชครั้งที่ 1

5.1.1 ผักกวางตุ้ง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักกวางตุ้ง แสดงในตารางที่ 2 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด และเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ค่าความเขียวของใบ และเปอร์เซ็นต์มวลแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด แต่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75% และ 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 93.42, 81.57 และ 92.66 กรัม /ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 50% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุด คือ 74.95 กรัม /ต้น ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน ไม่ทำให้น้ำหนักสดของผักมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 70.64, 79.63 และ 82.81 กรัม /ต้น ตามลำดับ ขณะที่ระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท 8 วันก่อนเก็บเกี่ยวนั้น พบว่า มีค่าน้ำหนักสดของผักสูงสุด คือมีค่า 109.53 กรัม /ต้น ซึ่งต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สาเหตุที่ระยะเวลาการลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยวนานขึ้น ผักควรมีน้ำหนักสดลดลงแต่กลับมีค่าสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากมีการตายของใบแก่ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักกวางตุ้ง เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว แสดงไว้ในภาพที่ 3

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 5.19, 5.02, 5.09 และ 4.96 % ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 5.43 % รองลงมาคือ การลดที่ระยะเวลา คือมีค่า 5.00 และ 5.25 % ตามลำดับ ขณะที่ระยะเวลาในการลด 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งระหว่าง 4.58-5.25% สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักกวางตุ้ง เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 3

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 50% และ 25% พบว่า มีค่าสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 6,067 และ 5,816 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักกวางตุ้ง เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	1264.07 **	0.42 **	2357272 **	39.51 **
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	962.83 ns	0.12 ns	2997669 **	35.62 **
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	3359.46 **	1.63 **	3557159 **	126.92 **
N x D	(n-1)(d-1) =9	666.01 ns	0.12 ns	1743844 **	11.68 ns
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	390.52	0.13	193846	5.41
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

น้ำหนักสดผักกวางตุ้ง (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	71.85 cdef	89.64 bcdef	104.12 abcd	108.08 abc	93.42 A
75% NO_3^-	62.98 ef	78.34 bcdef	71.34 cdef	113.63 ab	81.57 AB
50% NO_3^-	79.63 bcdef	78.47 bcdef	58.20 f	83.49 bcdef	74.95 B
25% NO_3^-	68.10 def	72.06 cdef	97.57 abcde	132.92 a	92.66 A
เฉลี่ย	70.64 B	79.63 B	82.81 B	109.53 A	
C.V. = 23.07%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักกวางตุ้ง (%)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	5.76 a	4.38 e	5.13 abcd	5.50 ab	5.19 A
75% NO_3^-	5.37 abc	4.61 de	4.85 bcde	5.24 abcd	5.02 A
50% NO_3^-	5.21 abcd	4.66 cde	5.24 abcd	5.24 abcd	5.09 A
25% NO_3^-	5.38 ab	4.65 cde	4.79 bcde	5.03 bcde	4.96 A
เฉลี่ย	5.43 A	4.58 C	5.00 B	5.25 B	
C.V. = 7.23%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักกวางตุ้ง (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

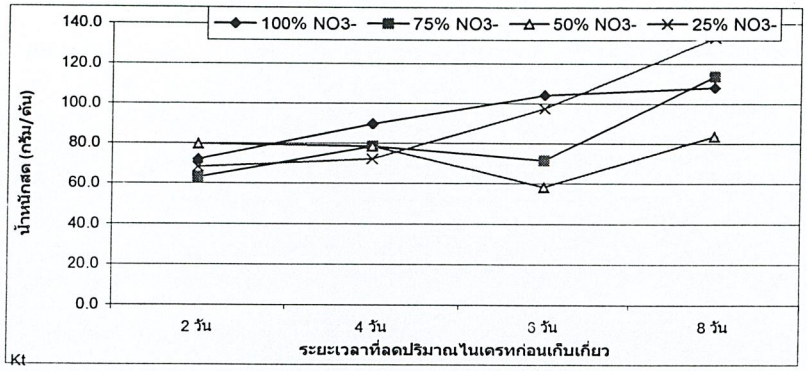
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	7345 a	5445 efg	4588 hi	4249 i	5407 B
75% NO_3^-	5133 fgh	4253 i	4907 ghi	5407 efgh	4925 C
50% NO_3^-	6262 bcd	5302 efgh	6119 bcde	6586 abc	6067 A
25% NO_3^-	6727 ab	5859 cdef	5571 defg	5106 fgh	5816 A
เฉลี่ย	6367 A	5215 B	5296 B	5337 B	
C.V. = 7.93%					

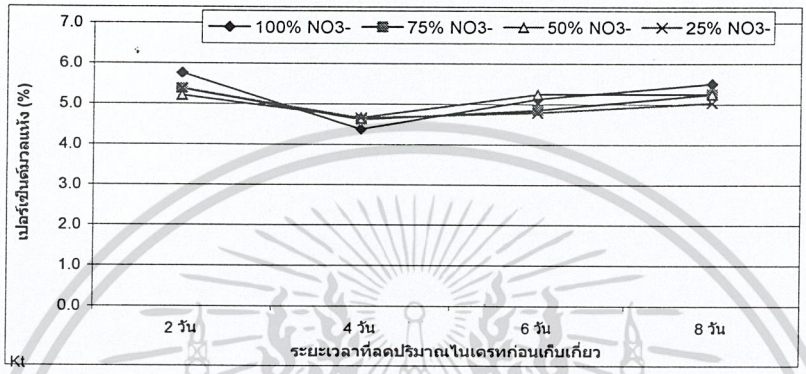
ความเขียวของใบผักกวางตุ้ง (spad unit)

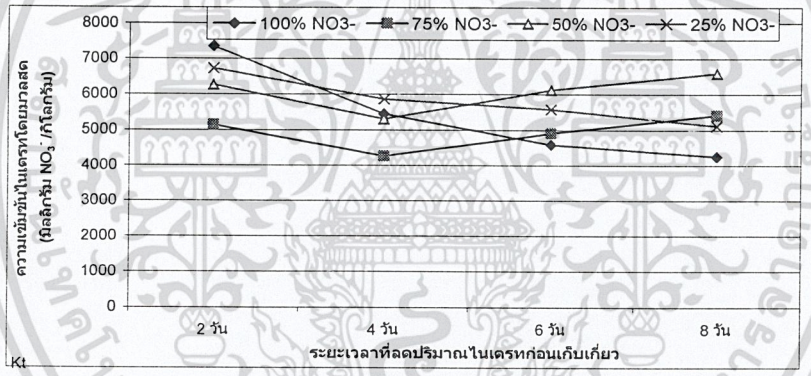
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	41.0 b	37.3 bcd	36.4 cd	47.7 a	40.6 A
75% NO_3^-	36.6 bcd	35.4 d	36.0 cd	40.2 bc	37.1 B
50% NO_3^-	38.1 bcd	35.9 cd	38.5 bcd	46.3 a	39.7 A
25% NO_3^-	36.9 bcd	35.8 cd	37.7 bcd	39.5 bcd	37.5 B
เฉลี่ย	38.2 B	36.1 C	37.2 BC	43.4 A	
C.V. = 6.01%					

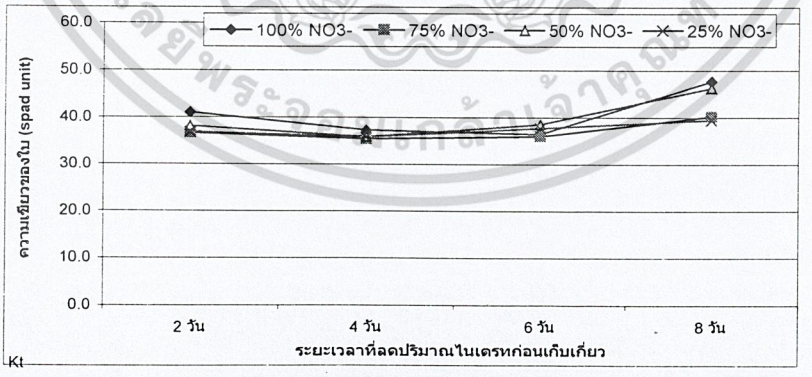
หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 100% (5,407 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และตำรับที่มีไนเตรท 75% (4,925 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 6,367 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ขณะที่ระยะเวลาในการลด 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดไม่แตกต่างกัน คือมีค่า 5,215 , 5,296 และ 5,337 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักกวางตุ้งเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 3

ความเขียวของใบ ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% และ 50% พบว่า มีค่าสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 40.6 และ 39.7 (ตารางที่ 3) ซึ่งแตกต่างจากตำรับมีไนเตรท 75% (37.1 spad unit) และ 25% (37.5 spad unit) ในทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 8 วัน มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 43.4 spad unit รองลงมาคือ ตำรับการลดที่ระยะเวลา 2 และ 6 วัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่า 38.2 และ 37.2 spad unit ขณะการลดที่ระยะเวลา 4 วัน พบว่า มีค่าต่ำสุด คือมีค่า 36.1 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักกวางตุ้งเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 3

5.1.2 ผักไดโตเกียว

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักไดโตเกียว แสดงในตารางที่ 4 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเขียวของใบ สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเขียวของใบ และพบว่า ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75% และ 50% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 103.31, 115.32 และ 103.45 กรัม /ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุด คือ 89.99 กรัม /ต้น ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 6 และ 8 วัน มีน้ำหนักสดสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 117.93 และ 121.18 กรัม /ต้น ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากตำรับที่ลด 2 วัน (79.40 กรัม /ต้น) และ 4 วัน (93.57 กรัม /ต้น) ในทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักไดโตเกียว เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 4

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงสุด คือมีค่า 4.09 % ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ ในทางสถิติ (ตารางที่ 5) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 75%, 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักไดโตเกียว เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	1333.05 **	0.29 **	289389 *	7.41 ns
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	1285.60 *	0.30 *	368105 *	7.43 ns
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	4796.35 **	0.74 **	816901 **	8.14 ns
N x D	(n-1)(d-1) =9	194.42 ns	0.14 ns	87313 ns	7.16 ns
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	367.07	0.07	117925	4.95
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ I

น้ำหนักสดผักไดโตเกียว (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	74.43 cd	103.46 abc	109.25 abc	126.09 ab	103.31 AB
75% NO_3^-	94.42 bcd	103.88 abc	136.71 a	126.28 ab	115.32 A
50% NO_3^-	84.15 cd	82.49 cd	125.76 ab	121.41 ab	103.45 AB
25% NO_3^-	64.59 d	84.47 cd	99.99 abcd	110.92 abc	89.99 B
เฉลี่ย	79.40 B	93.57 B	117.93 A	121.18 A	
C.V. = 18.60%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักไดโตเกียว (%)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	4.39 a	3.65 bcd	3.93 abcd	4.39 a	4.09 A
75% NO_3^-	3.93 abcd	3.51 cd	3.75 bcd	3.68 bcd	3.72 B
50% NO_3^-	3.94 abcd	3.50 cd	4.41 a	3.84 bcd	3.92 AB
25% NO_3^-	4.00 abc	3.46 d	4.08 ab	3.77 bcd	3.83 B
เฉลี่ย	4.07 A	3.53 B	4.04 A	3.92 A	
C.V. = 6.80%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักไดโตเกียว (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

