

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การเปรียบเทียบค่าขยายพรางแสงชนิดต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรท  
ของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT

The comparison of various sland on growth and nitrate accumulation of salad as grown  
in Dynamic Root Floating Technique system

โดย

นายโชคทวี ตรงศิริเกียรติ  
นายอภิชาติ สัจจชัยพรเทพ

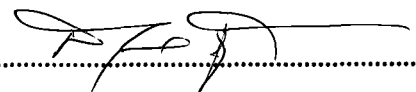
ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

(รศ.ดร. อธิวิสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาควิชารับรองแล้ว



(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพี

วันที่ 28 เดือน 12 พ.ศ. 49

# ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การเปรียบเทียบค่าขยายพรางแสงชนิดต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรท  
ของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT

The comparison of various sland on growth and nitrate accumulation of salad as grown  
in Dynamic Root Floating Technique system

โดย



T099678

นายโชคทวี ตรงศิริเกียรติ

นายอภิชาติ สัจจชัยพรเทพ

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ.2548

ร/พ.

๕8141

2548

๑๖.๒

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 99678

วันที่..... 16/05/2548

วันที่.....

ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
อื่นทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยาม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร. อธิธิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ประจำภาควิชา ปรุฬหวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาวิชาความรู้ต่างๆ ตลอดเวลาและให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผศ. ไพรัตน์ ทิมพิศิริกุล ที่ช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการ ทดลอง และให้คำปรึกษาจนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ สมเกียรติ สีสนอง ที่เอื้อเฟื้อคอมพิวเตอร์ห้องระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ให้สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่างๆ ตลอดจนแนวคิด คำปรึกษา คำแนะนำอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณคุณแม่ คุณแม่ผู้ให้กำเนิด และเป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษ เรื่อยมา

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญเปล่ง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปรุฬหวิทยา และ ขอขอบคุณคุณสมจิตร มังนาคที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณพี่ไต้, พี่รินทร์ และพี่ๆที่ฟาร์มสวนพืชไร่ดินทุกคน ที่คอยดูแลเรา และให้ คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณรุ่นพี่ปริญญาโทที่ช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลอง และให้คำปรึกษา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาปรุฬหรุ่น 18 ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ได้ให้ความ ช่วยเหลือและเป็นกำลังในการทำปัญหาพิเศษให้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

นาย โชคทวี ตรงศิริเกียรติ

นาย อภิชาติ สัจจชัยพรเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญภาพ	II
บทคัดย่อ	III
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจสอบเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
ผลการทดลอง	19
วิจารณ์ผลการทดลอง	26
สรุปผลการทดลอง	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	นำหนักสกดต่อต้านของสลักกรีน ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสง ชนิดต่างๆ	31
2	เปอร์เซ็นต์มวลแห่งของสลักกรีน ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสงชนิดต่างๆ	31
3	ความเข้มข้น ไนเตรทโดยมวลแห่งของสลักกรีน ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพราง แสงชนิดต่างๆ	31
4	ความเข้มข้น ไนเตรทโดยมวลสคขของสลักกรีน ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสง ชนิดต่างๆ	31
5	นำหนักสกดต่อต้านของสลักเรค ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสง ชนิดต่างๆ	32
6	เปอร์เซ็นต์มวลแห่งของสลักเรค ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสงชนิดต่างๆ	32
7	ความเข้มข้น ไนเตรทโดยมวลแห่งของสลักเรค ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสง ชนิดต่างๆ	32
8	ความเข้มข้น ไนเตรทโดยมวลสคขของสลักเรค ไอ้คที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสง ชนิดต่างๆ	32
9	นำหนักสกดต่อต้านของสลักเรคคอรอลที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสงชนิดต่างๆ	32
10	เปอร์เซ็นต์มวลแห่งของสลักเรคคอรอลที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสงชนิดต่างๆ	33
11	ความเข้มข้น ไนเตรทโดยมวลแห่งของสลักเรคคอรอลที่ปลุกภายใด้ค้ำยพราง แสงชนิดต่างๆ	33
12.	ความเข้มข้น ไนเตรทโดยมวลสคขของสลักเรคคอรอลที่ปลุกภายใด้ค้ำยพรางแสง ชนิดต่างๆ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	19
นำหนักสดต่อต้นของสลัดกรีน โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสง ชนิดต่างๆ	
2	20
เปอร์เซ็นต์มวลแห้งของสลัดกรีน โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ	
3	20
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของสลัดกรีน โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพราง แสงชนิดต่างๆ	
4	21
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของสลัดกรีน โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสง ชนิดต่างๆ	
5	21
นำหนักสดต่อต้นของสลัดเรด โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสง ชนิดต่างๆ	
6	22
เปอร์เซ็นต์มวลแห้งของสลัดเรด โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ	
7	22
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของสลัดเรด โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสง ชนิดต่างๆ	
8	23
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของสลัดเรด โอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสง ชนิดต่างๆ	
9	23
นำหนักสดต่อต้นของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ	
10	24
เปอร์เซ็นต์มวลแห้งของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ	
11	24
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพราง แสงชนิดต่างๆ	
12	25
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสง ชนิดต่างๆ	
13	36
อุณหภูมิค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ย, ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยและ แสงค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 1(สีคำ), 2(สีเขียว), 3(อลูมิเนียม), 4 (ไม้พรางแสง)และ ภายนอกโรงเรือน ในช่วงเดือน เมษายน 2548	
14	37
การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า (EC)และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยในดินสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 1(สีคำ), 2(สีเขียว), 3(อลูมิเนียม), 4(ไม้พรางแสง) ในช่วงเดือน เมษายน 2548	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบค่าขยายพรางแสงชนิดต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ	The comparison of various sland on growth and nitrate accumulation of salad as grown in Dynamic Root Floating Technique system
โดย	นาย โชคทวี ตรงศิริเกียรติ นาย อภิชาติ สัจจชัยพรเทพ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ภาควิชา	ปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. อธิวิศุนทร นันทกิจ

ปลูกผักสลัด 3 ชนิด (กรีนโอ๊ค, เรดโอ๊ค และ เรดคอรอล) ในระบบปลูกไม่ใช้ดินแบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ค่าขยายพรางแสง (Sland) ที่มีต่อการเจริญเติบโต และการสะสมไนเตรทของผักสลัด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ประกอบด้วย 4 คำรับการทดลอง (Treatment) คือ T1 (พรางแสงด้วยค่าขยายสีดำ), T2 (พรางแสงด้วยค่าขยายสีเขียว), T3 (พรางแสงด้วยค่าขยายอลูมิเนียม), T4 (ไม่ทำการพรางแสง, คำรับควบคุม) พบว่า คำรับที่ไม่มีการพรางแสง (คำรับควบคุม) มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น, ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง และ ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดต่ำที่สุด ซึ่งแตกต่างจากคำรับการทดลองอื่นๆ ที่มีการพรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์มวลแห้งกลับพบว่า มีค่าสูงกว่าคำรับอื่นๆ ที่มีการพรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า เปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักที่ปลูกมีค่าต่ำสุดในคำรับที่มีการพรางแสงด้วยค่าขยายชนิดสีดำ เมื่อเปรียบเทียบคำรับต่างๆ ที่มีการพรางแสงนั้น พบว่า การพรางแสงด้วยค่าขยายชนิดสีเขียวมีผลทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น, ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง และความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผัก มีแนวโน้มสูงแตกต่างจากคำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## การเปรียบเทียบค่าขายพรางแสงชนิดต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสม ไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT

**The comparison of various sland on growth and nitrate accumulation of salad as  
grown in Dynamic Root Floating Technique system**

### คำนำ

ประเทศไทย มีภูมิอากาศร้อนเป็นส่วนใหญ่อซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดที่  
ชอบอากาศหนาวแต่เนื่องจากผักสลัดมีราคาสูง และยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคที่มีความใส่ใจใน  
สุขภาพ และผักสลัดยังเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารสูงมีทั้งวิตามินและเกลือแร่ เช่น เบต้า  
คาโรทีน และวิตามินซี เป็นต้น

สำหรับฟาร์มปลูกผักสลัดด้วยระบบ Hydroponic ในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่จะใช้ค่าขาย  
พรางแสงเป็นวัสดุในการพรางแสงเพื่อลดระดับของแสงลงให้เหมาะสมที่จะใช้ในการปลูกผักสลัด  
แต่เนื่องจากค่าขายพรางแสงที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ค่าขายพรางแสง  
สีดำ, ค่าขายพรางแสงสีเขียว หรือค่าขายพรางแสงอลูมิเนียมซึ่งมีราคาแพงมาก การเลือกใช้ค่าขายพราง  
แสงที่เหมาะสมให้กับผักสลัดที่ปลูกในโรงเรือนนั้นนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากผักสลัดเป็น  
ผักที่ต้องการแสงแดดในปริมาณที่เหมาะสมไม่มาก หรือน้อยจนเกินไป กล่าวคือ ถ้ามีแสงแดดมาก  
เกินไปจะทำให้ผักสลัดเหี่ยวตาย แต่ถ้ามีแสงแดดน้อยเกินไปจะทำให้ผักสลัดขี้ด และมีรสขม  
โดยเฉพาะในผักสลัดสีแดง เช่น เรดโอ๊ค และเรดคอรอลจะทำให้ผักมีสีไม่แดง และอาจทำให้ผักสลัด  
มีการสะสมไนเตรทมากขึ้น และเมื่อนำผักสลัดเหล่านั้นมาบริโภคอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์  
ได้

ดังนั้น จึงทำการทดลองเปรียบเทียบผลของการใช้ค่าขายพรางแสงชนิดต่างๆ เป็นวัสดุในการ  
พรางแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกในระบบ Dynamic Root  
Floating Technique (DRFT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ตัวช่วยทรงแสง (Stand) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนโตรเจนของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DRFT

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ DRFT ซึ่งย่อมาจาก Dynamic Root Floating Technique หมายถึง การปลูกแบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช และอากาศไหลวนผ่านรากพืชในระดับลึกอย่างต่อเนื่องในถาดปลูก เป็นระบบที่พัฒนาเพิ่มเติมจากแบบที่นิยมใช้กันในประเทศได้หวัน คือระบบ DRF (Dynamic Root Floating) ซึ่งได้พัฒนามาจากระบบ DFT (Deep Flow Technique) แต่เพิ่มการไหลเวียนของอากาศ และสารอาหาร กล่าวคือ มีถาดปลูกทำด้วยโฟมเจาะรูปลูกพืช และมีอุปกรณ์สำหรับปรับระดับของสารอาหาร เป็นระบบปลูกที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการผลิตพืชเชิงการค้าโดยต้องการให้พืชได้รับทั้งอากาศ และสารละลายธาตุอาหารที่มีการหมุนเวียนที่รากพืชอย่างต่อเนื่องกล่าวคือจะมีระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชแบบหมุนเวียน (Closed System) จาก 2 ส่วน คือ 1) ในถาดปลูกที่ทำจากโฟม (ส่วนด้านบนของถาดจะถูกปิดด้วยแผ่น โฟมที่มีรูสำหรับปลูกพืช) ที่ตั้งอยู่บนโครงเหล็กที่มีระดับสูงกว่าพื้นดิน และ 2) จากถังใส่สารอาหารที่มีปริมาณมากกว่าถาดปลูกซึ่งปกติถาดนี้จะวางอยู่ต่ำกว่าถาดปลูกหรือฝังดินใต้ถาดปลูก (มีขวาล, 2548)

### ผักที่ใช้ในการทดลอง

#### ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.)

ผักกาดหอมเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Compositae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* Linn เป็นพืชพื้นเมืองของยุโรปและเอเชีย ปลูกกันมานานแล้วไม่ต่ำกว่า 2500 ปี กษัตริย์เปอร์เซียปลูกบริโภคราว 500 ปีก่อนคริสตกาลและเกิดพันธุ์ผักกาดหอมชนิดห่อหัวแบบต่างๆ ราวปี 1500 โคลัมบัสเป็นผู้นำผักกาดหอมมาสู่อเมริกา (กลุ่มหนังสือเกษตร, 2525) ผักกาดหอมจัดเป็นผักจำพวกผักสลัด เป็นที่นิยมรับประทานเป็นผักสดกันอย่างกว้างขวาง คนไทยเรานิยมใช้กินกับอาหารจำพวกยำที่รสจัด สาเหตุใส่หมู หรือข้าวเกรียบปากหม้อก็ขาดผักกาดหอมไม่ได้ ประโยชน์ของผักกาดหอม นอกจากใช้กินเป็นผักสดที่มีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว ยังจัดเป็นอาหารตาด้วยโดยใช้จัดแต่งอาหารให้มีสีสันสวยงามน่ารับประทานขึ้นอีกด้วย ความต้องการใช้ผักกาดหอมของผู้บริโภคมีอยู่ตลอดทั้งปี และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีเทศกาลงานฉลอง เช่น งานปีใหม่จะขายดีเป็นพิเศษจึงนับได้ว่า ผักกาดหอมเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากชนิดหนึ่ง (กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ผักกาดหอมสามารถแบ่งเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ตามรูปร่างลักษณะดังนี้

1. พวกริพเฮด (Crisp head) หรือไอซ์เบิร์ก (Iceberg) คือผักกาดหอมห่อหัว หรือผักกาดแก้วของบ้านเรานั้นเอง พวกริพเฮดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Lactuce sativa var. Capitata*) มีลักษณะใบบางกรอบ และขอบใบหยักไม่เรียบ เช่น ปลุกได้ในระหว่างเดือนตุลาคม-มกราคม แต่ปลุกได้ดีในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ช่วงเดือนมิถุนายน-กันยายน พอปลุกได้บ้างในบริเวณที่สูงทางภาคเหนือบางเขต แต่ช่วงที่ปลุกไม่ได้เลยคือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม ต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตระหว่าง 15-21 องศาเซลเซียส