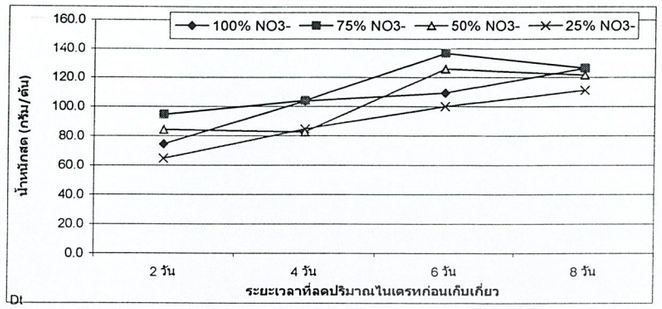
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	6099 a	5317 bcd	5665 abcd	5487 abcd	5642 A
75% NO_3^-	5953 ab	5001 d	5116 cd	5077 cd	5287 B
50% NO_3^-	5723 abc	5497 abcd	5530 abcd	5510 abcd	5565 AB
25% NO_3^-	5931 ab	5671 abcd	5580 abcd	5496 abcd	5670 A
เฉลี่ย	5927 A	5372 B	5473 B	5392 B	
C.V. = 6.20%					

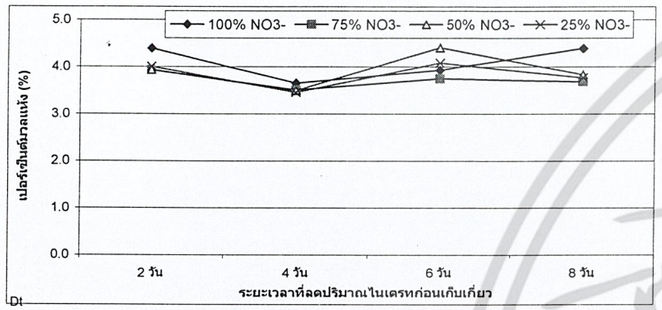
ความเขียวของใบผักไดโตเกียว (spad unit)

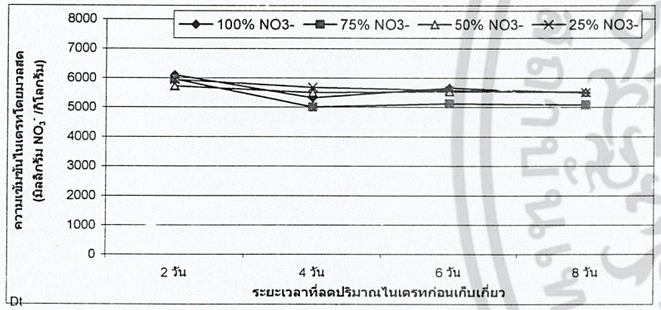
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	19.9 a	17.7 abc	15.4 bc	17.9 abc	17.8 A
75% NO_3^-	15.6 abc	16.9 abc	17.2 abc	19.6 ab	17.3 A
50% NO_3^-	15.4 bc	19.0 abc	17.7 abc	18.7 abc	17.7 A
25% NO_3^-	14.9 c	15.8 abc	16.6 abc	17.0 abc	16.1 A
เฉลี่ย	16.4 A	17.4 A	16.7 A	18.3 A	
C.V. = 12.93%					

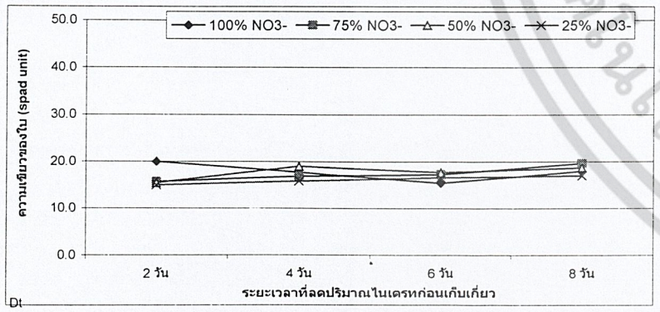
หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืชในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 25% พบว่า มีค่าเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 3.72, 3.92 และ 3.83 % ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 6 และ 8 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งใกล้เคียงกัน คือมีค่า 4.07, 4.04 และ 3.92 % ตามลำดับ ซึ่งสูงแตกต่างจากตำรับการลดที่ระยะเวลา 4 วัน (3.53 %) ในทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักไดโตเกียวเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 4

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 5,642 , 5,565 และ 5,670 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 75% พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดต่ำสุด คือมีค่า 5,287 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 5,927 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ขณะที่ระยะเวลาในการลด 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดไม่แตกต่างกัน คือมีค่า 5,372 , 5,473 และ 5,392 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักไดโตเกียวเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 4

ความเขียวของใบ ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 16.1 – 17.8 spad unit (ตารางที่ 5) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน พบว่า มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 16.4 – 18.3 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักไดโตเกียวเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 4

5.1.3 ผักคื่นช่าย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักคื่นช่าย แสดงในตารางที่ 6 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ น้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และค่าความเขียวของใบ สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และค่าความเขียวของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และพบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง แต่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อน้ำหนักสด ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 11.22 – 13.21 กรัม /ต้น (ตารางที่ 7) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 4, 6 และ 8 วัน ไม่ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคื่นช่าย เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	15.17 ^{ns}	0.54 **	294173 *	15.72 ^{ns}
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	8.15 ^{ns}	0.28 ^{ns}	1075453 **	15.00 ^{ns}
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	36.00 *	1.08 **	196427 ^{ns}	37.11 *
N x D	(n-1)(d-1) =9	10.56 ^{ns}	0.45 *	66329 ^{ns}	8.83 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	11.85	0.18	118526	9.36
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

131051

ตารางที่ 7 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

น้ำหนักสดผักคื่นช่าย (กรัม/ต้น)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	7.99 b	16.00 a	13.00 ab	15.85 a	13.21 A
75% NO_3^-	11.16 ab	15.38 a	11.06 ab	11.15 ab	12.19 A
50% NO_3^-	11.49 ab	12.94 ab	13.19 ab	10.09 ab	11.93 A
25% NO_3^-	9.29 ab	12.57 ab	11.70 ab	11.33 ab	11.22 A
เฉลี่ย	9.98 B	14.22 A	12.24 AB	12.10 AB	
C.V. = 28.36%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักคื่นช่าย (%)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	7.00 abcd	6.54 cd	7.57 ab	6.95 bcd	7.02 A
75% NO_3^-	7.10 abcd	6.30 d	6.70 cd	6.55 cd	6.66 A
50% NO_3^-	7.75 a	6.48 cd	6.78 cd	6.40 d	6.85 A
25% NO_3^-	6.45 cd	6.71 cd	7.25 abc	6.57 cd	6.74 A
เฉลี่ย	7.07 A	6.51 B	7.08 A	6.62 B	
C.V. = 6.15%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักคื่นช่าย (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	6684 a	6221 ab	6713 a	6692 a	6578 A
75% NO_3^-	6180 ab	5899 b	6010 b	5959 b	6012 B
50% NO_3^-	6435 ab	6023 b	5948 b	5920 b	6081 B
25% NO_3^-	5977 b	5914 b	5872 b	5838 b	5900 B
เฉลี่ย	6319 A	6014 A	6136 A	6102 A	
C.V. = 5.60%					

ความเขียวของใบผักคื่นช่าย (spad unit)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	35.1 ab	37.3 a	36.8 a	34.0 ab	35.8 A
75% NO_3^-	35.7 ab	34.4 ab	30.3 b	31.9 ab	33.1 A
50% NO_3^-	35.1 ab	37.5 a	34.2 ab	30.3 b	34.3 A
25% NO_3^-	36.8 a	33.9 ab	33.4 ab	32.3 ab	34.1 A
เฉลี่ย	35.7 A	35.8 A	33.7 AB	32.1 B	
C.V. = 8.92%					

หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสดของผักมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 14.22, 12.24 และ 12.10 กรัม /ต้น ตามลำดับ ขณะที่ระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท 2 วันก่อนเก็บเกี่ยวนั้น พบว่า มีค่าน้ำหนักสดของผักต่ำสุด คือมีค่า 9.98 กรัม / ต้น สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักคื่นช่าย เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 5

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 7.02, 6.66, 6.85 และ 6.74 % ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 และ 6 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 7.07 และ 7.08 % ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากตำรับการลดที่ระยะเวลา 4 วัน (6.51 %) และ 8 วัน (6.62 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักคื่นช่าย เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 5

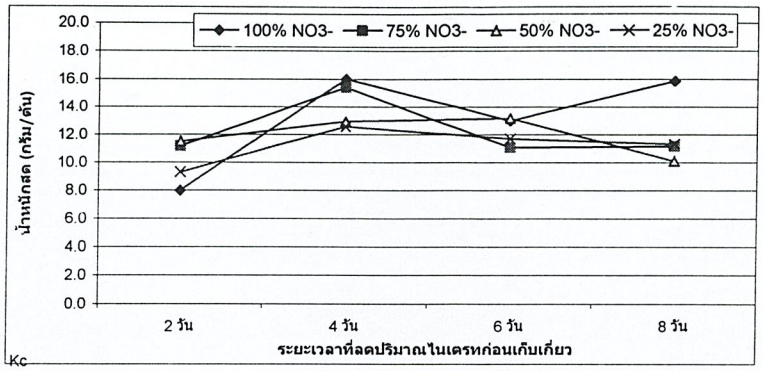
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าสูงสุด คือมีค่า 6,578 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่ามีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดไม่แตกต่างกัน คือมีค่า 6,012 , 6,081 และ 5,900 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน ไม่ทำให้ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดแตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 6,014 – 6,319 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักคื่นช่ายเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 5

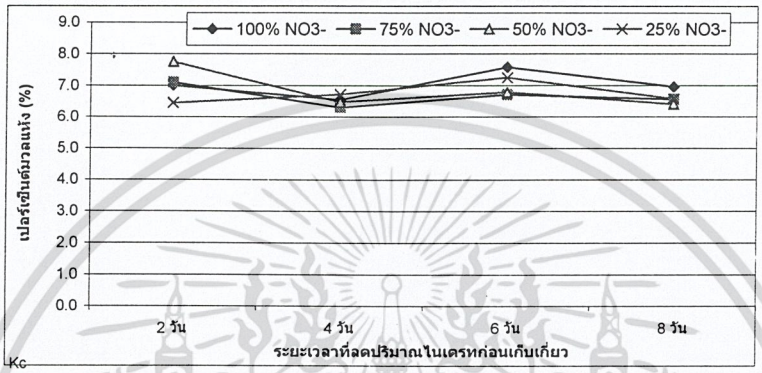
ความเขียวของใบ ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 33.1 – 35.8 spad unit (ตารางที่ 7) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 35.7, 35.8 และ 33.7 spad unit ตามลำดับ ขณะการลดที่ระยะเวลา 8 วัน พบว่า มีค่าต่ำสุด คือมีค่า 32.1 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักคื่นช่ายเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 5