1.1 พันธุ์เกรท เลค 659 (Great lake 659 TARI) เป็นพันธุ์หนักปานกลางใบสีเขียวเข้มหยัก พันธุ์นี้ไม่ค่อยมีปัญหาใบไหม้ (Sun burn)

1.2 พันธุ์เกรท เลค 366 (Great lake 366 TARI) เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบา หัวห่อกลมมีใบสีเขียวรอบนอกใบหยัก มีความต้านทานโรคใบแห้งทิพเบิร์น (Tip burn)

1.3 พันธุ์ซัมเมอร์ เลค (Summer Lake) เป็นพันธุ์เบาหัวห่อกลม สีเขียวอ่อน ใบหยัก

2. พวกรัตเตอร์เฮด (Butter head) หรือพันธุ์หัวเนย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*L.Sativa var. Capitata*) เป็นพันธุ์ที่ห่อหัวเป็นลักษณะอ่อนนุ่ม ไม่ห่อแน่นแข็งเหมือนพวก Crisp head ใบที่ซ้อนอยู่ข้างในมีลักษณะเหมือนลูกเคลือบด้วยน้ำมันหรือเนย คืออ่อนนุ่มและเป็นเมือกลิ้นๆ ใบข้างในซ้อนทับกันแน่นพอประมาณสีเหลืองอ่อนคล้ายเนย เป็นพืชที่ชอบอากาศหนาวเย็น ไม่ทนทานต่ออากาศร้อนแต่เก็บเกี่ยวเร็วกว่าพวก Crisp head พันธุ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ White Boston, Deacon, Wayahead, Tom thumb, Continuity และ Bibb

3. คอส (Cos) หรือ โรมัน (Romaine) มีชื่อวิทยาศาสตร์ (*L.Sativa var. longifolia*) เป็นพวกต้นตั้งตรงอาจสูงถึง 25 เซนติเมตร ใบค่อนข้างแคบเรียวยาวใบนอกมีลักษณะเรียบและมีสีเขียว ส่วนใบข้างในมีสีเขียวอ่อน เช่น red cos และ green cos ใบมีความกรอบมากกว่าผักกาดหอมพวกที่ห่อเข้าหัว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 ชนิดหัวใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ Paris white “Dark Green” และ “Red Romaine”

3.2 ชนิดหัวเล็ก ได้แก่ พันธุ์ Little Gem

4. ลีฟ (Leaf) หรือ ลูสลีฟ (Loose Leaf) หรือพันธุ์ใบ ซึ่งเราอาจจะเรียกว่า ผักกาดหอมใบหยิกที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า (*L.Sativa var. crispa*) นิยมปลุกและนิยมนำรับประทานกันมากในบ้านเรา พบเห็นกันได้ทั่วไป ใบมีลักษณะหยิกเป็นคลื่น สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนถึงสีแดง เช่น green oak, red oak และ red coral แต่เราจะพบเป็นใบสีเขียวอ่อนมากกว่า พันธุ์นี้สามารถปลุกได้ตลอดปี และจะปลุกได้ดีที่สุดในช่วงเดือนตุลาคม-เมษายน ชอบอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 21-26.6 องศาเซลเซียส

4.1 พันธุ์แกรนด์ แรปิด (Grand Rapid) ใบสีเขียวอ่อน ใบมีวน และหยักอัดกันแน่น ค่อนข้างใหญ่เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด เมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรใช้กันอยู่ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกไม่ดี เมล็ดปลอมปน ชื่อพันธุ์ Grand Rapid RE 46 ราคาดีครละประมาณ 100 บาท

4.2 พันธุ์แบล็ค ซีดเซด ซิมสัน (Black Seeded Simpson) เมล็ดมีสีดำ มีคั้นใหญ่ ใบหยัก ฝอยอยู่อัดกันแน่นมาก

### ข้อดี-ข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ลิเรก, 2547)

#### ข้อดี

- 1.สามารถปลูกพืชในบริเวณพื้นที่ที่ดินไม่ดีหรือมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะต่อการเพาะปลูก
- 2.ใช้พื้นที่ปลูกน้อย และสามารถผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ
- 3.ประหยัดค่าขนส่งเพราะสามารถเลือกผลิตใกล้เขตชุมชน หรือแหล่งรับซื้อ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ทำให้มีศักยภาพในเชิงการค้าสูง
- 4.ประหยัดเวลาแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน และกำจัดวัชพืช
- 5.ใช้แรงงานน้อยแต่มีประสิทธิภาพสูง
- 6.สามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปีในพื้นที่เดียวกัน
- 7.พืชเจริญเติบโตได้เร็ว และให้ผลผลิตเร็วกว่าการปลูกแบบธรรมดาอย่างน้อย 1-2 สัปดาห์
- 8.ตัดปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชที่เกิดจากดิน (โดยเฉพาะโรคทางดิน และวัชพืช) ทำให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่เดียวกันได้ตลอดปีถึงแม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกันก็ตาม
- 9.สามารถใช้น้ำ และธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้น้ำลดลงไม่ต่ำกว่า 10 เท่าของการปลูกแบบธรรมดา
- 10.สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอน และรวดเร็วโดยเฉพาะในระดับรากพืช ได้แก่ การควบคุมปริมาณธาตุอาหาร, pH, อุณหภูมิ และความเข้มข้นของออกซิเจน ซึ่งการปลูกพืชแบบทั่วไปทำได้ยากทำให้ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตที่ได้สูงกว่าการปลูกแบบทั่วไปมาก

#### ข้อเสีย

- 1.มีต้นทุนในการผลิตเริ่มต้นค่อนข้างสูงเนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ต่างๆมากมายและมีราคาแพงแต่มีศักยภาพในการคืนทุนเร็ว
- 2.ผู้ปลูกต้องมีความชำนาญ และมีประสบการณ์มากพอในการควบคุมดูแล
- 3.ต้องการการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ
- 4.ถ้าหากไม่มีความรู้ และความสามารถในการจัดการที่ผิดพลาดอาจทำให้มีปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตพืช เช่น ปริมาณไนเตรทสูงจนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วัสดุปลูกบางชนิดเน่าเปื่อย หรือสลายตัวยาก อาจเกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้หากไม่มีการควบคุมดูแลที่ดีพอ นอกจากนี้สารอาหารที่พืชใช้แล้วหากไม่มีการจัดการที่ดีพอก็อาจสร้างปัญหาให้แก่น้ำ เช่น ไนเตรท เป็นต้น

**ธาตุอาหาร และสารละลายธาตุอาหาร (สมบุญ, 2537; สมบุญ, 2538; กาญจนา, 2541; มบุญ, 2544)**

ในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ปัจจัยหลักที่ทำให้ต้นพืชเจริญเติบโต คือ ธาตุอาหารที่เป็นวัตถุดิบในการให้ต้นพืชเจริญเติบโตในกระบวนการสร้างอาหาร ซึ่งการให้ธาตุอาหารจะต้องสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และความสมดุลของธาตุอาหาร ดังนั้นการปลูกพืชไม่ใช้ดินจะต้องให้ธาตุ และปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมคู่กันพืชก็สามารถเจริญเติบโต ได้ดีขึ้น ความจำเป็นของธาตุต่อพืชมี ดังนี้

#### กลุ่มธาตุที่พืชต้องการสูง (Macro-elements)

##### -ธาตุไนโตรเจน (N)

เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์โดยเป็นส่วนประกอบโครงสร้างของพืช เช่น คลอโรฟิลล์, กรดอะมิโน และองค์ประกอบของโปรตีนซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของพืช หากขาดไนโตรเจนจะทำให้ต้นแคระแกร็น, ใบอ่อนเล็กเขียว, ใบล่างแก่จะมีสีเหลืองซีด

##### -ธาตุฟอสฟอรัส (P)

เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก สารพลังงานสูง, ATP, ADP และฟอสโฟลิปิด ซึ่งมีบทบาทต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม หากพืชขาดธาตุนี้จะมีผลให้มีการติดผลน้อยลง และในพืชหัวจะมีการสะสมอาหารน้อยลง

##### -ธาตุโพแทสเซียม (K)

เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร และเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนย้ายได้สะดวก หากพืชขาดธาตุนี้จะทำให้ต้นพืชเล็กบอบบาง และหักล้มง่าย ในการปลูกพืชไม่ใช้ดินจึงให้ปริมาณสูง

##### -ธาตุแคลเซียม (Ca)

ทำหน้าที่เป็น โครงสร้างผนังเซลล์ของพืชทำให้มีความแข็งแรง และยังช่วยในปัจจัยรวมของ เอนไซม์ในกระบวนการสร้างโปรตีน หากพืชขาดธาตุนี้จะทำให้รากพัฒนาน้อย, ยอดอ่อนด้วนสั้น, ใบเล็ก, ต้นแคระแกร็น

##### -ธาตุแมกนีเซียม (Mg)

เป็นองค์ประกอบหลักของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ และมีส่วนเคลื่อนย้ายธาตุฟอสฟอรัส พืชที่ขาดธาตุนี้จะมีอาการเหลืองซีดที่ใบอ่อน และใบแก่

##### -ธาตุคาร์บอน (C)

เป็นองค์ประกอบหลักในโครงสร้างของพืช เช่น คาร์โบไฮเดรต, ลิพิด และสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ ซึ่งมีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### -ธาตุไฮโดรเจน (H)

มีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง เป็นองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต, ลิพิด และ สารประกอบอินทรีย์ในพืช ซึ่งพืชสามารถได้จากน้ำเป็นส่วนใหญ่ หรืออาจได้จากบรรยากาศ

### -ธาตุออกซิเจน (O)

พืชมีความจำเป็นในการใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจเพื่อออกซิไดส์สารอาหารพวก คาร์โบไฮเดรตย่อยให้เป็นน้ำตาลขนาดเล็ก และได้เป็นพลังงาน เพื่อพืชนำไปใช้ในกระบวนการ เจริญเติบโต

### กลุ่มธาตุที่พืชต้องการเล็กน้อย (Microelements)

#### -ธาตุเหล็ก (Fe)

มีบทบาทในการช่วยให้พืชสังเคราะห์แสง เป็นตัวพาอะตอมออกซิเจนในกระบวนการหายใจ และมีบทบาทในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ถ้าหากขาดจะทำให้ใบเหลืองซีดทั้งใบอ่อน และใบแก่ ความสามารถในการเคลื่อนย้ายยาก

#### -ธาตุแมงกานีส (Mn)

มีบทบาทในกิจกรรมกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยกระตุ้นเอนไซม์ในการสังเคราะห์กรด ไขมัน และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิด DNA และ RNA

#### -ธาตุทองแดง (Cu)

เป็นตัวคะตะไลต์ และเป็นตัวนำของอิเล็กตรอนในการตรึงไนโตรเจน ถ้าหากขาดจะทำให้ ดันพืชอ่อนแอ, ใบเหลืองซีด หรือเป็นจุดเหลืองเขตต์ตายซึ่งพบในต้นเหลือง

#### -ธาตุสังกะสี (Zn)

เป็นธาตุที่เกี่ยวข้องในการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตพวกออกซินที่ปลายยอด และ เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ หากขาดทำให้ต้นพืชแคระ และ ใบเล็ก

#### -ธาตุโมลิบดีนัม (Mo)

เป็นธาตุที่เกี่ยวข้องในการเปลี่ยนไนเตรทเป็นแอมโมเนียมเพื่อไปสร้างกรดอะมิโนในเซลล์ มีความจำเป็นในการตรึงไนโตรเจนถ้าหากขาดจะทำให้พืชตระกูลถั่วมีประสิทธิภาพในการตรึง ไนโตรเจนในบรรยากาศลดลง

#### -ธาตุโบรอน (B)

เกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชใช้แคลเซียมมากขึ้นในการสร้าง โครงสร้างผนังเซลล์ และอาจช่วยในกระบวนการเคลื่อนย้ายสารอาหารในพืช หากขาดทำให้การสร้าง น้ำตาลลดลงในพืชบางชนิดมีลำต้นกลวง เช่น บล๊อคโคลี่

#### -ธาตุคลอรีน (Cl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยเพิ่มความเป็นกรดในเซลล์ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์

## ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช

### 1. ลักษณะทางพันธุกรรม

เป็นลัทธิบ่งบอกว่าพืชมีลักษณะต่างๆ เช่น โต, เล็ก, สูง และเตี้ยตามแต่ชนิดของพันธุ์พืชนั้นๆ จึงจำเป็นต้องมีความรู้เรื่องจำเพาะของพันธุ์พืชที่จะปลูก และต้องทราบลักษณะพิเศษของพันธุ์ ทราบปัญหาในการผลิต และทราบอายุในการเก็บผลผลิต หรือแม้กระทั่งความเหมาะสมของภูมิอากาศ (มบุญ, 2544)

### 2. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่

#### อุณหภูมิ

มีบทบาทต่อการผลิตพืชไม่น้อยกว่าแสง เพราะมีผลต่อกระบวนการทาง สรีรวิทยา, เคมี และชีววิทยาของพืช ไม่ว่าจะเป็นการงอกของเมล็ด, การเจริญเติบโต (การแบ่งเซลล์ และขยายขนาด, การสังเคราะห์แสง, การหายใจ, การดูดธาตอาหาร, การคายน้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ) การออกดอกติดผล และคุณภาพของผลผลิต โดยปกติอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 15-40 องศาเซลเซียส (ประเทศไทยมีอุณหภูมิของภูมิอากาศเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26-29 องศาเซลเซียส (ดิเรก, 2547) ซึ่งในสภาพที่อุณหภูมิสูงจะทำให้อัตราการดูดธาตอาหารของพืชเพิ่มขึ้น และการที่มีอัตราในการดูดเพิ่มขึ้นนั้นอาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส อัตราการดูดกลับช้าลง ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการดูดธาตอาหาร หรือ ไปยับยั้งการหายใจ (นงนุช, 2532)

#### แสง

เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเพราะแสงจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชโดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ไปเป็นคาร์โบไฮเดรต และออกซิเจน ซึ่งความยาวคลื่น ความเข้มแสง และระยะเวลาที่พืชได้รับแสงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยที่สภาวะแสงสูง และค่า EC สูง อัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดจะเร็ว แต่ที่สภาวะแสงต่ำกว่า 10 เมกกะจูล/ตารางเมตร/วัน อัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดจะช้า (Gent, 2003) รวมถึงความเข้มแสงที่มาก หรือน้อยเกินไปจะมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง และอัตราการเจริญเติบโตก็จะน้อยลงด้วยเช่นกัน (ขนิษฐา, 2549)

สำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนจะได้รับแสงที่มีความเข้มแสงสูง ดังนั้นการปลูกพืชในที่โล่งจึงจำเป็นต้องมีการพรางแสงอาจทำได้โดยใช้ตาข่ายพรางแสง เพื่อลดความเข้มแสง และอุณหภูมิลงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (ขนิษฐา, 2549) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตของผักสลัด คือ ช่วงกลางวัน 15-25 องศาเซลเซียส, กลางคืน 5-10 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช 18-22 องศาเซลเซียส (ศิริก, 2547) ซึ่งค่าขำพร่างแสงที่ใช้กันในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ค่าขำพร่างแสงสีฟ้ามีผลต่อการยับยั้งฮอร์โมนพืช, ค่าขำพร่างแสงสีเหลืองมีผลต่อการกระตุ้นฮอร์โมนพืช (ชาติประชา, 2549) และค่าขำพร่างแสงยังมีผลต่อปริมาณแสงสีขาว่าที่ส่องผ่านไปยังโรงเรือนปลูกพืช กล่าวคือ การใช้ค่าขำพร่างแสงสีฟ้าจะมีผลให้ปริมาณแสงสีขาว่าที่ส่องผ่านเข้าไปในโรงเรือนมีปริมาณสูงสุดรองลงมา คือ ค่าขำพร่างแสงสีขาว่า, ค่าขำพร่างแสงสีเขียวและ ค่าขำพร่างแสงสีด่างจะน้อยที่สุด ซึ่งช่วงแสงที่เหมาะสมในการสังเคราะห์แสงของพืชจะอยู่ระหว่าง 400-700 nm (ทัศนวิไล, 2541)

#### ออกซิเจน

รากพืชที่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอจะมีลักษณะยาว, มีสีขาว่า และมีรากฝอยมาก (ศิริก, 2547) แต่ถ้าหารากพืชได้รับออกซิเจนน้อยจะมีผลทำให้การดูดแร่ธาตุดลดลง (นงนุช, 2532) ทำให้รากเจริญเติบโตไม่ดี และมีรากน้อย (ศิริก, 2547)

#### ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป แต่โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 5.0-6.0 เพราะถ้าค่าต่ำกว่า 4 รากพืชจะเกิดอันตราย (มณูญ, 2544) ซึ่งส่วนมากพืชจะขึ้นในที่ที่มีความเป็นกลาง ในสภาพที่เป็นกรด ความสามารถของพืชที่จะดูดธาตุประจุบวก (cations) จะลดน้อยลง และความสามารถในการดูดธาตุประจุลบ (anions) จะน้อยลงเมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นด่าง (นงนุช, 2532)

อาการขาดธาตุอาหารต่างๆของผักสลัด (ศิริก, 2547)

-ธาตุไนโตรเจน (N)

ต้นหอมบาง และแคะแกร็น การเข้าหัวไม่ดี ใบมีสีเขียวจาง ใบแก่จะมีสีเหลือง และตายก่อนกำหนด

-ธาตุฟอสฟอรัส (P)

การเจริญเติบโตไม่ดี ต้นหอมบาง แคะแกร็น การเข้าหัวไม่ดี ใบอ่อนข้างปกติแต่จะมีสีเขียวเข้มจัด บางครั้งมีสีแดง, สีน้ำตาลแดง หรือสีม่วงเคลือบอยู่ มักพบลักษณะเช่นนี้ในใบแก่ ซึ่งมักจะตายและหลุดร่วงไปก่อนกำหนด

-ธาตุโพแทสเซียม (K)

ใบจะมีสีเขียวเข้มกว่าปกติ ใบแก่จะมีขอบใบไหม้เกิดขึ้นก่อนต่อมาจะลุกลามไปทั่วใบ

-ธาตุแคลเซียม (Ca)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติ แต่ใบอ่อนถูกจำกัดการเจริญเติบโต มีอาการขอบใบไหม้ พร้อมกับการฉีกขาดของขอบใบ ใบอ่อนจะมีอาการอ่อนแอต่อโรคราสีเทา (Gray mould) *Botrytis cinerea* ใบจะมีลักษณะเป็นรามือก และมีสีดำ

-ธาตุแมงกานีส (Mn)

ใบมีสีขาง ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และท้ายที่สุดจะเป็นสีขาว

-ธาตุโมลิบดีนัม (Mo)

การเจริญเติบโตจะหยุดชะงัก แคระแกร็น ใบมีขนาดเล็กพร้อมกับมีจุดประสีเหลืองเกิดขึ้น ขอบใบจะมีสีน้ำตาล ทำให้ไม่เกิดการเข้าหัวของฝักสลัด

### การสะสมไนเตรทในพืช

ไนโตรเจน (N) ที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชมีอยู่ด้วยกัน 3 รูป คือ ไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) , แอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) และยูเรีย [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ] ซึ่งในรูปยูเรียนั้นเมื่อพืชดูดเข้าไปแล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) โดยเอนไซม์ยูรีเอส (Urease) ก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปอินทรีย์สารเพื่อสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโน ส่วนในรูปแอมโมเนียมนั้น เมื่อเข้าสู่เซลล์พืชแล้วสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์ และไม่เก็บกัก หรือสะสมในเซลล์ของพืชในขณะที่รูปไนเตรทจะถูกดูดซับ และสะสมในแวคิวโอล (Vacuole) ได้มากในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น ขาดแสงแดด หรือขาดธาตุโมลิบดีนัม (Mo) (ลิเรก, 2547)

ในการเจริญเติบโตของพืชทั้งที่ปลูกบนดิน หรือปลูกโดยไม่ใช้ดินนั้นเมื่อได้รับไนเตรทเข้าไปแล้วพืชจะไม่สะสมไว้นานไนเตรทจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ต่างๆในพืช ให้เปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม และกรดอะมิโนต่อไป (ยงยุทธ, 2546) เนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีแสงแดดเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยกล่าวคือ ถ้ามีอากาศร้อน และมีแสงแดดจัด หรือความเข้มของแสงมาก และมีชั่วโมงของแสงที่ยาวนาน จะทำให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามปกติหรือไม่เกิดการสะสมไนเตรทในพืช ดังนั้นปัญหาการลคค้างของไนเตรทมักจะเกิดกับพืชที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในประเทศที่มีฤดูหนาวจัดจนมีหิมะตก หรือมีแสงแดดน้อยมีท้องฟ้าที่มีครึ้มติดต่อกัน 2-3 สัปดาห์ (Radojevic and Bashkin, 1999) ส่วนมากจะเป็นประเทศที่มีภูมิอากาศ 4 ฤดูกาล คือ มีฤดูใบไม้ร่วง, ฤดูหนาว, ฤดูใบไม้ผลิ และฤดูร้อน และพบว่าปริมาณของไนเตรทของใบพืชในฤดูหนาวมีค่ามากกว่าในฤดูร้อน

### ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรท

ปริมาณการสะสมของไนเตรทขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พบว่าผักประเภทที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหาร เช่น ผักโขม และผักกาดหอม มีปริมาณไนเตรทสะสมมากกว่าผักที่ใช้ราก หรือหัวเป็นอาหาร เช่น แครอท (carrot) หอมใหญ่ (onion) นอกจากนี้ในพืชชนิดเดียวกัน (species) แต่ต่างพันธุ์ (variety) ก็มีการสะสมไนเตรทที่ต่างกันรวมถึงส่วนของพืช พบว่าไนเตรทจะกระจายไปตามส่วนต่างๆของพืชแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส่วนต่างๆของพืชพบว่าในลำต้น โดยเฉพาะก้านใบมีไนเตรทมากที่สุด (Peck et al.,1971) รองลงมา คือแผ่นใบและรากตามลำดับ ส่วนของดอกนั้นมีปริมาณต่ำสุด (Wright and Davison,1964) และพบว่าในพืชต้นเดียวกันใบที่อยู่ยอดสุด และแก่กว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุด แต่จะมีไนเตรทเป็นปริมาณสูงสุด เพราะส่วนที่แก่กว่านั้นขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) เป็นไปอย่างช้า ทำให้เหลือไนเตรทตกค้างมาก จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกะหล่ำปลีและผักกาดขาวปลี พบว่า โดยเฉลี่ยใบที่ไม่ห่อหรือใบนอกสุดจะมีปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่าใบที่ห่อเป็นหัวหรือใบที่อยู่ชั้นใน (จินคาร์ตัน, 2516) อายุพืช พบว่าโดยทั่วไปความเข้มข้นของไนเตรทในพืชจะมีมากในช่วงต้นและช่วงกลางๆของการเจริญเติบโต และจะค่อยๆลดลงเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในช่วงที่พืชกำลังสร้างผลและเมล็ดนั้น ไนเตรทบางส่วนจะเคลื่อนย้ายจากลำต้นและใบไปยังส่วนของผลเพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อในส่วนนั้น

ฤดูกาลปลูก และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับพืช อีกทั้งสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น การขาดน้ำ, อุณหภูมิของอากาศสูง หรือแสงแดดที่ไม่เพียงพอก็สามารถชักนำให้เกิดการสะสมของไนเตรทได้ (ธรรมศักดิ์ และคณะ, 2544) ในทวีปยุโรป และประเทศอเมริกานั้น ได้มีการศึกษาถึงปัจจัยของการสะสมของไนเตรทในผักพบว่า แสง, พันธุ์ของพืช และการให้ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการสะสมของไนเตรทในผักด้วยเช่นกัน (Muramoto, 1999., Schonbeck. 1988) (Drew, schonhof and Krumbein, 1996) พบว่า ปริมาณไนเตรทที่สะสมใน butterhead ที่ปลูกใน greenhouse จะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าในแปลงปลูกทั่วไป และไนเตรทที่สะสมจะลดลงเมื่อมีปริมาณแสงเพิ่มขึ้น และปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของไนเตรท คือ ภูมิอากาศ (อุณหภูมิ, ช่วงแสง) ซึ่งมีส่วนสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงถึง 30-40% (Kolbe, 1996)

### ปริมาณไนเตรทในผักชนิดต่างๆ

มีรายงานการพบไนเตรทสะสมอยู่ในผัก และผลไม้ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะผักกินใบ และผักกินรากที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ หรือมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากเกินไป (สมบุญ 2538, ธรรมศักดิ์ และคณะ, 2544) ผักบางชนิด เช่น หัวบีต (*Beta vulgaris* L.), คื่นฉ่าย (*Apium graveolens* L. var. dulce (Mill.) Pers.), ผักสลัด (*Lectuca sativa* L.) และ ผักโขม (*Spinacia oleracea* L.) สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะสมไนเตรทได้มากกว่า 2,500-มก./กก. น้ำหนักสดของเนื้อเยื่อใบ (Blom-Zandstra, 1989) ส่วนการสำรวจปริมาณไนเตรทที่สะสมใน Watercress (*Nasturtium officinale*) ในระบบปลูกแบบ DFT (Deep Flow Technique) พบว่ามีค่าเฉลี่ยของการสะสมไนเตรทอยู่ในช่วง 748-1,222 มก./กก. น้ำหนักสด (มันซ์ญา, 2546) (Rooda van Eysinga and Meijs (1985) พบว่า การสะสมไนเตรทในผักสลัดที่ปลูกในเรือนกระจกของประเทศเนเธอร์แลนด์ช่วงฤดูหนาวมีการสะสมไนเตรทสูงกว่าผักสลัดปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ในช่วงฤดูร้อน

และในใบของผักสลัดที่เจริญเติบโตในระบบ Hydroponic ทางตะวันออกเฉียงเหนือของยุโรปในฤดูหนาวสามารถสะสมไนเตรทได้มากกว่า 6,000 มก./กก. น้ำหนักสด (Van der Boon et al., 1990) ในประเทศไทยมีสำรวจปริมาณไนเตรทในผักโดยสำรวจเก็บผักจาก 3 ฤดูกาลเพาะปลูกพบว่ามีค่าสูงเกินกว่าค่าสูงสุดที่สหภาพยุโรปยอมรับได้จำนวนร้อยละ 27, 81, 81 สำหรับฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ (ธรรมศักดิ์ และคณะ, 2545)

### ค่ามาตรฐานของการสะสมไนเตรทในพืช

องค์กร European Economic Community ได้กำหนดความเข้มข้นของระดับไนเตรทไว้ คือ ผลผลิตในฤดูหนาว และฤดูร้อน ต้องมีการสะสมไนเตรทไม่เกิน 4,500 และ 3,500 มก./กก. น้ำหนักสด ตามลำดับ (Gent, 2003) และในแต่ละประเทศได้กำหนดค่าสูงสุดของไนเตรทในพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป เช่น ปวยเล้ง (Spinach) สหรัฐอเมริกาคำหนดให้ที่ 3,600 มก./กก. น้ำหนักสด, เนเธอร์แลนด์กำหนดให้ที่ 3,000 มก./กก. น้ำหนักสด และ รัสเซียที่ 2,100 มก./กก. น้ำหนักสด ส่วนผักที่รับประทานใบเนเธอร์แลนด์และออสเตรเลียกำหนดปริมาณไนเตรทสูงสุดที่ 4,500 มก./กก. น้ำหนักสด และ 3,000 มก./กก. น้ำหนักสด ตามลำดับ (ดิเรก, 2547) สำหรับปริมาณของไนเตรทในผักสลัดตามข้อบังคับของสหภาพยุโรปปี 2536 ในเดือนพฤษภาคม-ตุลาคมต้องไม่เกิน 2,500 มก./กก. น้ำหนักสด และในเดือนพฤศจิกายน-เมษายน ต้องไม่เกิน 3,000 มก./กก. น้ำหนักสด (ดิเรก, 2547)