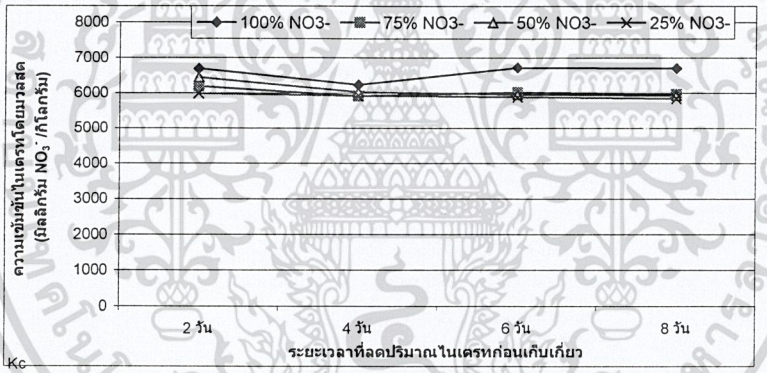
5.1.4 ผักคะน้า

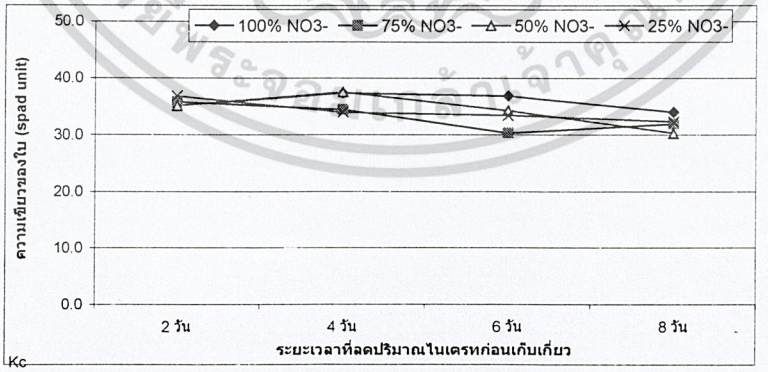
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักคะน้า แสดงในตารางที่ 8 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเขียวของใบ สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเขียวของใบ และพบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง แต่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อน้ำหนักสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคะน้า เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	531.45 **	0.42 **	1028644 **	17.62 ^{ns}
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	639.11 *	0.93 **	1207401 **	12.69 ^{ns}
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	1435.84 **	0.56 **	3444229 **	19.72 ^{ns}
N x D	(n-1)(d-1) =9	194.09 ^{ns}	0.20 *	163864 ^{ns}	18.57 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	190.26	0.08	129539	9.18
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75% และ 50% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 80.22, 72.93 และ 72.88 กรัม /ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุด คือ 62.48 กรัม /ต้น ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 8 วัน มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 85.29 กรัม /ต้น รองลงมาคือ ตำรับการลดที่ระยะเวลา 6 วัน (73.82 กรัม /ต้น)และ 4 วัน (70.72 กรัม /ต้น) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 2 วัน พบว่า มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุด คือมีค่า 58.68 กรัม /ต้น สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักคะน้าเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 6

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 7.63 % (ตารางที่ 9) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 25% และ 50% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันคือ มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง 7.23 และ 7.19 % ตามลำดับ ขณะตำรับที่มีไนเตรท 75% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งต่ำสุด คือมีค่า 6.96 % ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 7.56 % ขณะที่ระยะเวลาในการลด 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 7.08 – 7.23% สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักคะน้า เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 6

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% และ 75% พบว่า มีค่าสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 6,557 และ 6,499 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 50% (6,066 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และตำรับที่มีไนเตรท 25% (5,915 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 6,789 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับการลดที่ระยะเวลา 4 และ 6 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดใกล้เคียงกัน คือมีค่า 6,434 และ 6,296 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 8 วัน พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดต่ำสุด คือมีค่า 5,518 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักคะน้า เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 6

ความเขียวของใบ ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 53.0 – 55.2 spad unit (ตารางที่ 9) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 52.1 – 54.7 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

น้ำหนักสดผักคะน้า (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	60.60 bcd	75.60 bcd	80.04 abcd	104.65 a	80.22 A
75% NO_3^-	64.58 bcd	72.10 bcd	75.62 bcd	79.41 abcd	72.93 AB
50% NO_3^-	56.22 cd	66.75 bcd	85.37 ab	83.19 abc	72.88 AB
25% NO_3^-	53.32 d	68.43 bcd	54.24 d	73.92 bcd	62.48 B
เฉลี่ย	58.68 C	70.72 B	73.82 B	85.29 A	
C.V. = 19.12%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักคะน้า (%)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	7.80 ab	7.30 bcdef	7.55 abcd	7.86 a	7.63 A
75% NO_3^-	7.33 abcdef	6.62 h	7.18 cdefg	6.71 gh	6.96 C
50% NO_3^-	7.65 abc	7.14 cdefgh	7.01 defgh	6.95 efgh	7.19 BC
25% NO_3^-	7.46 abcde	7.47 abcde	7.18 cdefg	6.80 fgh	7.23 B
เฉลี่ย	7.56 A	7.13 B	7.23 B	7.08 B	
C.V. = 4.00%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักคะน้า (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

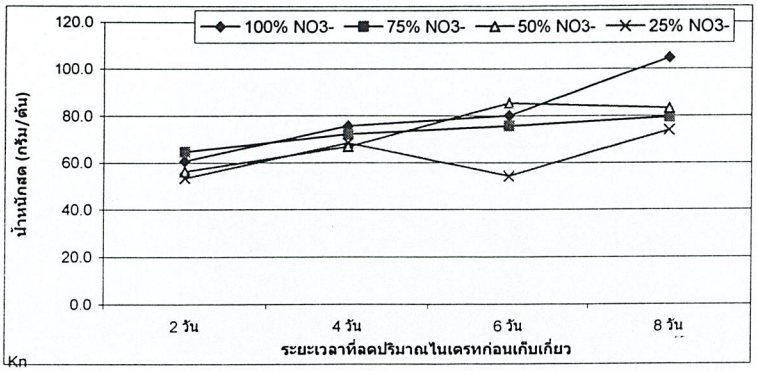
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	7084 a	6467 abcd	6420 abcd	6256 bcd	6557 A
75% NO_3^-	6930 ab	6700 abc	6592 abc	5775 d	6499 A
50% NO_3^-	6685 abc	6450 abcd	6123 cd	5006 e	6066 B
25% NO_3^-	6457 abcd	6118 cd	6049 cd	5036 e	5915 B
เฉลี่ย	6789 A	6434 B	6296 B	5518 C	
C.V. = 5.75%					

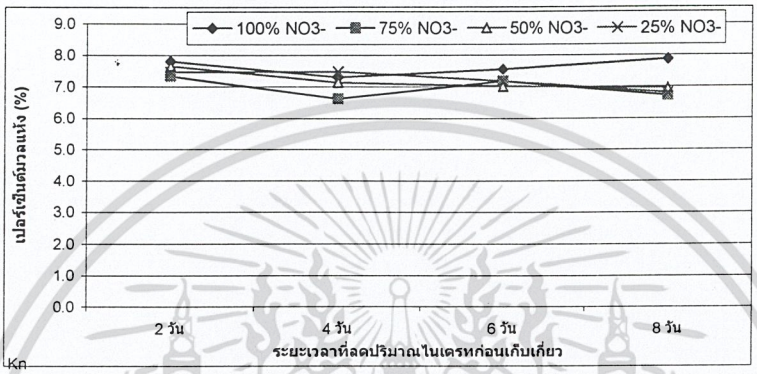
ความเขียวของใบผักคะน้า (spad unit)

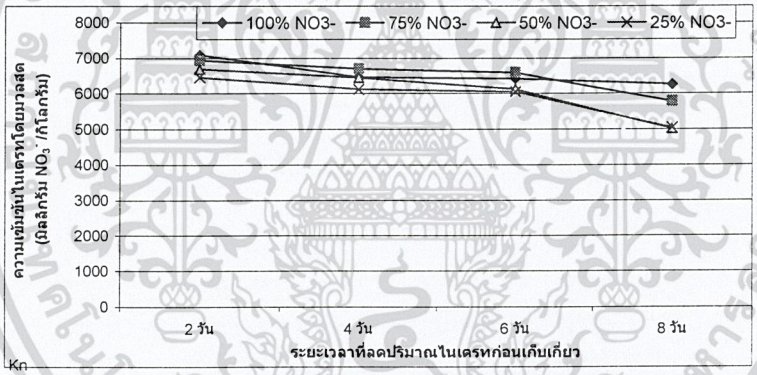
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	55.4 ab	53.0 ab	53.3 ab	51.3 b	53.2 A
75% NO_3^-	52.1 b	52.0 b	58.5 a	58.4 a	55.2 A
50% NO_3^-	56.5 ab	51.0 b	53.8 ab	50.8 b	53.0 A
25% NO_3^-	54.9 ab	52.2 b	53.3 ab	52.9 ab	53.3 A
เฉลี่ย	54.7 A	52.1 A	54.7 A	53.4 A	
C.V. = 5.64%					

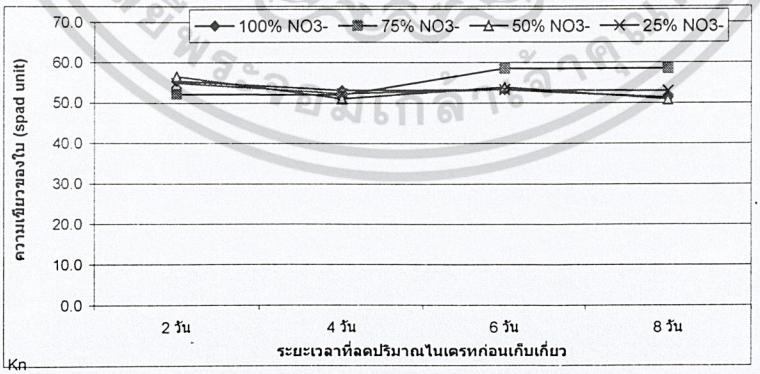
หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 6

5.1.5 ผักฮ่องเต้

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักฮ่องเต้ แสดงในตารางที่ 10 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และค่าความเขียวของใบ สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และค่าความเขียวของใบ และพบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อน้ำหนักสด แต่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 41.22, 45.96 และ 46.90 กรัม /ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุด คือ 36.01 กรัม /ต้น ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 4, 6 และ 8 วัน พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 46.86, 40.02 และ 45.22 กรัม /ต้น ตามลำดับ ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 2 วัน พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุด คือ 38.00 กรัม /ต้น สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักฮ่องเต้ เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 7

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 4.04, 3.97, 3.99 และ 4.17 % ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 4.18, 4.01, 3.98 และ 4.00 % ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักฮ่องเต้ เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 7

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 25% พบว่า มีค่าสูงสุด ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 5,744 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม (ตารางที่ 11) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 75% และ 50% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่า 5,614 และ 5,409 มิลลิกรัม NO_3^- / กิโลกรัม ตามลำดับ ขณะตำรับที่มีไนเตรท 100% พบว่ามีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดต่ำสุด คือมีค่า 5,332 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 5,788 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ขณะที่ระยะเวลาในการลด 4, 6 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดไม่แตกต่างกัน คือมีค่า 5,480 , 5,408 และ 5,423 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักฮ่องเต้ เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	218.42 **	0.10 ns	176903 *	23.18 ns
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	300.50 *	0.10 ns	426062 **	19.68 ns
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	210.87 ns	0.11 ns	381784 **	38.94 ns
N x D	(n-1)(d-1) =9	193.58 *	0.09 ns	25557 ns	19.09 ns
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	78.52	0.12	76457	20.57
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักฮ่องเต้ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

น้ำหนักสดผักฮ่องเต้ (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	31.97 d	32.91 d	34.38 d	44.78 abcd	36.01 B
75% NO_3^-	45.08 abcd	37.51 cd	45.78 abcd	36.52 cd	41.22 AB
50% NO_3^-	40.90 bcd	56.00 ab	40.49 bcd	46.45 abcd	45.96 A
25% NO_3^-	34.05 d	61.01 a	39.45 bcd	53.11 abc	46.90 A
เฉลี่ย	38.00 B	46.86 A	40.02 AB	45.22 AB	
C.V. = 20.84%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักฮ่องเต้ (%)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	4.34 a	3.82 a	4.04 a	3.95 a	4.04 A
75% NO_3^-	3.86 a	4.02 a	4.03 a	3.99 a	3.97 A
50% NO_3^-	4.31 a	3.86 a	3.79 a	4.00 a	3.99 A
25% NO_3^-	4.23 a	4.34 a	4.07 a	4.07 a	4.17 A
เฉลี่ย	4.18 A	4.01 A	3.98 A	4.00 A	
C.V. = 8.71%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักฮ่องเต้ (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

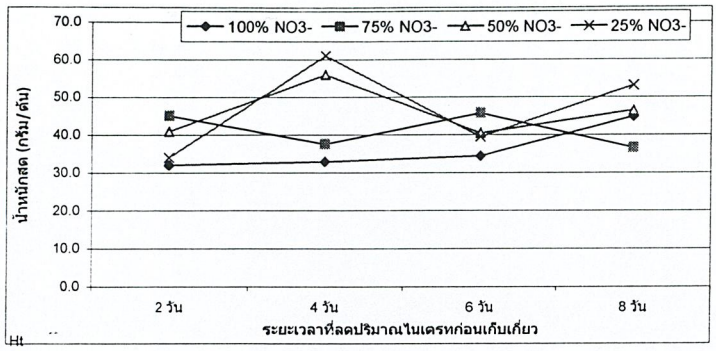
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	5621 abc	5257 bc	5157 c	5294 bc	5332 C
75% NO_3^-	5759 ab	5611 abc	5586 bc	5502 bc	5614 AB
50% NO_3^-	5652 abc	5288 bc	5347 bc	5348 bc	5409 BC
25% NO_3^-	6121 a	5764 ab	5541 bc	5550 bc	5744 A
เฉลี่ย	5788 A	5480 B	5408 B	5423 B	
C.V. = 5.00%					

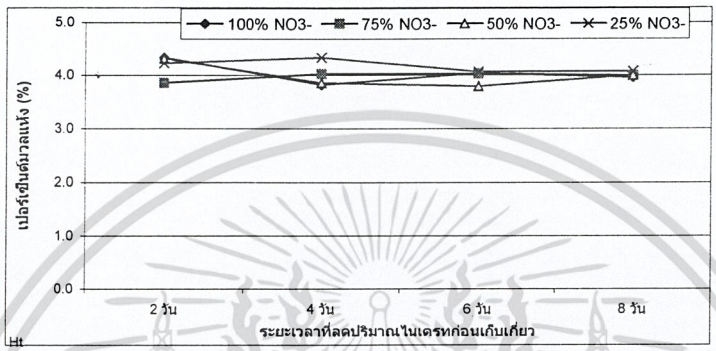
ความเขียวของใบผักฮ่องเต้ (spad unit)

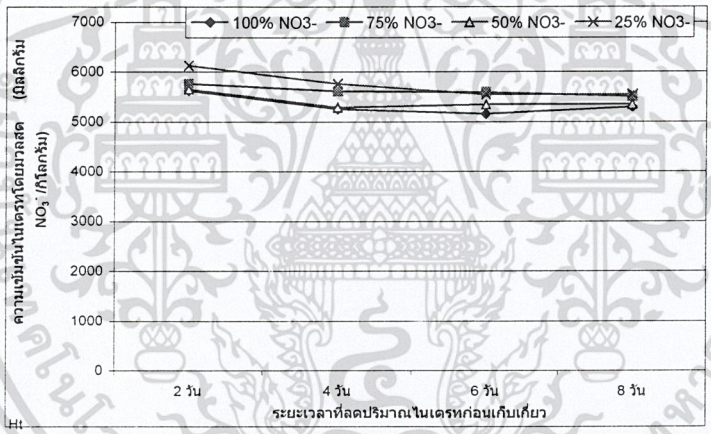
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	38.8 ab	32.1 b	35.6 ab	41.6 a	37.0 A
75% NO_3^-	34.3 ab	35.7 ab	31.8 b	40.4 ab	35.6 A
50% NO_3^-	36.1 ab	36.9 ab	38.7 ab	37.0 ab	37.2 A
25% NO_3^-	39.5 ab	38.1 ab	37.7 ab	39.5 ab	38.7 A
เฉลี่ย	37.2 A	35.7 A	35.9 A	39.6 A	
C.V. = 12.22%					

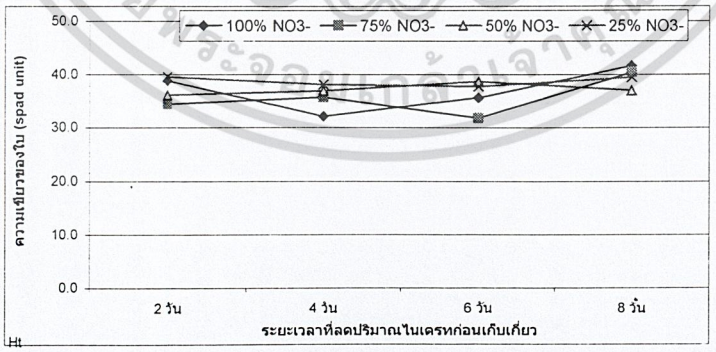
หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักฮ่องเต้ เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 7

ความเขียวของใบ ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 55.6 – 38.7 spad unit (ตารางที่ 11) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 35.7 – 39.6 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักฮ่องเต้ เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 7

5.2 ผลการปลูกพืชครั้งที่ 2

5.2.1 ผักกวางตุ้ง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักกวางตุ้ง แสดงในตารางที่ 12 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเขียวของใบสำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเขียวของใบ และพบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง แต่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อน้ำหนักสด ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% และ 50% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกัน มีค่า 33.66 และ 32.64 กรัม /ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 13) ซึ่งสูงแตกต่างจากตำรับมีไนเตรท 75% (27.19 กรัม /ต้น) และ 25% (24.39 กรัม /ต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 6 และ 8 วัน มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกัน มีค่า 33.49 และ 34.37 กรัม /ต้น ตามลำดับ ซึ่งสูงแตกต่างจากตำรับการลดที่ระยะเวลา 2 วัน (25.40 กรัม /ต้น) และ 4 วัน (24.61 กรัม /ต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักกวางตุ้ง เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 8

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 4.80 – 4.88 % (ตารางที่ 13) ซึ่งมีค่าสูงแตกต่างจากตำรับที่มีไนเตรท 50% (4.60 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 4.87, 4.75 และ 4.83 % ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงแตกต่างจากตำรับการลดที่ระยะเวลา 8 วัน (4.60 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักกวางตุ้ง เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักกวางตุ้งเมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	118.48 **	0.10 **	762656 **	5.53 ns
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	234.30 **	0.17 **	3430671 **	7.99 ns
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	321.43 **	0.13 **	229200 **	13.24 ns
N x D	(n-1)(d-1) =9	12.23 ns	0.07 **	51135 ns	2.14 ns
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	42.56	0.02	36603	5.17
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

น้ำหนักสดผักกวางตุ้ง (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	32.33 ab	27.53 ab	37.27 a	37.49 a	33.66 A
75% NO_3^-	22.19 b	21.34 b	30.44 ab	34.80 a	27.19 B
50% NO_3^-	27.15 ab	28.64 ab	39.14 a	35.63 a	32.64 A
25% NO_3^-	19.96 b	20.92 b	27.10 ab	29.58 ab	24.39 B
เฉลี่ย	25.40 B	24.61 B	33.49 A	34.37 A	
C.V. = 22.14%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักกวางตุ้ง (%)

ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	4.97 a	4.72 ab	4.93 a	4.91 a	4.88 A
75% NO_3^-	4.81 ab	4.75 ab	4.79 ab	4.84 ab	4.80 A
50% NO_3^-	4.73 ab	4.69 ab	4.78 ab	4.20 c	4.60 B
25% NO_3^-	4.96 a	4.84 ab	4.81 ab	4.59 b	4.80 A
เฉลี่ย	4.87 A	4.75 A	4.83 A	4.63 B	
C.V. = 2.97%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักกวางตุ้ง (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

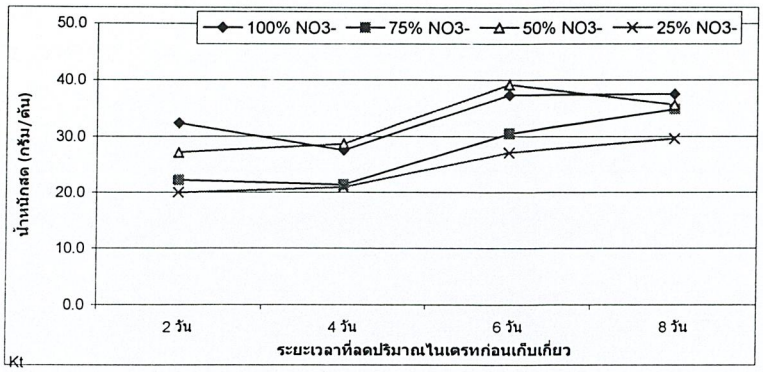
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	6516 a	6573 a	6550 a	6501 a	6535 A
75% NO_3^-	6509 a	6472 a	6380 a	6273 a	6408 A
50% NO_3^-	5942 b	5905 b	5583 c	5263 c	5673 B
25% NO_3^-	5524 c	5516 c	5500 c	5272 c	5453 C
เฉลี่ย	6123 A	6116 A	6003 A	5827 B	
C.V. = 3.18%					

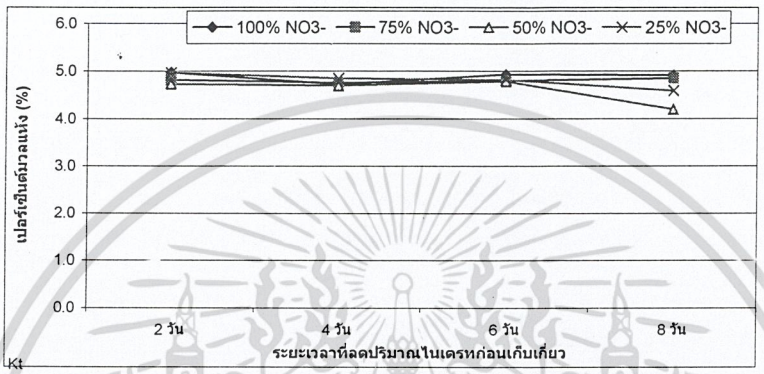
ความเขียวของใบผักกวางตุ้ง (spad unit)