คณะกรรมการวิทยาศาสตร์เพื่ออาหารของสหภาพยุโรปได้กำหนดค่าที่ยอมรับว่าผู้บริโภคสามารถบริโภคไนเตรทได้อย่างปลอดภัย อยู่ที่ 3.65 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักของคนเป็นกิโลกรัม หรือปริมาณ 219 มิลลิกรัมต่อวันต่อคนที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม สำหรับประเทศไทยกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้มีการใช้ไนเตรทและไนไตรท์ในอาหารได้ไม่เกิน 500 และ 200 มิลลิกรัมต่อเนื้อสัตว์ 1 กิโลกรัมตามลำดับ (ดิเรก, 2547)

### อันตรายที่เกิดจากสารไนเตรท

การให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่พืชในปริมาณที่มากเกินไปนั้นอาจก่อให้เกิดผลเสียแก่พืชได้แก่คุณภาพของผล ผลิตจะไม่เพิ่มขึ้นคามการเพิ่มปริมาณปุ๋ย คุณภาพทางโภชนาการของพืชจะลดต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันเนื่องมาจากไนเตรทอาจถูก รีดิคัลกลายเป็นไนไนท์ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งได้ (ขงยุทธ, 2543)

ทารกแรกเกิดได้รับไนเตรทเข้าไปสะสมมากเกินไป และอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพโดยเฉพาะในเด็กทารกเนื่องจากแบคทีเรียในลำไส้จะเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์แล้วจะเข้าจับกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจนจึงทำให้เกิดโรคบลูเบบี้ (Blue baby syndrome) หรือโรคเมทีโมโกลบินเมีย (Methemoglobinemia) (ศิริภ, 2547)

### แนวทางในการลดปริมาณไนเตรท

(ศิริภ, 2547) ได้เสนอแนวทางการจัดการเพื่อลดการสะสมของไนเตรทในพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินไว้ดังนี้ 1) การลดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชลงเหลือ 1 ใน 4 ก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ 2) อย่าให้สารละลายธาตุอาหารพืชขาดธาตุโมลิบดีนัม 3) ให้พืชได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ 4) การให้น้ำแทนสารละลายธาตุอาหารพืชก่อนเก็บเกี่ยว 1-2 วัน

(ขงยุทธ, 2543) แนะนำให้ใช้เกลือคลอไรด์แทนเกลือไนเตรท และการให้น้ำไนโตรเจนแก่พืชควรให้น้ำอัตราที่เหมาะสมและไม่ให้เมื่อใกล้เก็บเกี่ยว จัดให้พืชได้รับธาตุอาหารอื่นๆอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะ โมลิบดีนัม และกำมะถัน และจัดให้พืชได้รับแสงอย่างเต็มที่

สำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีรายงานว่าในยุโรปใช้การลดความเข้มข้นของสารอาหารลงเหลือหนึ่งในสามในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว และในญี่ปุ่นนิยมให้น้ำเปล่าแทนสารละลายธาตุอาหารก่อนการเก็บเกี่ยว 2 วัน (ศิริภ และอิทธิสุนทร, นปพ)

กรีนโรสบุช (Green rose bush) ที่ปลูกด้วยระบบ DFT พบว่าการงดให้สารละลายธาตุอาหารก่อนการเก็บเกี่ยว 0 3 6 และ 9 วัน มีน้ำหนักสด 3.42 5.87 3.17 และ 4.79 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณไนเตรทตกค้างในผลผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไนเตรทตกค้าง 5340 1392 2975 และ 2185 mg/Kg FW ตามลำดับ (มันัญญา และคณะ, 2546)

วอเตอร์เครส (Watercress) ที่ปลูกด้วยระบบ DFT พบว่าการงดให้สารละลายธาตุอาหารก่อนการเก็บเกี่ยว 0 3 6 และ 9 วัน มีน้ำหนักสด 3.32 3.83 3.88 และ 2.47 กรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีปริมาณไนเตรทตกค้างในผลผลิตมีแนวโน้มที่ลดลง โดยมีปริมาณไนเตรทตกค้าง 1222 919 748 และ 1085 mg/Kg FW ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ (มันัญญา และคณะ, 2546)

การใช้ยูเรีย และกรดอะมิโน เช่น โกลซีน (Glycine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) โพลีน (Prolin) ทดแทน ไนเตรทบางส่วน (20%) ในสารละลายธาตุอาหาร ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 12 วัน พบว่า การใช้ยูเรีย และกรดอะมิโนต่างๆสามารถลดปริมาณไนเตรทตกค้างในใบ และในก้านใบของผักกาดขาว และผักกาดหอมที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินได้ การใช้โกลซีนสามารถลดปริมาณไนเตรทตกค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลดีที่สุด และยังทำให้คุณภาพผลผลิตดีขึ้นด้วย เนื่องจากมี soluble sugar ปริมาณโปรตีน และ ไนโตรเจนทั้งหมดในใบเพิ่มขึ้นกว่ากรรมวิธีควบคุม (Chen et al., 2002)

การใช้ยูเรียพ่นทางใบควรใช้ที่ความเข้มข้น 0.4% ทำให้มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกเพิ่มขึ้น (Sugawara, 1975) และแนะนำให้พ่นยูเรีย 4-5 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน เมื่อปลูกพืชในสารละลายเข้มข้น 50% ของปกติ (Shinozara and Suzuki., 1988)

คื่นหอม (*Allium cepa* L.) ที่ปลูกโดยใช้เพอไลท์เป็นวัสดุปลูกในระบบ non-recirculating film system สารละลายธาตุอาหารมีความเข้มข้นของไนโตรเจน 20.25 mM N (93.8% NO<sub>3</sub>, 6.2% NH<sub>4</sub>) และมีการใช้ยูเรีย, โกลซิน หรืออะมิโนแอซิด ทดแทนไนเตรทในสูตรอาหาร 20% สามารถลด ปริมาณไนเตรทตกค้างในผลผลิตได้โดยไม่มีผลต่อผลผลิต (Aydin Gune et al., 1996)

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### อุปกรณ์และสารเคมี

1. เมล็ดพันธุ์ผักสลัด 3 ชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค (green oak, GO) และเรดโอ๊ค (red oak, RO) อย่างละ 2,400 เมล็ด และเรดคอรอล (red coral, RC) จำนวน 1,200 เมล็ด
2. แปลงปลูกระบบ DRFT ขนาด 3x8 ม<sup>2</sup>. จำนวน 16 ไร่ปลูก
3. คาข่ายพรางแสงสีดำ 50%, คาข่ายพรางแสงสีเขียว 50% และคาข่ายพรางแสงอลูมิเนียม 50% ขนาด 3x8 ม. อย่างละ 4 ผืน
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. พาราโนมิเตอร์ (วัดความเข้มแสง)
6. ถังสารละลายธาตุอาหารพืช
7. บิ๊มน้ำ
8. EC meter
9. pH meter
10. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้สำหรับ ในการวิเคราะห์พืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มี 4 treatment 4 replication ดังนี้

- Treatment ที่ 1 ทำการพรางแสง โดยใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ
- Treatment ที่ 2 ทำการพรางแสง โดยใช้ตาข่ายพรางแสงสีเขียว
- Treatment ที่ 3 ทำการพรางแสง โดยใช้ตาข่ายพรางแสงอลูมิเนียม
- Treatment ที่ 4 ไม่ได้ทำการพรางแสง

โดยเริ่มจากขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

### 1. การเพาะเมล็ดพันธุ์

1.1 นำฟองน้ำสำหรับปลูกมาเรียงบนถาดเพาะต้นกล้าให้เต็มแล้วรดน้ำให้ชุ่ม (ฟองน้ำที่ใช้เพาะต้นกล้านี้เป็นฟองน้ำชนิดพิเศษที่ไม่มีส่วนผสมของสารกันราฆ่าไฟเป็นฟองน้ำเพื่อการเกษตร จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์สูง) ลักษณะเป็นฟองน้ำขนาดใหญ่กว้าง 12 นิ้ว, ยาว 12 นิ้ว และ สูง 1 นิ้ว แล้วตัดแบ่งให้มีลักษณะคล้ายลูกเต๋า หรือสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาดกว้าง 1 นิ้ว, ยาว 1 นิ้ว และ สูง 1 นิ้ว ซึ่ง 1 แผ่นจะมีทั้งหมด 96 ชิ้น มีการทำรอยบากไว้ตรงกลางสำหรับหยอดเมล็ดพันธุ์

1.2 ใช้ก้านสำลีพันปลาย (คือหลอดบับ) หรือ ไม้ปลายแหลมจุ่มน้ำแล้วแตะเมล็ดพันธุ์ผักสลัด กรีนโอ๊ค, เรดโอ๊ค และเรดคอรอล ใส่ลงในรอยบากของฟองน้ำช่องละ 1 เมล็ด ให้ลึก 2-3 มม. จนครบทุกช่อง

1.3 เมื่อใส่เมล็ดครบทุกช่องแล้วให้นำถาดเพาะ ไปไว้ในที่ร่มหรือโรงเพาะต้นกล้า นำผ้าทึบแสงมาคลุมปิดไว้และรดน้ำให้ชุ่มทั้งเช้าและเย็น คอยสลับตำแหน่งของถาดเพาะทุกวัน ทิ้งไว้ 3-4 วัน เพื่อให้เมล็ดงอก

### 2. การอนุบาลต้นกล้า

2.1 หลังจาก 3-4 วันผ่านไป นำผ้าคลุมถาดเพาะเมล็ดงอก (หรือนำถาดเพาะออกจากที่ร่มให้ได้รับแสงแดด) จะสังเกตเห็นเมล็ดเริ่มงอกแล้ว จากนั้นนำถาดเพาะไปลอยบนรางเพาะที่มีน้ำไหลหมุนเวียนในโรงเพาะต้นกล้า เพื่อเลี้ยงรากของต้นกล้าให้ยาวขึ้นและใบเลี้ยงคู่งอกพ้นฟองน้ำซึ่งต้นกล้าจะได้รับน้ำจากทางด้านล่างของถาดเพาะที่มีรูสำหรับให้น้ำถูกดูดซึมผ่านขึ้นไปเลี้ยงต้นกล้า

2.2 เมื่อผ่านไป 3-4 วัน ฝั่สังเกตเห็นรากพืชและใบเลี้ยงคู่ของต้นกล้าที่งอกพ้นฟองน้ำว่าแข็งแรงดีแล้วหรือยัง ซึ่งโดยปกติช่วงนี้รากพืชจะยาวขึ้นประมาณ 1-2 ซม. ใบเลี้ยงคู่จะงอกพ้นฟองน้ำประมาณ 1.0-1.5 ซม. เตรียมย้ายต้นกล้าลงแปลงปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การย้ายต้นกล้าลงแปลงปลูก

3.1 นำแผ่นปลูกวางเรียงไว้ในแปลงปลูกจนครบ (โดยที่แผ่นปลูก 1 แผ่นจะมีทั้งหมด 50 ช่องปลูก)

3.2 นำต้นกล้าที่อายุได้ 5-7 วัน หรือต้นกล้าที่มีราก และใบเลี้ยงคู่งอกพ้นฟองน้ำออกมา แข็งแรงสมบูรณ์ย้ายลงในแปลงปลูก

3.3 ยกแผ่นปลูกขึ้นมา สอดต้นกล้าจากทางด้านล่างของแผ่นปลูกเข้าไปในช่องปลูกด้วยความระมัดระวังคูให้ใบเลี้ยงคู่เสมอกับแผ่นปลูก เพื่อให้แน่ใจว่ารากพืชจะสัมผัสกับน้ำในถาดปลูกแน่นอนเมื่อครบทุกช่องแล้วให้วางแผ่นปลูกปิดรางปลูกไว้ตามเดิม

3.4 เมื่อย้ายต้นกล้าลงแปลงปลูกจนครบทุกแผ่นแล้วทำการตรวจเช็คระดับน้ำว่าสัมผัสกับรากพืชหรือไม่ถ้าไม่สัมผัสกันก็ปรับน้ำให้ได้ระดับก่อนที่จะปิดมุ้งกันแมลงลงให้เรียบร้อย

### 4. การดูแลและการบำรุงรักษา

4.1 การดูแลความเรียบร้อยของระบบปลูกทั้งหมด

4.1.1 การดูแลในส่วนของแปลงปลูก คือ มีการตรวจดูความเรียบร้อยของแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ เช่น ระบบหมุนเวียนน้ำในแปลงทำงานปกติ หลังคาและมุ้งกันแมลงปิดเรียบร้อยมิดชิด ต้นพืชในแปลงปลูกเจริญเติบโตได้ดีตามปกติ

4.1.2 บำรุงรักษาระบบและอุปกรณ์ทั้งหมดในฟาร์มให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ตามปกติ ได้แก่ ระบบจ่ายน้ำ, ระบบจ่ายไฟ รวมถึงโรงเรือนเพาะกล้า หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดชำรุดจะต้องรีบแก้ไขทันที

4.1.3 ดูแลสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มให้สะอาดเรียบร้อยอยู่เสมอ จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อความสวยงามและ สะดวกต่อการใช้งาน

### การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกค่า EC และ pH ในถังสารละลายทุกวัน
2. บันทึกค่าอุณหภูมิค่าสุด-สูงสุด, ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน และภายนอกโรงเรือน
3. บันทึกค่าแสงภายใน และภายนอกโรงเรือน
4. บันทึกค่าน้ำหนักสลด และน้ำหนักแห้ง
5. วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในพืชโดยวิธี Salicylic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการวิเคราะห์ในเครื่องโดยวิธี Salicylic (Caltado et al., 1975)

### การเตรียมตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์

นำตัวอย่างพืชที่เก็บมานำมาชั่งน้ำหนักสดแล้วนำมาล้างน้ำประปาให้สะอาด 1 ครั้ง หลังจากนั้นนำไปล้างน้ำกลั่น 2 ครั้ง โดยที่ล้างในกะละมังที่ 1 และ 2 ให้สะอาดแล้วนำไปผึ่งให้พอแห้ง หลังจากนั้นนำผักสลัดที่ได้มาซับให้แห้งโดยใช้กระดาษทิชชูในการซับผึ่งแล้วรีบนำไปใส่ถุงอบพืช (ชั้นคอนต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นต้องทำให้เสร็จเร็วที่สุดเพื่อรักษาระดับของเซลล์ไม่ให้สูญเสียน้ำมากเกินไปถ้าทำช้าเกินไปจะทำให้ค่าวิเคราะห์ในเครื่องที่ได้คลาดเคลื่อนจากความจริง) หลังจากนั้นนำไปอบในตู้อบโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศา เป็นเวลา 2-3 วัน จนพืชที่อบได้แห้งสนิท (หมายถึง น้ำหนักแห้งที่นำไปชั่งนั้นจะต้องมีน้ำหนักที่คงที่ทุกครั้ง) ทำการชั่งตัวอย่างพืชแล้วบันทึกค่าน้ำหนักแห้ง

### การบดตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างพืชที่ชั่งน้ำหนักแห้งแล้วนำมาบดโดยใช้เครื่อง Wilay Cutting Mill ทำการบดตัวอย่างพืชเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นเทตัวอย่างพืชที่บดเสร็จแล้วใส่ถุงเก็บพืชขนาดเล็ก

### การสกัดตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างพืชที่บดแล้วไปชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งโดยให้น้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.1000-0.1010 กรัม แล้วเทตัวอย่างพืชใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 ml เติมน้ำกลั่นลงไป 25 ml แล้วใช้จุกยางปิดให้สนิท หลังจากนั้นนำไปเข้าเครื่องเขย่าโดยใช้ความเร็ว 180 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 ชม. นำตัวอย่างพืชที่ได้มาดูดส่วนของสารละลายใส่ใส่หลอดพลาสติกโดยใช้ auto pipet ในการดูดแล้วนำไปเข้าเครื่อง centrifuge เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำมาเทใส่หลอดพลาสติกขนาดเล็กเพื่อเตรียมวิเคราะห์ต่อไป (ถ้ายังไม่ได้อุณหภูมิที่บันทึกไว้เก็บ aliquot ไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็น)

### การเตรียมสารละลายสำหรับวิเคราะห์ในเครื่อง

#### 1. เตรียมสาร 5% (W/V) salicylic ใน Conc $H_2SO_4$ (W/V)

-ชั่ง Salicylic 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์แล้วเติม Conc  $H_2SO_4$  ลงไป 95 ml ใช้แท่งแก้วคนให้สารละลายทั้ง 2 ผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วเทใส่ขวดที่ทึบแสง (ชั้นคอนต่างๆให้เตรียมใน hood, เก็บไว้ใช้ได้ภายใน 7 วัน)

#### 2. เตรียม 4M NaOH

-ชั่ง NaOH 160 กรัม แล้วเทน้ำกลั่นใส่ลงไปบีกเกอร์จนครบ 1,000 ml ใช้แท่งแก้วคนให้สารละลายทั้ง 2 ผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วเทใส่ขวดที่ทึบแสง (ชั้นคอนต่างๆให้เตรียมใน hood)

### ขั้นตอนการวิเคราะห์ในเครื่อง

โดยเริ่มจากการเตรียม Standard 0(น้ำกลั่น), 25, 50, 75, 100 ppm โดยการดูด Standard มาใส่ในหลอดทดลอง หลอดละ 0.2 ml ดูด aliquot ใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0.2 ml และทำ Blank เปรียบเทียบด้วย (โดยที่พืช 1 ชนิดจะใช้ Blank 1 หลอด) เมื่อดูด Standard, Blank และ aliquot เสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะในรูปแบบใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วเติมสารละลาย Salicylic acid (Salicylic acid 5 g/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95 ml) ใส่ใน Standard และ aliquot หลอดละ 1 ml ยกเว้น Blank จะใส่ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> acid จำนวน 1 ml เท่ากัน แล้วจึงนำไปเขย่าให้สารละลายเข้ากันโดยใช้เครื่อง Vortex แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที ให้สารละลายทำปฏิกิริยากันแล้วจึงเติมสารละลาย NaOH (NaOH 160 g/H<sub>2</sub>O 1 dm<sup>3</sup>) ลงไปในหลอดทดลองจำนวน 10 ml ให้ครบทุกหลอดแล้วจึงนำไปเขย่าให้สารละลายเข้ากันอีกครั้งแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นเตรียมทำการวิเคราะห์หาค่า %T โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ waveleght 410 nm หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการวัด Standard โดยเริ่มจาก Standard 0 (น้ำกลั่น), 25, 50, 75, 100 ppm ตามลำดับ แล้วตามด้วย Blank หลังจากนั้นจึงทำการวัด aliquot ให้ครบทุกหลอดแล้วนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาระดับปริมาณไนเตรทต่อไป

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวนของข้อมูล Analysis of Variance (ANOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลในทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS

### สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ สวนพืชไร่นา บริษัท ซอยเลสเวจ จำกัด (Soilless Vet co., Ltd) ตั้งอยู่ เลขที่ 8 ตำบล วังน้ำซับ อำเภอ ศรีประจันต์ จังหวัด สุพรรณบุรี

### ระยะเวลาดำเนินการ

(ทำการเตรียมแปลงปลูก, เพาะเมล็ด และย้ายปลูก 2 เดือน คือ เดือนมีนาคม- เมษายน พ.ศ. 2548), (ทำการวิเคราะห์ไนเตรท, ทำรูปเล่ม เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 - มีนาคม พ.ศ. 2549)

### ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงผลของการใช้ธาตุพรางแสงชนิดต่างๆที่มีต่อการเจริญเติบโต และการสะสมไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT

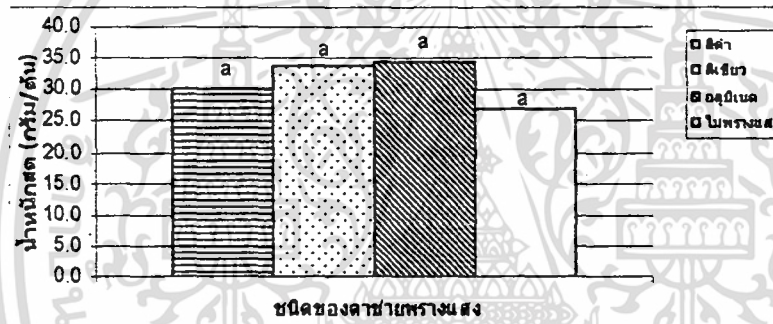
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการสะสมไนโตรเจนของผักสลัดชนิดต่างๆ (กรีนโอ๊ค, เรดโอ๊ค และเรดคอรอล) ที่ปลูกในระบบ DRFT ได้รับผลการทดลองดังนี้

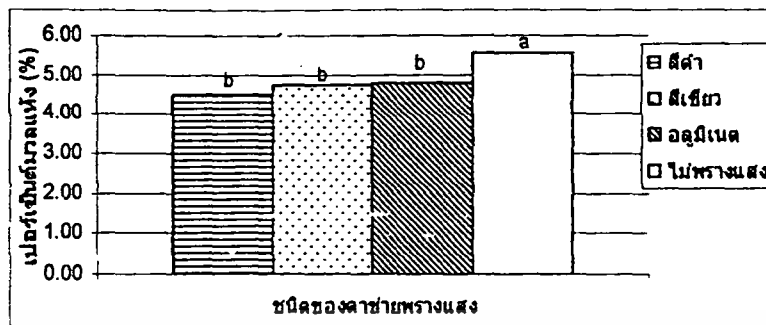
#### กรีนโอ๊ค

น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น (Fresh weight) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค (Green Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1 และ ภาพที่ 1 พบว่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักในแต่ละการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยผักที่ปลูกในตาข่ายพรางแสงชนิดลูมิเนตมีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุดคือ 34.5 กรัม/ต้น รองลงมาคือ ชนิดสีเขียว ชนิดสีดำ และไม้พรางแสง โดยมีน้ำหนักสดเฉลี่ยคือ 33.7, 30 และ 27 กรัม/ต้น ตามลำดับ



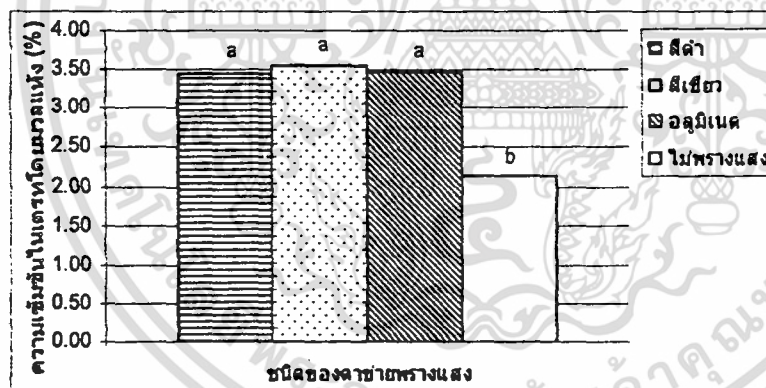
ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นของสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (% Dry matter) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค (Green Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 2 และ ภาพที่ 2 พบว่าผักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.58 % ซึ่งแตกต่างจากการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ตาข่ายพรางแสงชนิดลูมิเนต ชนิดสีเขียว และชนิดสีดำซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งเฉลี่ยคือ 4.77, 4.74 และ 4.51 % ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของสัดกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ดาชายพรางแสงชนิดต่างๆ

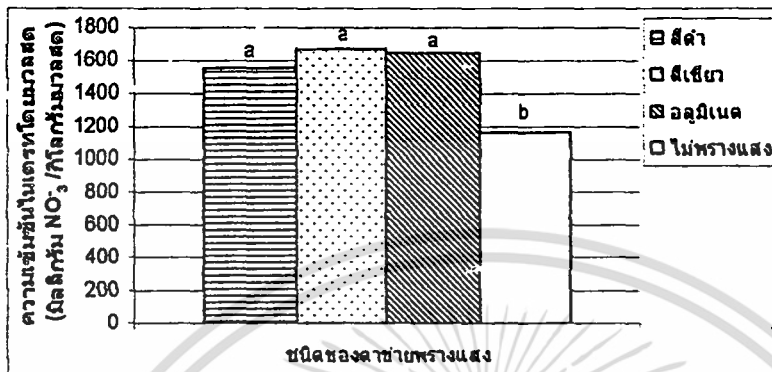
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง ( $\text{NO}_3$  Concentration by Dry matter) ของฝักสัดกรีนโอ๊ค (Green Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 3 และ ภาพที่ 3 พบว่าฝักที่ปลูก โดยไม่มีการพรางแสงมีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งต่ำสุดคือ 2.13 % ซึ่งแตกต่างจากตัวรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ฝักที่พรางแสงด้วยดาชายชนิดสีด้า ชนิดสีเขียว และชนิดอลูมิเนียม พบว่ามีความเข้มข้นไนเตรทในมวลแห้งใกล้เคียงกันคือ มีค่าระหว่าง 3.46 – 3.54 %



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ดาชายพรางแสงชนิดต่างๆ

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ( $\text{NO}_3$  Concentration in Fresh matter) ของฝักสัดกรีนโอ๊ค (Green Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 4 พบว่าฝักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1,170 มิลลิกรัม  $\text{NO}_3$  / กิโลกรัมมวลสด ซึ่งแตกต่างจากตัวรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ฝักที่พรางแสงด้วยดาชายชนิดสีด้า ชนิดอลูมิเนียม และชนิดสีเขียว พบว่ามี

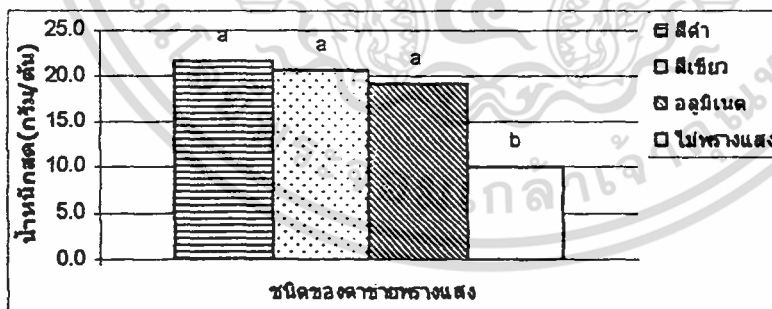
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดใกล้เคียงกันคือมีค่าระหว่าง 1,550- 1,674 มิลลิกรัม NO<sub>3</sub> / กิโลกรัมมวลสด



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของสัลดกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ดาข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

**เรดโอ๊ค**

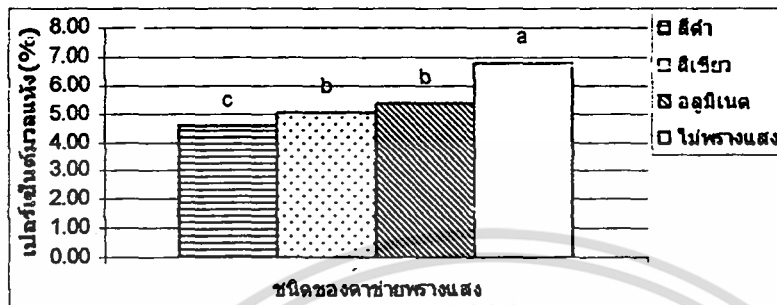
น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น (Fresh weight) ของฝักสัลดเรดโอ๊ค (Red Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 5 และ ภาพที่ 5 พบว่าฝักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงมีค่าเฉลี่ยค่าสุดคือ 10 กรัม/ต้นซึ่งแตกต่างจากค่ารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่พรางแสงด้วยดาข่ายชนิดอลูมิเนียมชนิดสีเขียว และชนิดสีด้าพบว่ามือน้ำหนักสดต่อต้นใกล้เคียงกันคือ มีค่าระหว่าง 19 - 21.7 กรัม/ต้น



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นของสัลดเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ดาข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

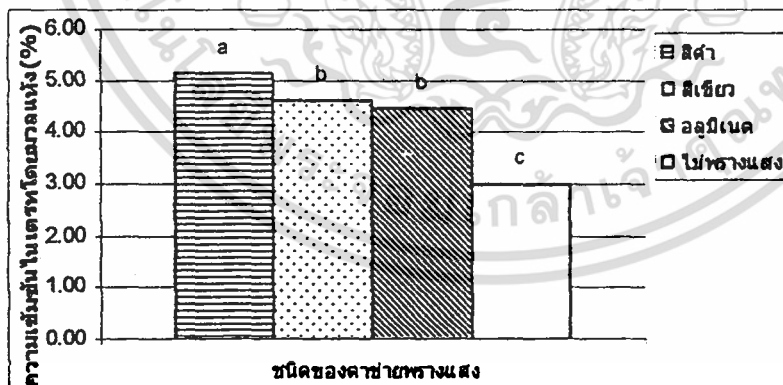
เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (% Dry matter) ของฝักสัลดเรดโอ๊ค (Red Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 6 และ ภาพที่ 6 พบว่าฝักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.80 % ซึ่งแตกต่างจากค่ารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ดาข่ายพรางแสงชนิดอลูมิเนียมชนิดสีเขียว ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งเฉลี่ยคือ 5.66 , 5.33 % ตามลำดับ ในขณะที่

ค่าขำพรางแสงชนิดสีดำพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.51 % ซึ่งแตกต่างจากค่ารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ค้ำขำพรางแสงชนิดต่างๆ

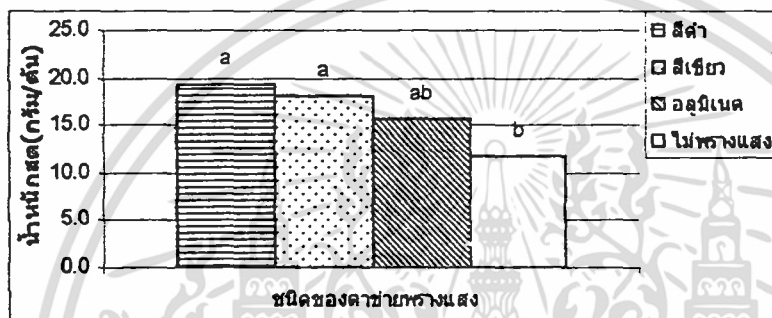
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง ( $\text{NO}_3$  Concentration by Dry matter) ของฝักสัดเรดโอ๊ค (Red Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 7 และ ภาพที่ 7 พบว่าฝักที่ปลูกโดยมีการพรางแสงด้วยค้ำขำพรางแสงสีดำมีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งสูงสุดคือ 5.15 % ซึ่งแตกต่างจากค่ารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ค้ำขำพรางแสงชนิดสีเขียว ชนิดอูมิเนต ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน พบว่ามีความเข้มข้นไนเตรทในมวลแห้งใกล้เคียงกันคือ 4.63 และ 4.47 % ในขณะที่การไม่พรางแสงพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 2.99 % ซึ่งแตกต่างจากค่ารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ค้ำขำพรางแสงชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

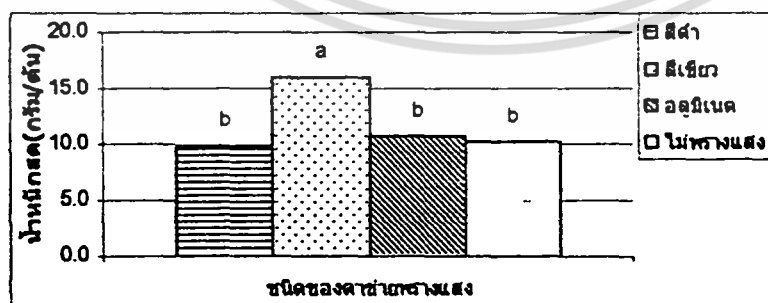
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ( $\text{NO}_3^-$  Concentration in Fresh matter) ของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 8 และ ภาพที่ 8 พบว่าผักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 2,035 มิลลิกรัม  $\text{NO}_3^-$  / กิโลกรัมมวลสด ซึ่งแตกต่างจากคำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ผักที่พรางแสงด้วยตาข่ายชนิดสีดำ ชนิดสีเขียว และชนิดอลูมิเนียม พบว่ามีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดใกล้เคียงกันคือมีค่าระหว่าง 2,365- 2,507 มิลลิกรัม  $\text{NO}_3^-$  / กิโลกรัมมวลสด



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสกล่อต้นของสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

#### เขตคอรอล

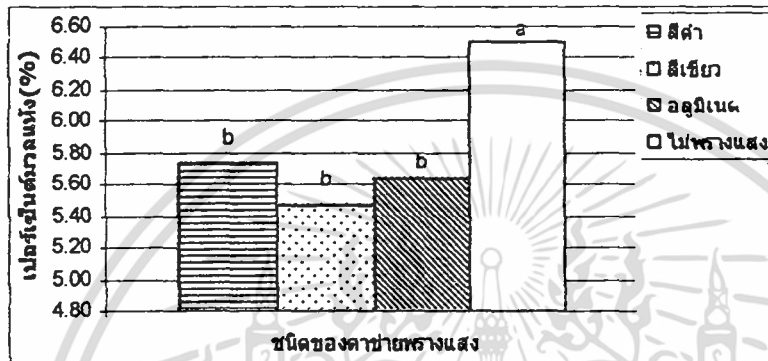
น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น (Fresh weight) ของผักสลัดเรดคอรอล (Red Coral) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 9 และ ภาพที่ 9 พบว่าผักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงด้วยตาข่ายชนิดสีเขียว มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 16 กรัม/ต้นซึ่งแตกต่างจากคำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่พรางแสงด้วยตาข่ายชนิดสีดำ ชนิดอลูมิเนียม และ ไม่มีการพรางแสง พบว่าน้ำหนักสดต่อต้นใกล้เคียงกันคือ มีค่าระหว่าง 9.9 - 10.7 กรัม/ต้น



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

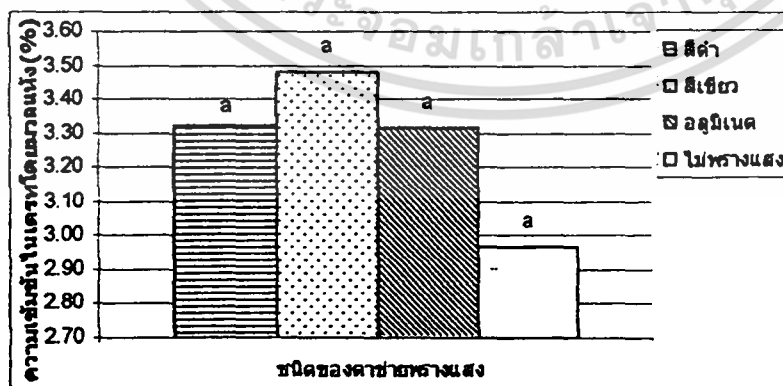
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์มวลแห้ง (% Dry matter) ของผักสลัดเรดคอรอล (Red Coral) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 10 และ ภาพที่ 10 พบว่าผักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.50 % ซึ่งแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือตาข่ายพรางแสงชนิดสีเขียว ชนิดอลูมิเนียม และชนิดสีดำใกล้เคียงกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์มวลแห้งเฉลี่ยคือ 5.47, 5.47 และ 5.73 % ตามลำดับ



ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์มวลแห้งของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

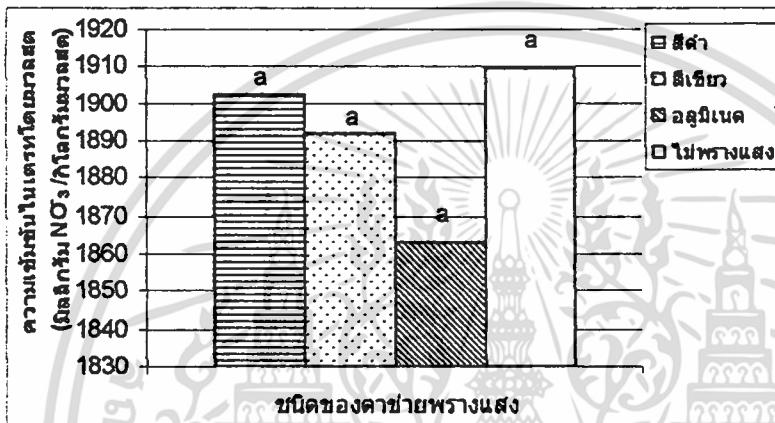
ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง ( $\text{NO}_3$  Content by Dry weight) ของผักสลัดเรดคอรอล (Red Coral) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 11 และ ภาพที่ 11 พบว่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของผักในแต่ละตำรับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยผักที่ปลูกในตาข่ายพรางแสงชนิดสีเขียวมีค่าสูงสุดคือ 3.48 % รองลงมาคือ ชนิดสีดำ ชนิดอลูมิเนียม และ ไม่พรางแสง โดยมีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งคือ 3.32, 3.31 และ 2.97 % ตามลำดับ



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสด ( $\text{NO}_3^-$  Concentration in Fresh matter) ของผักสลัดเรดคอรอล (Red Coral) แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 12 และ ภาพที่ 12 พบว่าความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผักในแต่ละคำรับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยผักที่ปลูกโดยไม่มีการพรางแสงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 1910 มิลลิกรัม  $\text{NO}_3^-$  / กิโลกรัมมวลสด รองลงมาคือ ชนิดสีดา ชนิดสีเขียว และชนิดอคูมินเนต โดยมีความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดคือ 1902 , 1892 และ 1863 มิลลิกรัม  $\text{NO}_3^-$  / กิโลกรัมมวลสด ตามลำดับ



ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของสลัดเรดคอรอลที่ปลูกภายใต้ค้ายาพรางแสงชนิดต่างๆ

## วิจารณ์ผลการทดลอง

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้น (Fresh weight) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค (Green Oak), เรดโอ๊ค (Red Oak) และ เรดคอรอล (Red Coral) ที่ปลูกในสภาพที่ไม่พรางแสง พบว่า มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นค้ำที่สุด และการพรางแสงโดยใช้ตาข่ายชนิดสีเขียวจะมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด ขณะที่ กิตติ (2547) ได้ทำการทดลองพรางแสงที่ระดับต่างๆ ให้กับผักที่ปลูกในฤดูฝน พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 80% มีผลทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักมีค่าค้ำที่สุดทั้งก่อนตัดแต่ง และหลังตัดแต่ง ซึ่งปกตินั้นฟาร์มในประเทศไทยส่วนใหญ่ก็จะใช้ตาข่ายชนิดสีเขียวหรือ สีดำในการพรางแสงให้กับโรงเรือนซึ่งมีราคาถูกและให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการใช้ตาข่ายชนิดอลูมิเนียมซึ่งมีราคาแพงมาก

ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง ( $\text{NO}_3^-$  Concentration in dry matter) และ โดยมวลสด ( $\text{NO}_3^-$  Concentration in fresh matter) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค (Green Oak), เรดโอ๊ค (Red Oak) และ เรดคอรอล (Red Coral) ในสภาพที่ไม่พรางแสงพบว่า มีค่าเฉลี่ยค้ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ กิตติ (2547) พบว่า การพรางแสงทำให้มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยในฤดูฝน เพิ่มจาก 1,189 มิลลิกรัมต่อผลผลิตสด 1 กิโลกรัม (ในสภาพไม่พรางแสง) เป็น 1,447, 1,411 และ 1,449 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อพรางแสง 50, 60 และ 80% ตามลำดับ และ ในฤดูหนาวเพิ่มจาก 1,970 มิลลิกรัมต่อผลผลิตสด 1 กิโลกรัม (ในสภาพไม่พรางแสง) เป็น 2,120, 2,343, 2,529 เมื่อพรางแสง 50, 60 และ 80% ตามลำดับ

ส่วนผักที่ปลูกโดยใช้ตาข่ายพรางแสงชนิดสีเขียว นั้น พบว่า มีแนวโน้มทำให้ผักมีการสะสมไนเตรทสูง ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากปริมาณแสงเฉลี่ยภายในโรงเรือนที่พรางแสงด้วยตาข่ายชนิดสีเขียวมีปริมาณแสงเฉลี่ยค้ำที่สุด คือ 1-634 lum/sqf สอดคล้องกับรายงานของ Escobar et al. (2002) พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในสภาพที่มีความเข้มแสงน้อย จะทำให้ผักมีการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อใบสูง นอกจากนี้ Kolbe (1996) รายงานว่า ปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักสลัด Butter Head ที่ปลูกในโรงเรือน จะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าผักที่ปลูกในแปลงปลูกต่างๆ ไป และปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักนั้นจะมีค่าลดลงเมื่อมีปริมาณแสงเพิ่มขึ้น

### สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการสะสมไนเตรทของผักสลัดชนิดต่างๆ (กรีนโอ๊ค, เรดโอ๊ค และ เรดคอรอล) ที่ปลูกในระบบ DRFT พบว่า ค้ำรับที่ไม่มีพรางแสง (ค้ำรับควบคุม) มีค้ำน้ำหนักสดเฉลี่ยค้ำค้ำ, ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง และ ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดค้ำค้ำที่สุด ซึ่งแตกต่างจากค้ำรับการทดลองอื่นๆ ที่มีการพรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์มวลแห้งกลับพบว่า มีค้ำสูงกว่าค้ำรับอื่นๆ ที่มีการพรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า เปอร์เซ็นต์มวลแห้งของผักที่ปลูกมีค้ำค้ำสูงสุดในค้ำรับที่มีการพรางแสงด้วยค้ำข่ายชนิดสีค้ำ เมื่อเปรียบเทียบค้ำรับต่างๆ ที่มีการพรางแสงนั้น พบว่า การพรางแสงด้วยค้ำข่ายชนิดสีเขียวมีผลทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยค้ำค้ำ, ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้ง และ ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของผัก มีแนวโน้มสูงแตกต่างจากค้ำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- กิตติ บุญเลิศนิรันดร์. 2547. อิทธิพลของการพรางแสงต่อผลผลิตและปริมาณไนเตรตตกค้างในผลผลิตผักกาดหอมที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน. รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา รั่นตรา, พระนครศรีอยุธยา
- กลุ่มหนังสือเกษตร (AGRI BOOK GROUP). 2525. พิมพ์ครั้งที่ 1. หน้า 131-133, 234-235.
- กองบรรณาธิการ “ฐานเกษตรกรรม”. 2529. รวมเรื่องผัก. ฉบับพิเศษอันดับที่ 11. หน้า 33-34.
- กาญจนา สาลีคีรี. 2541. พฤกษศาสตร์ทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ชนิษฐา พงษ์ปรีชา. การปลูกพืชผักระบบไฮโดรโปนิกส์. สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  
กรมวิชาการ เกษตร. ชลบุรี  
[http://www.doac.go.th/library/html/detail/hydroponic\\_hydro\\_2.htm](http://www.doac.go.th/library/html/detail/hydroponic_hydro_2.htm) (26 ม.ค. 49)
- จินดารัตน์ โพธิ์มามกะ 2546. การหาปริมาณความต้องการธาตุอาหารของผักบางชนิดจากปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่างๆ ของพืช, กรุงเทพมหานคร  
ชาติประชา สอนกลิ่น. เทคโนโลยีระบบโรงเรือนเนค้ำพิมล้ำสุค. ศูนย์ข้อมูลวิชาการและการตลาด.  
[http://www.netafim.co.th/img/new\\_sys\\_/media4/0/0\\_4635.pdf](http://www.netafim.co.th/img/new_sys_/media4/0/0_4635.pdf) (26 ม.ค. 49)
- ศิริเรก ทองอร่าม. 2547. หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ศิริเรก ทองอร่าม และอิทธิสุนทร นันทกิจ. มปป. การปลูกพืชไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจในประเทศไทย. ในเอกสารประกอบการฝึกอบรม โครงการความร่วมมือระหว่างสาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์กับสำนักการศึกษาต่อเนื่อง. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี.
- ทัศนวิไล วัฒนายน. 2541. การวัดปริมาณแสง อุณหภูมิ และความชื้นในโรงเพาะชำ. รายงานผลการวิจัย(โครงการรหัส ว-พ 4.41), กรุงเทพฯ. <http://www.ku.ac.th/e-magazine/july43/sang.pdf> (26 ม.ค. 2549).
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาริพ, วุฒิพงษ์ พิมพ์โคตร. 2544. การสำรวจเบื้องต้นปริมาณสารไนเตรตตกค้างในผักกาดหอมปลูกโดยไม่ใช้ดินในฤดูกาลต่างๆ. น. 67-73. ใน เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาริพ, วุฒิพงษ์ พิมพ์โคตร. 2545. การสำรวจเบื้องต้นปริมาณสารไนเตรตตกค้างในผักกาดหอมปลูกโดยไม่ใช้ดินในฤดูกาลต่างๆ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นงนุช วงศ์สินช้วน. 2532. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. โปรแกรมเทคนิคการเกษตร วิทยาลัยชุมชน  
ภูเก็ต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ภูเก็ต.
- มีฆวาล หอสุวรรณ. 2548. การจัดการพืชอย่างมีประสิทธิภาพในระบบ DRFT. น. 3. ใน เอกสาร  
ประกอบการสัมมนาการพัฒนาเทคนิคเพื่อเพิ่มผลผลิตการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ชมรมปลูก  
พืชโดยไม่ใช้ดินแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- มนัษญา รัตนโชติ. 2546. การงดสารละลายธาตุอาหารก่อนการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณการสะสมไนเตรท  
ใน Watercress (*Nasturtium officinale*) และ Green rose bush (*Alternanthera lehmannii* "E  
green" ) ที่ปลูกโดยระบบ Deep Flow Technique (DFT). วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีสาขา  
เทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ และ  
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.
- มนูญ ศิริบุหงส์. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติในประเทศไทย. คณะวิทยาศาสตร์ และ  
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.
- ขงยุทธ เข็มไชยศรี. 2546. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) กับการปลูกพืชโดยไม่ใช้  
ดิน. *อ้างโดย* ดิเรก ทองอร่าม. 2547. หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิง  
ธุรกิจในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ขงยุทธ โอสดสถา. 2543. ธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 น.
- สมบุญ เดชะภิญญาวัฒน์. 2537. พฤกษศาสตร์ (BOTANY). พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์วิไลเจีย  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมบุญ เดชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์วิไลเจีย  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Aydin Gune Ali Nal and Mahmet Akta. 1996. Reducing nitrate content of NFT grown winter onion  
plants (*Allium cepa* L.) by partial replacement of NO<sub>3</sub> with amino acid in nutrient solution.  
*Scientia Horticulturae*. 65 : 203-208.
- Blom-Zandstra, M. 1989. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Ann.  
Appl. Biol.* 155 : 553-561.
- Cataldo, D.A., M. Haroon, L.E. Schrader and V.L. Youngs. 1975. Rapid Colorimetric  
Determination of Nitrate in Plant Tissue by Nitration of Salicylic Acid. *Commun. Soil  
Science and Plant Analysis*. 6(1) : 71-80.
- Chen GuiLin, Gao XuiRui and Zhang XianBin. 2002. Effect of partial replacement of nitrate by  
amino acid and urea on nitrate content of non-heading Chinese cabbage and lettuce in  
hydroponic condition. *Agricultural Sciences in China* 1(4) : 444-449

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Drews, schönhof and Krumbein. 1996. Nitrate, vitamin C and sugar content of lettuce (*Lactuca sativa*) depending on cultivar and stage of head development. *Gartenbauwissenschaft*. 61:3, 122-129;26 ref.
- Escobar. A.J., I.G. Burns, A. Lee and R.N. Edmondson. 2002. Screening lettuce cultivars for low nitrate content during summer and winter production. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 77(2) : 232-237
- Kolbe. 1996. Factors influencing the composition of potatoes. Part 4 Nitrate. *Kartoffelbau*. 47:7. p 259-264.
- Martin, P.N. Gent. 2003. Solution electrical conductivity and ratio of nitrate to other nutrients effect accumulation of nitrate in hydroponic lettuce. *Hort. Sci*. 38(2) : 222-227
- Muramoto, J. 1999. Comparison of Nitrate Content in Leafy Vegetables from Organic and Conventional Farms in California. Center for Agroecology and Sustainable Food Systems, University of California, Santa Cruz, CA.
- 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.
- Radojevic, M. and V. Baskin. 1999. *Practical Environmental Analysis*. The Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Cambridge.
- Rooda 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. *Comm. Soil Sci. Plant Aual*. 16 : 1293-1300.
- Sugawara, T. 1975 *Studies on the vitamin C in field and garden crops*. Pp.35-37 Yukendo press. Co. Tokyo.
- Schonbeck, M. 1988. Nitrate in Winter Greenhouse Leafy vegetables. Article No 33, *New Alchemy Quarterly Institute, Inc., MA*.
- Shinohara. Y. and Y. Suzuki. 1988. Quality improvement of hydroponically grown leaf vegetables. *Acta Horticultural*. 230 :279-286.
- Van der Boon, J., J.W. Steenhuizen and E.G. Steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration,  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. *J. Hort. Sci*. 65 : 309-321.
- Wright, M.J. and K.L., Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron*. 16:197-247

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ตารางที่ 1 น้ำหนักสดค่อนของสัลดกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ข่าย												เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
สีดำ	31.5	33.3	34.6	26.8	29.4	26.8	30.7	24.0	29.1	31.6	29.8	32.6	30.0	a
สีเขียว	32.7	31.6	32.5	21.6	20.0	35.3	31.0	43.6	44.0	35.5	41.1	35.3	33.7	a
อลูมิเนียม	32.7	19.7	20.2	28.2	43.0	41.1	30.1	34.2	34.4	47.4	38.4	44.2	34.5	a
ไม่พรางแสง	23.4	28.4	35.5	25.4	19.4	11.5	32.4	35.9	38.5	20.7	27.7	25.6	27.0	a

ตารางที่ 2 เปอร์เซนต์มวลแห้งของสัลดกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ข่าย												เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
สีดำ	3.85	4.36	3.95	5.13	4.55	4.63	4.58	4.47	4.79	4.75	4.85	4.24	4.51	b
สีเขียว	5.16	5.31	5.26	4.44	4.53	3.52	5.29	4.66	4.56	4.68	4.76	4.67	4.74	b
อลูมิเนียม	5.40	4.96	4.91	4.68	4.69	4.84	5.66	5.01	4.57	4.16	4.46	3.93	4.77	b
ไม่พรางแสง	6.09	5.38	4.74	5.38	6.23	6.43	5.60	5.60	5.33	5.49	5.40	5.24	5.58	a

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของสัลดกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ข่าย												เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
สีดำ	3.18	4.71	3.75	2.03	3.48	2.64	3.73	3.83	3.82	3.06	3.27	4.03	3.46	a
สีเขียว	3.09	2.98	2.70	2.72	2.80	3.01	3.05	4.23	4.64	4.40	4.88	4.02	3.54	a
อลูมิเนียม	2.37	2.05	2.82	4.14	4.68	4.69	3.26	3.77	3.40	4.33	2.85	3.45	3.48	a
ไม่พรางแสง	1.53	2.16	2.94	1.95	1.73	1.38	2.06	2.61	3.07	1.84	2.22	2.09	2.13	b

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของสัลดกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ข่าย												เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
สีดำ	1225	2053	1481	1039	1582	1223	1707	1710	1831	1455	1587	1709	1550	a
สีเขียว	1593	1582	1420	1211	1268	1059	1611	1971	2117	2056	2327	1877	1674	a
อลูมิเนียม	1279	1017	1387	1935	2195	2268	1845	1890	1554	1800	1271	1357	1650	a
ไม่พรางแสง	931	1160	1391	1049	1079	887	1150	1463	1635	1007	1199	1094	1170	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 นำหนักสดต่อต้นของสัลดเรดไอล์ที่ปลูกที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ชาติ												เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
สีดา	15.1	26.9	23.5	20.1	17.1	19.1	24.8	25.0	22.4	22.6	23.0	21.2	21.7 a
สีเขียวย	10.4	14.0	13.3	8.3	14.1	11.3	29.3	27.5	29.8	26.8	29.5	33.3	20.6 a
อลูมิเนต	9.6	10.5	5.2	14.8	19.5	21.2	31.7	20.2	24.5	18.4	29.5	23.0	19.0 a
ไม่พรางแสง	7.9	8.5	8.1	6.0	7.6	11.7	11.7	24.4	23.4	2.5	5.0	3.5	10.0 b

ตารางที่ 6 เปอร์เซนต์มวลแห้งของสัลดเรดไอล์ที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ชาติ												เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
สีดา	4.75	4.35	4.79	4.97	4.48	3.86	4.41	4.42	4.62	5.28	4.67	4.55	4.60 c
สีเขียวย	5.82	6.17	6.19	5.75	5.79	5.82	4.77	4.68	4.72	4.62	4.68	4.95	5.33 b
อลูมิเนต	6.53	6.11	6.86	5.65	5.33	5.06	5.44	5.66	5.08	5.73	5.35	5.16	5.66 b
ไม่พรางแสง	6.84	6.41	6.84	6.99	6.84	6.41	6.81	6.57	5.79	7.10	7.28	7.69	6.80 a

ตารางที่ 7 ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลแห้งของสัลดเรดไอล์ที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ชาติ												เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
สีดา	5.15	5.08	4.63	5.50	4.93	5.38	5.49	5.86	5.83	5.21	4.30	4.44	5.15 a
สีเขียวย	3.75	3.97	3.94	3.14	3.60	3.49	5.39	5.54	5.83	5.44	6.14	5.29	4.63 b
อลูมิเนต	3.84	3.25	3.66	4.89	5.26	4.82	4.82	4.73	4.75	4.42	4.69	4.47	4.47 b
ไม่พรางแสง	2.71	3.06	2.76	3.32	3.32	3.03	2.56	2.78	2.96	3.39	2.77	3.23	2.99 c

ตารางที่ 8 ความเข้มข้นไนเตรทโดยมวลสดของสัลดเรดไอล์ที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ชาติ												เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
สีดา	2443	2207	2220	2732	2205	2078	2420	2595	2692	2753	2010	2023	2365 a
สีเขียวย	2184	2453	2439	1807	2087	2029	2570	2595	2751	2512	2872	2618	2410 a
อลูมิเนต	2511	1984	2512	2763	2802	2439	2624	2680	2415	2533	2510	2308	2507 a
ไม่พรางแสง	1855	1961	1888	2321	2271	1941	1741	1825	1714	2409	2015	2483	2035 b