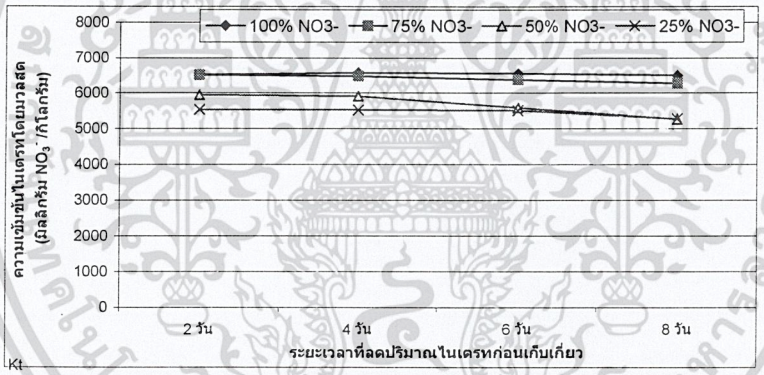
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	35.1 ab	34.0 b	37.3 ab	36.2 ab	35.7 A
75% NO_3^-	35.6 ab	34.8 ab	35.9 ab	35.6 ab	35.5 A
50% NO_3^-	35.6 ab	36.5 ab	37.8 ab	39.1 a	37.3 A
25% NO_3^-	35.5 ab	35.2 ab	36.3 ab	38.3 ab	36.3 A
เฉลี่ย	35.4 AB	35.1 B	36.8 AB	37.3 A	
C.V. = 6.29%					

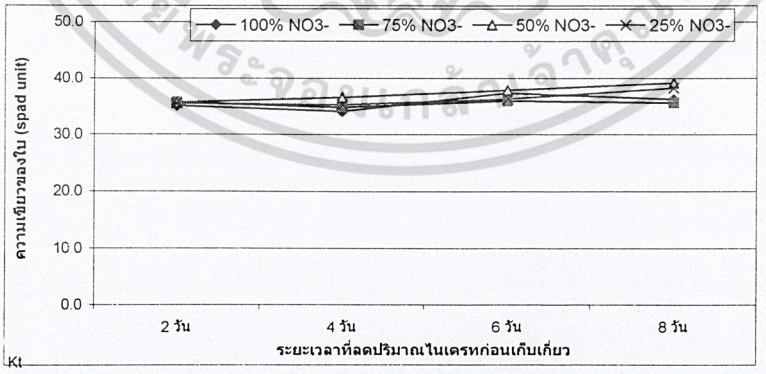
หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% และ 75% พบว่า มีค่าสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 6,535 และ 6,408 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 50% (5,673 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และตำรับที่มีไนเตรท 25% (5,453 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดไม่แตกต่างกัน คือมีค่า 6,123 , 6,116 และ 6,003 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงแตกต่างจากตำรับการลดที่ระยะเวลา 8 วัน (5,827 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักกวางตุ้ง เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 8

ความเขียวของใบ ของผักกวางตุ้ง ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 35.5 – 37.3 spad unit (ตารางที่ 13) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 8 วัน มีค่าสูงสุด คือมีค่า 37.3 spad unit รองลงมาคือตำรับการลดที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน ซึ่งมีค่าความเขียวของใบใกล้เคียงกัน คือมีค่า 35.4, 35.1 และ 36.8 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักกวางตุ้งเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 8

5.2.2 ผักไดโตเกียว

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักไดโตเกียว แสดงในตารางที่ 14 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และค่าความเขียวของใบ และพบว่า ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 30.58 – 35.12 กรัม /ต้น (ตารางที่ 15) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 41.27 กรัม /ต้น รองลงมาคือ ตำรับการลดที่ระยะเวลา 4, 8 และ 6 วัน คือมีค่า 32.76, 30.83 และ 25.86 กรัม /ต้น ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักไดโตเกียว เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 9

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 4.33 และ 4.25 % ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ ในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักไดโตเกียวเมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	136.71 *	0.08 **	129346 **	8.83 ns
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	48.86 ns	0.32 **	436223 **	26.42 *
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	495.17 **	0.01 ns	145066 **	5.04 ns
N x D	(n-1)(d-1) =9	46.51 ns	0.02 ns	21814 ns	4.22 ns
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	55.11	0.01	15711	7.57
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

น้ำหนักสดผักไดโตเกียว (กรัม/ต้น)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	36.54 abc	33.98 bc	24.26 c	27.56 c	30.58 A
75% NO_3^-	49.28 a	31.97 bc	23.96 c	28.63 bc	33.46 A
50% NO_3^-	42.85 ab	35.86 abc	26.46 c	35.33 bc	35.12 A
25% NO_3^-	36.43 abc	29.22 bc	28.76 bc	31.83 bc	31.56 A
เฉลี่ย	41.27 A	32.76 B	25.86 C	30.83 BC	
C.V. = 22.71%					

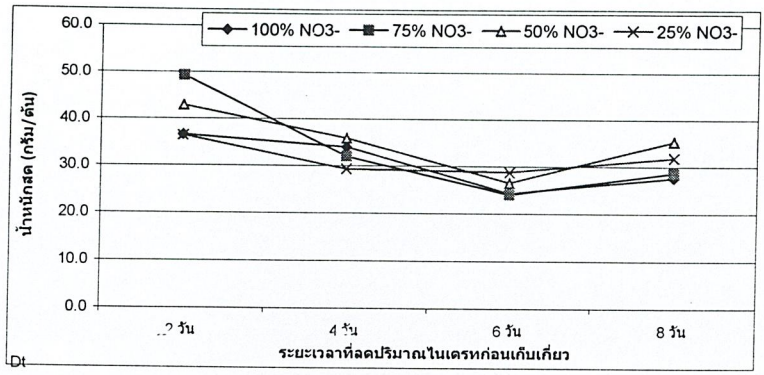
เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักไดโตเกียว (%)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	4.28 abc	4.39 a	4.29 abc	4.37 a	4.33 A
75% NO_3^-	4.17 bcde	4.33 ab	4.20 abcd	4.11 cde	4.20 B
50% NO_3^-	4.03 def	3.93 f	3.99 ef	3.87 f	3.95 C
25% NO_3^-	4.27 abc	4.14 bcde	4.32 ab	4.27 abc	4.25 AB
เฉลี่ย	4.19 A	4.20 A	4.20 A	4.15 A	
C.V. = 2.39%					

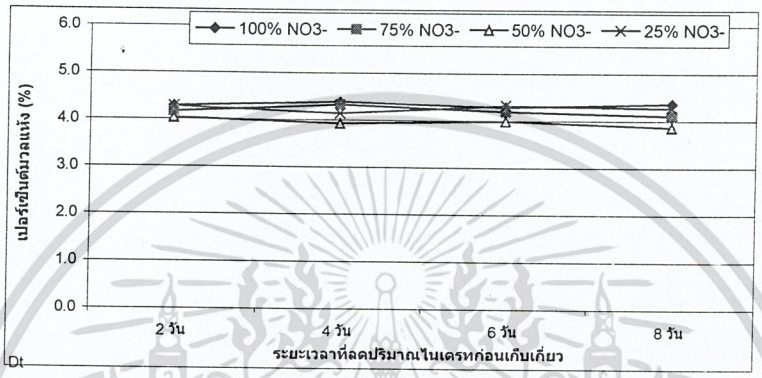
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักไดโตเกียว (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	6361 a	6217 abc	6316 ab	6187 abc	6270 A
75% NO_3^-	6200 abc	6125 abc	6098 bcd	5993 cdef	6104 B
50% NO_3^-	6184 abc	6068 cde	5987 cdef	5652 g	5973 C
25% NO_3^-	5880 defg	5852 efg	5820 fg	5737 g	5822 D
เฉลี่ย	6156 A	6066 A	6055 A	5892 B	
C.V. = 2.07%					

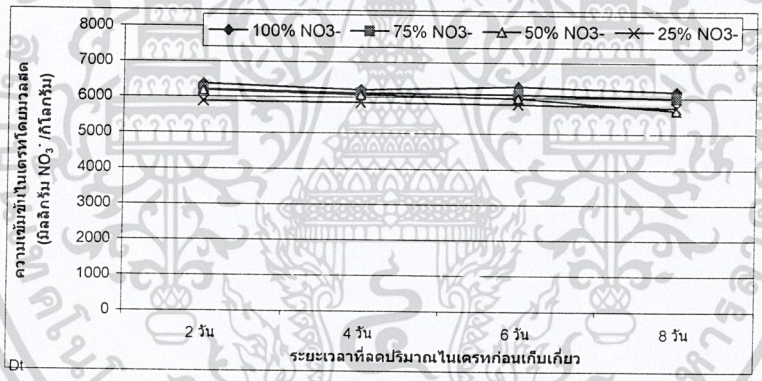
ความเขียวของใบผักไดโตเกียว (spad unit)					
ปริมาณ NO_3^-	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
ในสารละลาย	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	13.8 c	14.7 abc	14.5 abc	14.1 bc	14.3 B
75% NO_3^-	16.4 abc	16.2 abc	17.0 abc	14.5 abc	16.0 AB
50% NO_3^-	14.3 abc	15.0 abc	15.9 abc	15.2 abc	15.1 B
25% NO_3^-	19.3 ab	19.6 a	16.2 abc	15.7 abc	17.7 A
เฉลี่ย	16.0 A	16.4 A	15.9 A	14.9 A	
C.V. = 17.43%					

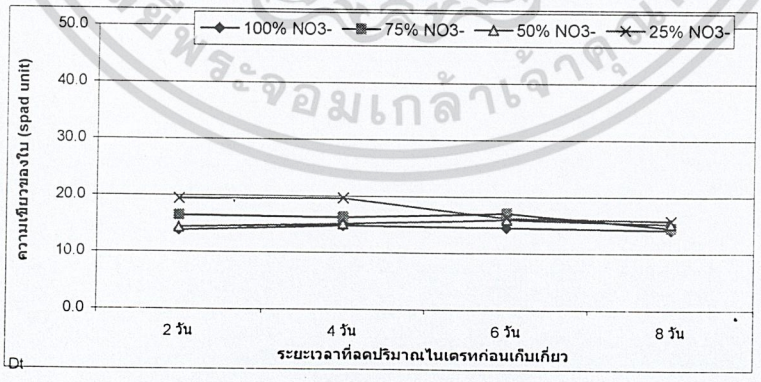
หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืชในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ตารางที่ 15) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 75% และ 50% คือมีค่า 4.20 และ 3.95 % ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 4.15 – 4.20 % สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักไดโตเกียว เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 9

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 6,270 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม (ตารางที่ 15) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% คือมีค่า 6,104 , 5,973 และ 5,822 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4 และ6 วัน มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดไม่แตกต่างกัน คือมีค่า 6,156 , 6,066 และ 6,055 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงแตกต่างจากตำรับการลดที่ระยะเวลา 8 วัน (5,892 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักไดโตเกียว เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 9

ความเขียวของใบ ของผักไดโตเกียว ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 25% พบว่า มีค่าสูงสุด คือมีค่า 17.7 spad unit (ตารางที่ 15) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 100% ซึ่งมีค่าความเขียวของใบใกล้เคียงกัน คือมีค่า 16.0, 15.1 และ 14.3 % ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน พบว่า มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 14.9 – 16.4 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักไดโตเกียวเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 9

5.2.3 ผักคื่นช่าย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักคื่นช่าย แสดงในตารางที่ 16 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเขียวของใบ สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด และค่าความเขียวของใบ และพบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด แต่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 6.88 กรัม /ต้น (ตารางที่ 17) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 4.92, 5.58 และ 5.77 กรัม /ต้น ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน ไม่ทำให้น้ำหนักสดของผักมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 5.46 – 6.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคื่นช่าย เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	3.33 **	0.41 **	929496 **	13.41 ^{ns}
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	7.96 **	0.79 **	4141804 **	6.22 ^{ns}
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	0.76 ^{ns}	0.43 **	353208 **	9.41 ^{ns}
N x D	(n-1)(d-1) =9	2.64 *	0.28 **	50822 ^{ns}	17.15 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	1.08	0.08	51378	16.46
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 25

น้ำหนักสดผักคื่นช่าย (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	7.73 a	6.33 abcd	7.56 ab	5.90 abcde	6.88 A
75% NO_3^-	3.94 e	4.34 de	5.58 bcde	5.80 abcde	4.92 B
50% NO_3^-	5.49 cde	6.65 abc	5.36 cde	4.83 cde	5.58 B
25% NO_3^-	4.69 cde	6.42 abc	5.62 bcde	6.36 abcd	5.77 B
เฉลี่ย	5.46 A	5.94 A	6.03 A	5.72 A	
C.V. = 17.95%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักคื่นช่าย (%)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	7.36 abc	6.86 bcde	7.48 a	7.61 a	7.33 A
75% NO_3^-	6.72 def	6.83 cdef	7.20 abcd	6.93 bcde	6.92 B
50% NO_3^-	7.18 abcd	6.84 cdef	6.83 cdef	6.72 def	6.89 B
25% NO_3^-	7.39 ab	6.30 f	6.44 ef	6.75 def	6.72 B
เฉลี่ย	7.16 A	6.71 B	6.99 A	7.00 A	
C.V. = 4.09%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักคื่นช่าย (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	8378 a	8143 a	8140 a	8299 a	8240 A
75% NO_3^-	7559 b	7441 bc	7389 bc	7344 bc	7433 B
50% NO_3^-	7525 b	7230 bcd	7197 bcd	7030 cde	7246 B
25% NO_3^-	7300 bc	6828 def	6652 ef	6586 f	6842 C
เฉลี่ย	7690 A	7410 B	7345 B	7315 B	
C.V. = 3.05%					

ความเขียวของใบผักคื่นช่าย (spad unit)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	30.7 ab	30.0 ab	27.7 ab	30.6 ab	29.8 A
75% NO_3^-	29.9 ab	31.3 ab	31.1 ab	25.5 b	29.5 A
50% NO_3^-	34.7 a	31.3 ab	29.3 ab	28.2 ab	30.9 A
25% NO_3^-	27.0 ab	29.3 ab	30.2 ab	30.6 ab	29.3 A
เฉลี่ย	30.6 A	30.5 A	29.6 A	28.7 A	
C.V. = 13.60%					

หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม /ต้น สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักคื่นช่าย เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 10

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 7.33 % (ตารางที่ 17) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 6.92, 6.89 และ 6.72 % ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 6 และ 8 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงใกล้เคียงกัน คือมีค่า 7.16, 6.99 และ 7.00 % ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากตำรับการลดที่ระยะเวลา 4 วัน (6.71 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักคื่นช่าย เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 10

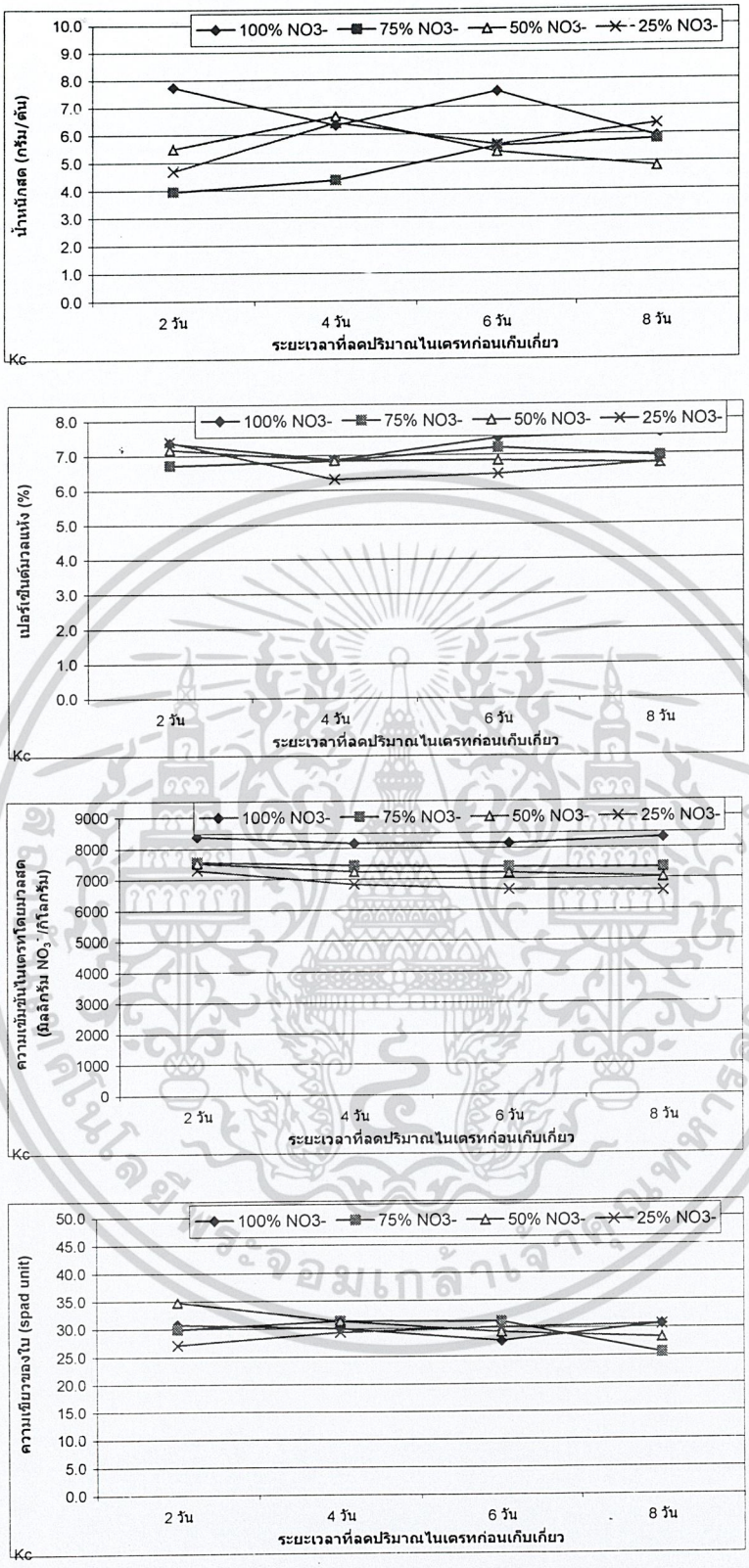
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าสูงสุด คือมีค่า 8,240 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) รองลงมาคือ ตำรับที่มีไนเตรท 75% และ 50% พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดใกล้เคียงกัน คือมีค่า 7,433 และ 7,246 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ขณะตำรับที่มีไนเตรท 25% พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดต่ำสุด คือมีค่า 6,842 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 7,690 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 4, 6 และ 8 วัน พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 7,410 , 7,345 และ 7,315 มิลลิกรัม NO_3^- / กิโลกรัม สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักคื่นช่าย เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 10

ความเขียวของใบ ของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 29.3 – 30.9 spad unit (ตารางที่ 17) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 วัน มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 28.7 – 30.6 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักคื่นช่ายเมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 10

5.2.4 ผักคะน้า

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช (ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักคะน้า แสดงในตารางที่ 18 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และค่าความเขียวของใบ สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคื่นช่าย ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักคะน้า เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	117.09 ^{ns}	0.06 *	517389 **	13.00 ^{ns}
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	117.67 ^{ns}	0.06 ^{ns}	1900755 **	3.11 ^{ns}
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	303.28 *	0.15 **	604995 **	32.71 *
N x D	(n-1)(d-1) =9	54.83 ^{ns}	0.02 ^{ns}	27064 ^{ns}	9.73 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	75.38	0.02	25832	8.21
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50%และ 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 34.40 – 40.70 กรัม /ต้น (ตารางที่ 19) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 45.32 กรัม /ต้น ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 4, 6 และ 8 วัน พบว่า มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกัน คือมีค่าระหว่าง 34.89 – 36.03 กรัม /ต้น สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักคะน้า เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืชในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 11

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งใกล้เคียงกัน คือมีค่าระหว่าง 7.18 – 7.33 % (ตารางที่ 19) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 50% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งต่ำสุด คือมีค่า 7.18 % ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 8 วัน มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 7.44 % ขณะที่ระยะเวลาในการลด 2, 4 และ 6 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 7.19 – 7.26 % สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักคะน้า เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 11

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 7,296 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับมีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด 6,974 , 6,604 และ 6,397 มิลลิกรัม NO_3^- / กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 7,075 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับการลดที่ระยะเวลา 4, 8 และ 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด 6,911 , 6,728 และ 6,556 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักคะน้า เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 11

ความเขียวของใบ ของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100%, 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 47.2 – 48.3 spad unit (ตารางที่ 19) ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 และ 8 วัน มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 49.7 และ 48.9 spad unit ตามลำดับขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 4 และ 6 วัน พบว่ามีค่าความเขียวของใบใกล้เคียงกัน คือมีค่า 46.4 และ 46.6 spad unit ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักคะน้า เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 11

5.2.5 ผักฮ่องเต้

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ในสารละลายธาตุอาหารพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

น้ำหนักสดผักคะน้า (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				เฉลี่ย
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	
100% NO_3^-	41.77 abc	40.60 abc	43.02 abc	35.57 abc	40.24 A
75% NO_3^-	48.71 a	31.19 bc	28.79 c	28.90 c	34.40 A
50% NO_3^-	43.86 abc	32.13 abc	32.58 abc	35.16 abc	35.93 A
25% NO_3^-	46.95 ab	40.22 abc	35.15 abc	40.47 abc	40.70 A
เฉลี่ย	45.32 A	36.03 B	34.89 B	35.03 B	
C.V. = 22.96%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักคะน้า (%)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				เฉลี่ย
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	
100% NO_3^-	7.37 abc	7.20 bc	7.30 abc	7.44 ab	7.33 A
75% NO_3^-	7.35 abc	7.26 abc	7.21 bc	7.51 a	7.33 A
50% NO_3^-	7.17 bc	7.14 bc	7.14 bc	7.29 abc	7.18 B
25% NO_3^-	7.14 bc	7.36 abc	7.10 c	7.54 a	7.29 AB
เฉลี่ย	7.26 B	7.24 B	7.19 B	7.44 A	
C.V. = 2.13%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักคะน้า (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