ตารางที่ 9 นำหนักสดต่อต้นของสัลดเรดคลอรอลที่ปลูกที่ปลูกภายใต้ค่าข่ายพรางแสงชนิดต่างๆ

ค่าข่ายพรางแสง	ชาติ												เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
สีดา	10.7	6.3	7.5	9.8	12.0	9.9	9.2	9.6	9.0	13.3	12.8	8.2	9.9 b
สีเขียวย	10.0	9.8	5.5	21.1	21.1	35.7	12.3	12.1	13.8	16.3	15.3	19.4	16.0 a
อลูมิเนต	5.6	3.8	5.5	12.2	15.1	15.8	11.4	12.6	12.1	13.3	11.4	10.1	10.7 b
ไม่พรางแสง	13.5	11.6	10.2	10.0	10.0	7.1	12.8	15.2	11.1	7.3	7.7	6.3	10.2 b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นคัมมูลแห่งของสัดครคอรอลที่ปลูกภายใต้ค้ำยพรางแสงชนิดต่างๆ

ค้ำยพรางแสง	ช้ำที่												เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
สีด้า	5.61	6.10	5.96	5.43	6.16	6.05	5.42	5.23	5.87	5.94	5.64	5.40	5.73	b
สีเขียว	5.36	5.66	6.28	4.69	4.83	5.70	5.81	5.93	5.77	5.47	5.41	4.74	5.47	b
อลูมิเนียม	6.22	6.44	6.22	5.30	5.23	4.99	6.07	6.90	5.01	5.66	4.28	5.42	5.64	b
ไม่พรางแสง	6.01	6.53	5.35	6.74	6.05	6.66	6.69	6.50	6.77	7.21	6.69	6.83	6.50	a

ตารางที่ 11 ความเข้มข้นในเครทโดยมวลแห่งของสัดครคอรอลที่ปลูกภายใต้ค้ำยพรางแสงชนิดต่างๆ

ค้ำยพรางแสง	ช้ำที่												เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
สีด้า	3.26	3.32	3.26	3.12	3.22	3.33	3.42	3.35	3.05	3.48	3.73	3.28	3.32	a
สีเขียว	2.87	3.04	2.84	2.90	2.75	3.06	3.32	2.70	3.38	4.81	5.13	4.95	3.48	a
อลูมิเนียม	2.63	3.05	2.88	3.34	4.51	4.66	3.39	3.53	3.31	3.01	2.66	2.78	3.31	a
ไม่พรางแสง	4.48	4.00	4.02	2.80	2.64	2.87	2.27	2.72	2.21	2.78	2.40	2.44	2.97	a

ตารางที่ 12 ความเข้มข้นในเครทโดยมวลสคของสัดครคอรอลที่ปลูกภายใต้ค้ำยพรางแสงชนิดต่างๆ

ค้ำยพรางแสง	ช้ำที่												เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
สีด้า	1830	2026	1944	1693	1983	2014	1851	1753	1790	2067	2104	1773	1902	a
สีเขียว	1537	1717	1786	1358	1328	1742	1932	1600	1951	2629	2775	2346	1892	a
อลูมิเนียม	1636	1963	1794	1772	2362	2326	2055	2438	1660	1703	1140	1508	1863	a
ไม่พรางแสง	2692	2615	2148	1888	1598	1908	1516	1771	1497	2008	1610	1665	1910	a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลสภาพแวดล้อม

### -ข้อมูลทั่วไป

#### 1. อุณหภูมิ

-อุณหภูมิค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 1(สีคำ) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 24.3- 41.7 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1A)

-อุณหภูมิค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 2(สีเขียว) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 24.8-44.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2A)

-อุณหภูมิค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 3(อลูมิเนียม) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 24.8-43.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 3A)

-อุณหภูมิค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 4(ไม่พรางแสง) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 24.8-47.4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4A)

-อุณหภูมิค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายนอกโรงเรือน ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 25.7-36.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5A)

#### 2. ความชื้นสัมพัทธ์

-ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 1(สีคำ) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 32.1-85.4 % (ภาพที่ 1B)

-ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 2(สีเขียว) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 28.4-88.5 % (ภาพที่ 2B)

-ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 3(อลูมิเนียม) ในช่วง เดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 29.9-91.3 % (ภาพที่ 3B)

-ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 4(ไม่พรางแสง) ในช่วง เดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 27.1-81.7 % (ภาพที่ 4B)

-ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายนอกโรงเรือน ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 43.0-93.8 % (ภาพที่ 5B)

#### 3. ปริมาณแสง

-ปริมาณแสงค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 1(สีคำ) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 2-783.2 lum/sqf (ภาพที่ 1C)

-ปริมาณแสงค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 2(สีเขียว) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 1-634 lum/sqf (ภาพที่ 2C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ปริมาณแสงต่ำสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 3(อลูมิเนียม) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 2-881 lum/sqf (ภาพที่ 3C)

-ปริมาณแสงต่ำสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายในโรงเรือนของคำรับการทดลองที่ 4(ไม่พรางแสง) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 2-883 lum/sqf (ภาพที่ 4C)

-ปริมาณแสงต่ำสุด-สูงสุดเฉลี่ยภายนอกโรงเรือน ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าระหว่าง 2-290 lum/sqf (ภาพที่ 5C)

#### 4. การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า (EC)

-EC เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 1(สีดำ) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 1.47 ms/cm (ภาพที่ 6A)

-EC เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 2(สีเขียว) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 1.45 ms/cm (ภาพที่ 6B)

-EC เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 3(อลูมิเนียม) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 1.52 ms/cm (ภาพที่ 6C)

-EC เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 4(ไม่พรางแสง) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 1.57 ms/cm (ภาพที่ 6D)

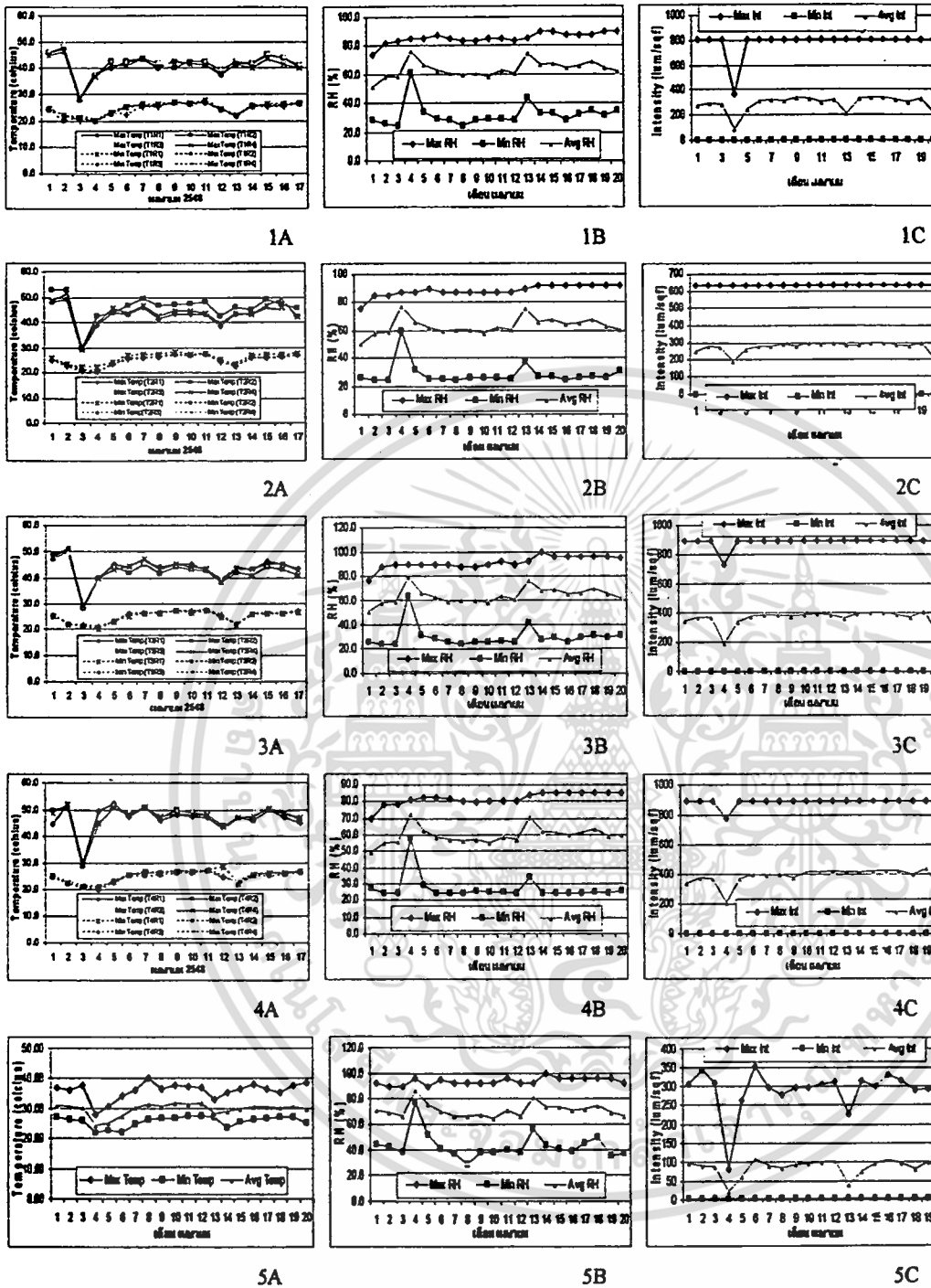
#### 5. การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

-pH เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 1(สีดำ) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 5.1 (ภาพที่ 6A)

-pH เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 2(สีเขียว) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 5.1 (ภาพที่ 6B)

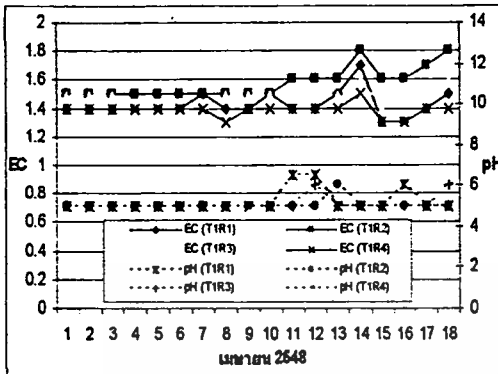
-pH เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 3(อลูมิเนียม) ในช่วงเดือน เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 5.2 (ภาพที่ 6C)

-pH เฉลี่ย ในถึงสารละลายธาตุอาหารของคำรับการทดลองที่ 4(ไม่พรางแสง) ในช่วงเดือน 3+0 เมษายน 2548 มีค่าเท่ากับ 5.2 (ภาพที่ 6D)

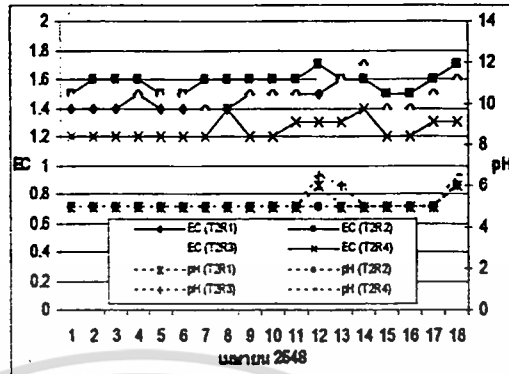


ภาพที่ 13 อุณหภูมิค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ย, ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ยและ แสงค่าสุด-สูงสุดเฉลี่ย ภายในโรงเรือน (1A, 1B, 1C) ของตัวรับการทดลองที่ 1 (สีดำ), (2A, 2B, 2C) ของตัวรับการทดลองที่ 2 (สีเขียว), (3A, 3B, 3C) ของตัวรับการทดลองที่ 3 (อลูมิเนียม), (4A, 4B, 4C) ของตัวรับการทดลองที่ 4 (ไม้พรางแสง) และ (5A, 5B, 5C) ภายนอกโรงเรือน ในช่วงเดือน พฤษภาคม 2548

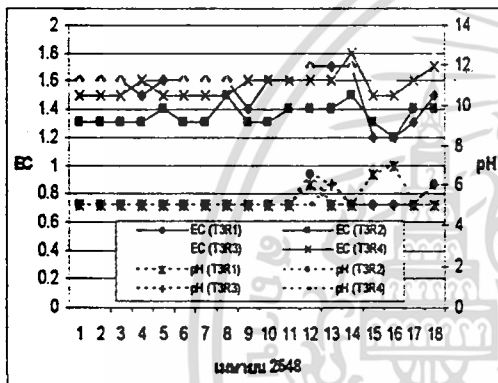
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



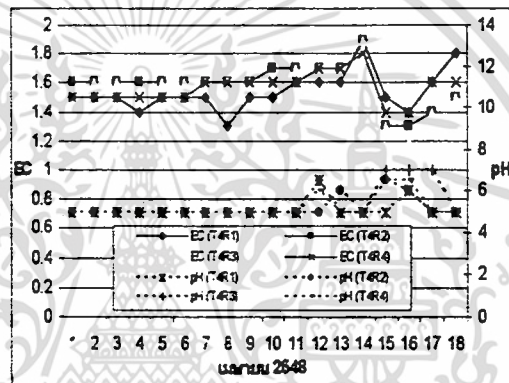
6A



6B



6C



6D

ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า (EC) และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยในถึงสารละลายธาตุอาหาร (6A) ของคำรับการทดลองที่ 1 (ลิ้นดำ), (6B) ของคำรับการทดลองที่ 2 (สีเขียว), (6C) ของคำรับการทดลองที่ 3 (อลูมิเนียม), (6D) ของคำรับการทดลองที่ 4 (ไม้พรางแสง) ในช่วงเดือนเมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้