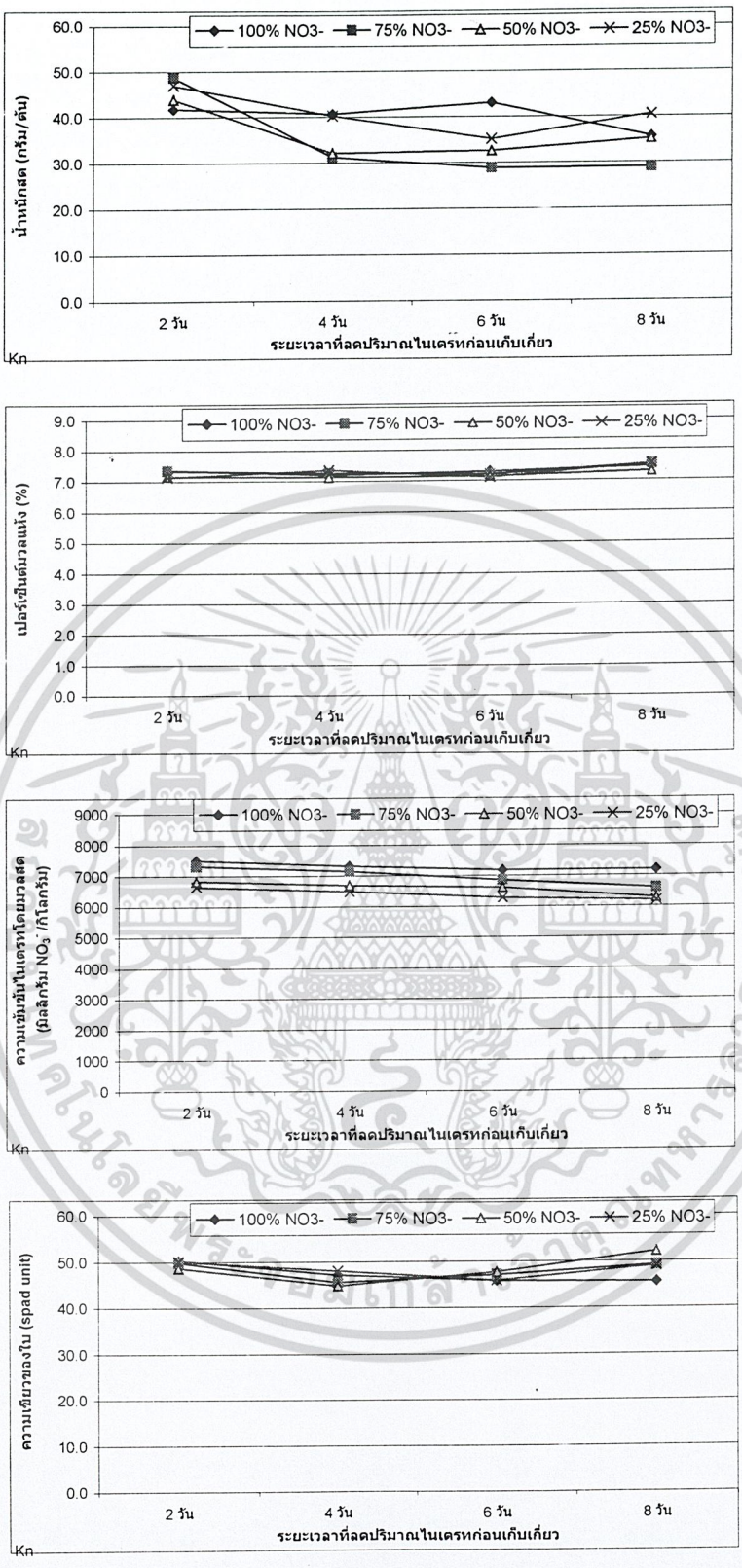
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				เฉลี่ย
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	
100% NO_3^-	7505 a	7318 ab	7172 b	7187 b	7296 A
75% NO_3^-	7314 ab	7143 b	6852 c	6586 cd	6974 B
50% NO_3^-	6832 c	6697 cd	6615 cd	6269 ef	6604 C
25% NO_3^-	6647 cd	6487 de	6273 ef	6183 f	6397 D
เฉลี่ย	7075 A	6911 B	6728 C	6556 D	
C.V. = 2.36%					

ความเขียวของใบผักคะน้า (spad unit)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				เฉลี่ย
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	
100% NO_3^-	50.2 ab	47.2 ab	45.8 b	45.5 b	47.2 A
75% NO_3^-	49.8 ab	45.5 b	47.1 ab	49.2 ab	47.9 A
50% NO_3^-	48.6 ab	44.8 b	47.7 ab	52.1 a	48.3 A
25% NO_3^-	50.1 ab	48.0 ab	45.9 b	48.9 ab	48.2 A
เฉลี่ย	49.7 A	46.4 C	46.6 BC	48.9 AB	
C.V. = 5.98%					

หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักคะน้า ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ให้เหลือ 25, 50, 75 และ 100 %) และระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท (2, 4, 6 และ 8 วัน) ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักฮ่องเต้ แสดงในตารางที่ 20 พบว่า การลดปริมาณไนเตรทมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด และค่าความเขียวของใบ สำหรับระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรท พบว่า มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด และพบว่า ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการลดปริมาณไนเตรทกับระยะเวลาในการลดต่อน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และค่าความเขียวของใบ

น้ำหนักสดต่อต้น ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 33.40, 37.93 และ 36.65 กรัม /ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 21) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุด คือ 29.30 กรัม /ต้น ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 8 วัน พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด คือมีค่า 40.12 กรัม /ต้น ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน พบว่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 31.40, 33.82 และ 31.95 ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักฮ่องเต้ เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 12

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 4.76 % (ตารางที่ 21) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 4.35, 4.17 และ 4.29 % ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน พบว่า มีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 4.59 % รองลงมาคือ ตำรับการลดที่ระยะเวลา 4 และ 6 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งใกล้เคียงกัน คือมีค่า 4.41 และ 4.36 % ตามลำดับ ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 8 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งต่ำสุด คือมีค่า 4.21 % สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักฮ่องเต้ เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 12

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 25% พบว่า มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 6,539 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม (ตารางที่ 21) รองลงมาคือตำรับที่มีไนเตรท 75% คือมีค่า 6,205 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ขณะตำรับที่มีไนเตรท 50% และ 25% พบว่ามีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดใกล้เคียงกัน คือมีค่า 5,773 และ 5,682 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 6,227 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับการลดที่ระยะเวลา 4 และ 6 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดใกล้เคียงกัน คือมีค่า 6,101 และ 6,013 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม ตามลำดับ ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 8 วัน พบว่า มีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดต่ำสุด คือมีค่า 5,857 มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไนเตรทโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักสด (กรัม /ต้น) เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (%) ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด (มิลลิกรัม NO_3^- /กิโลกรัม) และความเขียวใบ (spad unit) ของผักฮ่องเต้ เมื่อลดปริมาณไนเตรท 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาที่ลดก่อนการเก็บเกี่ยว 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบ DRFT จากการจัดสิ่งทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

แหล่งของความแปรปรวน (Source of variation, SOV)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom, d.f.)	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Mean of square, MS)			
		น้ำหนักสด	เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง	ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด	ความเขียวของใบ
ตำรับการทดลอง	nd-1 =15	125.86 ^{ns}	0.25 **	460305 **	124.76 *
ปริมาณไนเตรทในสารละลาย (N)	n-1 =3	178.12 ^{ns}	0.80 **	1901843 **	78.43 ^{ns}
ระยะเวลาลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว (D)	d-1 =3	192.14 ^{ns}	0.30 **	289754 **	373.52 **
N x D	(n-1)(d-1) =9	86.35 ^{ns}	0.06 ^{ns}	36643 ^{ns}	57.29 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน (Error)	nd(r-1) =32	72.64	0.04	29614	28.27
ผลรวม (Total)	ndr-1 =47				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ผลของการลดปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช และระยะเวลาในการลดไนเตรท ก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในระบบ DRFT ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

น้ำหนักสดผักฮ่องเต้ (กรัม/ต้น)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	27.75 c	30.05 c	30.91 c	28.48 c	29.30 B
75% NO_3^-	35.27 abc	35.30 abc	29.84 c	33.20 bc	33.40 AB
50% NO_3^-	34.61 abc	34.17 abc	34.04 abc	48.93 ab	37.93 A
25% NO_3^-	27.98 c	35.74 abc	33.01 bc	49.86 a	36.65 AB
เฉลี่ย	31.40 B	33.82 AB	31.95 B	40.12 A	
C.V. = 24.83%					

เปอร์เซ็นต์มวลแห้งผักฮ่องเต้ (%)

ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	4.93 a	4.66 abc	4.72 abc	4.75 ab	4.76 A
75% NO_3^-	4.67 abc	4.20 d	4.35 cd	4.18 d	4.35 B
50% NO_3^-	4.38 bcd	4.38 bcd	4.14 de	3.80 e	4.17 B
25% NO_3^-	4.39 bcd	4.40 bcd	4.25 d	4.11 de	4.29 B
เฉลี่ย	4.59 A	4.41 B	4.36 BC	4.21 C	
C.V. = 4.66%					

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดผักฮ่องเต้ (มิลลิกรัม NO_3^-/กิโลกรัม)

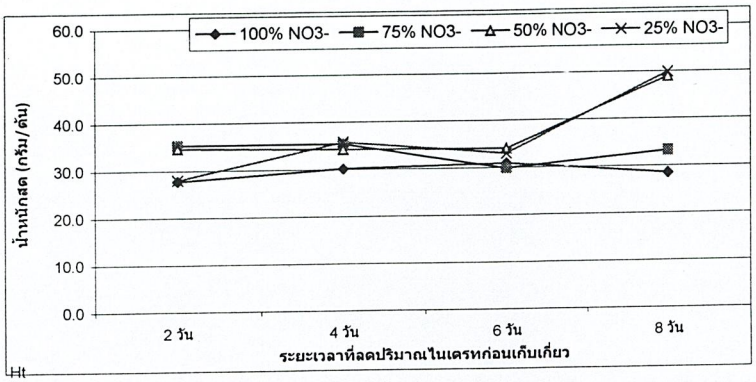
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	6642 a	6506 ab	6443 ab	6565 a	6539 A
75% NO_3^-	6370 ab	6214 bc	6218 bc	6016 cd	6205 B
50% NO_3^-	5976 cde	5926 cde	5714 def	5475 fg	5773 C
25% NO_3^-	5919 cde	5758 def	5678 ef	5371 g	5682 C
เฉลี่ย	6227 A	6101 AB	6013 B	5857 C	
C.V. = 2.84%					

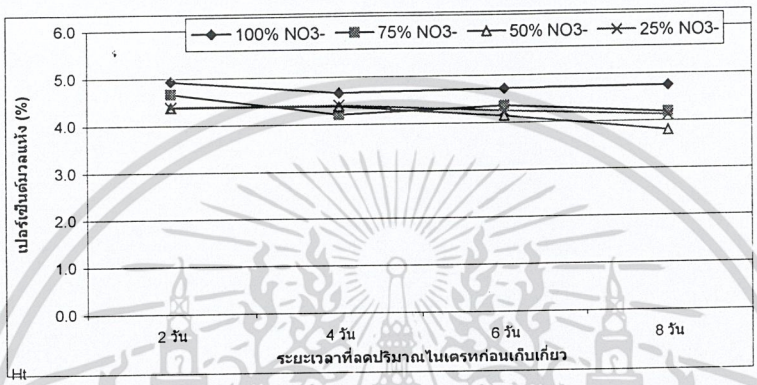
ความเขียวของใบผักฮ่องเต้ (spad unit)

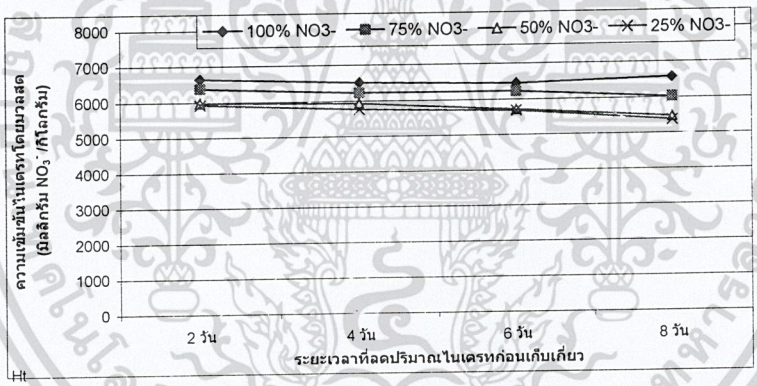
ปริมาณ NO_3^- ในสารละลาย	ระยะเวลาที่ลดปริมาณไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยว				
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	เฉลี่ย
100% NO_3^-	39.6 bcd	35.4 cde	34.8 cde	29.2 e	34.8 B
75% NO_3^-	43.5 bc	34.9 cde	33.8 cde	35.2 cde	36.9 AB
50% NO_3^-	45.9 b	40.4 bcd	38.6 bcde	32.3 de	39.3 AB
25% NO_3^-	55.3 a	35.1 cde	31.2 de	40.4 bcd	40.5 A
เฉลี่ย	46.1 A	36.4 B	34.6 B	34.3 B	
C.V. = 14.05%					

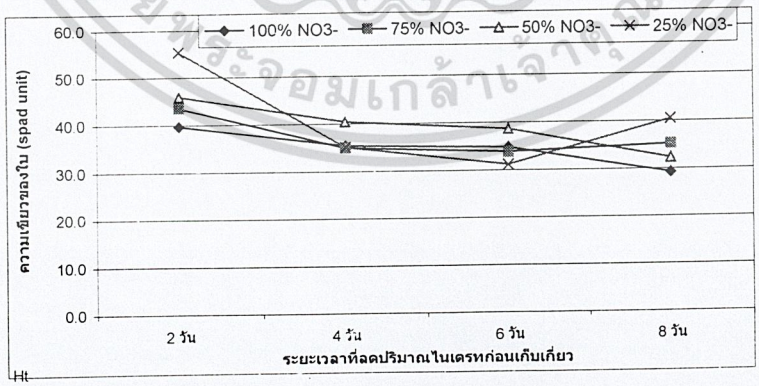
หมายเหตุ อักษร (ตัวพิมพ์ใหญ่) ของปัจจัยหลัก และอักษร (ตัวพิมพ์เล็ก) ของปฏิกิริยาระหว่างปัจจัย ที่ต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด และความเขียวใบของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในระบบ DRFT เมื่อปรับลดปริมาณไนเตรทของสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว ของการปลูกพืชครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มวลสดของผักฮ่องเต้เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 12

ความเขียวของใบ ของผักฮ่องเต้ ที่ปลูกในสารละลายที่มีไนเตรท 75%, 50% และ 25% พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่า 36.9, 39.3 และ 40.5 spad unit ตามลำดับ (ตารางที่ 21) ขณะตำรับที่มีไนเตรท 100% พบว่า มีค่าความเขียวของใบต่ำสุด คือ 34.8 spad unit ส่วนระยะเวลาในการลดปริมาณไนเตรทของสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า การลดที่ระยะเวลา 2 วัน มีค่าความเขียวของใบสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่า 46.1 spad unit ขณะตำรับการลดที่ระยะเวลา 4, 6 และ 8 วัน พบว่า มีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 34.3 – 36.4 spad unit สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเขียวของใบผักฮ่องเต้เมื่อปรับลดระดับปริมาณไนเตรทในสารละลายธาตุอาหารพืช ในระยะเวลาต่างๆ ก่อนทำการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในภาพที่ 12

6. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาระยะเวลาและปริมาณการลดไนเตรทไนโตรเจนของสารละลายธาตุอาหาร ในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวที่มีต่อการการเจริญเติบโต และการสะสมไนเตรทของผักใบบางชนิด (กวางตุ้ง, ไดโตเกียว, คื่นช่าย, คะน้า และฮ่องเต้) ที่ปลูกในระบบ DRFT พบว่า สามารถลดปริมาณไนเตรทในสารละลายที่ปลูกผักไดโตเกียว, คื่นช่าย, คะน้า และฮ่องเต้ ให้เหลือ 25% และในสารละลายที่ปลูกผักกวางตุ้ง ให้เหลือ 50% เป็นเวลานาน 8 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว โดยไม่ทำให้น้ำหนักสดและความเขียวใบของผักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลทำให้ปริมาณไนเตรทโดยมวลสดของผักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักมีแนวโน้มลดลงหรือผักมีความอวบน้ำมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อความน่ารับประทานผักของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์ อรสา ดิสถาพร สุชีลา เตชะวงค์เสถียร และวีระ ภาคอุทัย. 2544. รายงานการประมวลองค์ความรู้ เรื่อง ผักในประเทศไทย: สถานภาพของการผลิต การตลาด และการวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 190 น.

จินดารัตน์ โพธิมามกะ 2546. การหาปริมาณความต้องการธาตุอาหารของผักบางชนิดจากปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของพืช, กรุงเทพมหานคร

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ และ วุฒิพงษ์ พิมพ์โคตร. 2545. การสำรวจเบื้องต้นปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมปลูกโดยไม่ใช้ดินในฤดูกาลต่างๆ. น. 67-73 ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

บริษัทศูนย์เกษตรกรรมบางไทรจำกัด. 2548. คู่มือการปลูกพืชไร้ดิน. บริษัทสยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด, กรุงเทพฯ. 120 น.

Alaburda, J. and L. Nishihara. 1998. Presence of nitrogen compounds in well water. Revista de Saude Publica 32(2):160-165.

Behr, U. 1992. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivaars. Sci. Hort. 49: 175-179.

Brown, J.R., M. Christy and G.S. Smith. 1999. Nitrate in Soils and Plants. University Extension, University of Missouri-Columbia, Columbia. http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/agchem/g09804.htm, April 2002.

Bruning-Fann, C.S. and J.B. Kaneene. 1993. The effects of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds on health: a review. Veterinary and Human Toxicology 35(6):521-538.

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

Cataldo, D.A., M. Haroon, L.E. Schraderand and V.L. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci and Plant Analysis 6(1):71-80.

Corre, W.J. and T. Breimer. 1979. Nitrate and Nitrite in Vegetables. Center for Agricultural Publising and Documentation, Wageningen, Netherlands.

Dapoigny, L., S. de Tourdonnet, J. Roger-Estrade, M. Jeuffroy and A. Fleyry. 2000. Effect of nitrogen nutrition on growth and nitrate accumulation in lettuce *(Lactuca sativa* L.), under various conditions of radiation and temperature. Agronomie 20:843-855.

Gaudreau L., J. Charbonneau, L.P. Vezina and A. Gosselin. 1995. Effects of photoperiod and photosynthetic photon flux on nitrate content and nitrate reductase activity in greenhouse grown lettuce. J. Plant Nutr. 18: 437-453.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Grabek, M. 1993. Nitrogen compounds and their role in the contamination of the environment. Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska 48:153-157.

Gunes, A. W.N.K. Post, E.A. Kirkby and M. Aktas. 1994. Influence of partial replacement of nitrate by amino acid nitrogen of urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. J. Plant Nutr. 17: 1929-1938.

Kennedy, D. 1995. Leafy Vegetables and Nitrates. Leaf for Life. Web, KY, USA. http://www.leafforlife.com/PAGES/LEAFVEG.HTM, April 2002.

Lin, J.K. 1990. Nitrosamines as potential environmental carcinogens in man. Clinical Biochemistry: 23(1). 67-71

Maynard, D.N. and A.V. Barker. 1972. Nitrate content of vegetable crops. Hort. Sci. 7(3): 224-226.

Millard, P. 1988. The accumulation and storage of nitrogen by herbaceous plants. Plant Cell Environ. 11: 1-8.

Munzinger, A. 1999. Optimal Control of Nitrate Accumulation in Greenhouse Lettuce and Other Leafy Vegetables. FAIR-CT98-4362, European Commission, Brussels, Belgium. http://europa.eu.int/comm/research/agro/fair/en/nl4362.html, May 2002.

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

Phupaibul P., N. Chinoim and T. Matoh. 2002. Nitrate Concentration in Chinese Kale Sold at Markets Around Bangkok, Thailand. Thai J. of Agric. Sci. 35(3):295-302.

Roorda van Eysinga, J.P.N.L. and M.Q. Van der Meijs. 1985. Effect of nitrogen nutrition and global radiation on yield and nitrate content of lettuce grown under glass. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16: 1293-1300.

Schonbeck, M. 1988. Nitrate in Winter Greenhouse Leafy Vegetables. Article No. 33, New Alchemy Quarterly Institute, Inc., MA. http://Fuzzylu.com/greencenter/q33/nitrate.htm, May 2002.

Siomos, A.S. and C.C. Dogras. 1999. Nitrates in Vegetables Produced in Greece. J. Vegetable Crop Production 5(2) : 3-14.

Steingrover, E. J.W. Steenhuizen and J. Van der Boon. 1993. Effects of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on a recirculating nutrient solution. Neth. J. Agric. Sci. 41: 13-21.

Walker, R. 1990. Nitrate, nitrites, and N-nitroso compound: Areview of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. Foog Add. Cont. 7: 717-769.

Weimin, Z., L. Shijun, G. Lihong, C. Laibing, Z. Suping, H. Zhongyang and Z. Dabiao. 1998. Genetic Diversity of Nitrate Accumulation in Vegetable Crops. Acta Hort. (ISHS) 467:119-126. http://www.actahort.org/books/467/467_12.htm, May 2002.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้