การเปรียบเทียบชนิดของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) ที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

THE COMPARISON OF DIFFERENT TYPES OF SHADING MATERIALS ON GROWTH AND NITRATE CONCENTRATION OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) IN NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)

ชนะวัฒน์ เทียมบุญประเสริฐ
CHANAWAT TAMBOONPRASERT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปฐพีวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550

KMITL-2007-AG-M-071-023

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเปรียบเทียบชนิดของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) ที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

THE COMPARISON OF DIFFERENT TYPES OF SHADING MATERIALS ON GROWTH AND NITRATE CONCENTRATION OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) IN NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)

T 076723

ชนะวัฒน์ เทียมบุญประเสริฐ

CHANAWAT TIAMBOONPRASERT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....76723.....
วัน,เดือน,ปี.....- 6 S.A. 2550

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาปฐพีวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

KMITL-2007-AG-M-071-023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE COMPARISON OF DIFFERENT TYPES OF SHADING MATERIALS ON GROWTH AND NITRATE CONCENTRATION OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) IN NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)

CHANAWAT TIAMBOONPRASERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF AGRICULTURE IN SOIL SIEANCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

KMITL-2007-AG-M-071-023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบชนิดของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) ที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

The Comparison of Different Types of Shading Meterials on Growth and Nitrate Concentration of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Nutrient Film Technique (NFT)

ชื่อนักศึกษา นายชนะวัฒน์ เทียมบุญประเสริฐ

รหัสประจำตัว 48066003

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา ปฐพีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น	
รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ	
ผศ.ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล	
ดร.นันทรัตน์ ศุภกำเนิด	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 13 กันยายน 2550 เวลา 13.00-16.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุม A 408 1 (ชั้น 4 ตึกเจ้าคุณทหาร)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 25 **เดือน** กันยายน **พ.ศ.** 2550

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบชนิดของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) ที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)
นักศึกษา	นายชนะวัฒน์ เทียมบุญประเสริฐ
รหัสประจำตัว	48066003
ปริญญา	วิทยาศาตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	ปฐพีวิทยา
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของชนิดตาข่ายพรางแสง การเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) ที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) สถานที่ทดลอง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการทดลอง 7 รอบปลูก โดยในรอบปลูกที่ 1-3 ทำการปลูกผักสลัด 5 ชนิด ได้แก่ butterhead, frillice, green oak, red oak และ red coral และรอบที่ 4-7 ปลูกผักสลัด 2 ชนิด ได้แก่ green oak และ red oak วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มี 4 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ คือ 1) ไม่ใช้ตาข่ายพรางแสง 2) ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 3) ใช้ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ 4) ใช้ตาข่ายพรางแสง Aluminet ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่าตำรับที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม และคะแนนการประเมินการเจริญเติบโตสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ตำรับที่ไม่พรางแสงมีน้ำหนักแห้งสูงใกล้เคียงกับ Red Cromatinet และมีจำนวนต้นที่ตายและผักแดงมีสีเข้มมากกว่าตำรับการทดลองอื่น ส่วนตำรับที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีจำนวนต้นที่ยืดสูง มีความเข้มแสงและอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่น ในขณะที่ปริมาณไนเตรทโดยมวลสดพบว่าตำรับที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet และสีดำ มีค่าสูงใกล้เคียงกัน ส่วนตำรับที่ไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุด แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการสะสมไนเตรทของทุกตำรับการทดลองและทุกรอบปลูกมีค่าอยู่ระหว่าง 1,253-2,894 มก./กก.นน.สด ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของสหภาพยุโรป (European Economic Community) คือ 4,500 มก./กก.นน.สด จึงไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค จากผลการทดลองตาข่ายพรางแสงที่เหมาะสมจะนำไปใช้คือ ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งจะให้ผลผลิตดีกว่าตาข่ายพรางแสงสีดำ แต่เนื่องจากตาข่ายพรางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองมีราคาสูงมาก อาจใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำขึงสลับสูงต่ำในแนวเหนือใต้ เพื่อให้แสงสามารถผ่านเข้ามาและให้พืชได้รับแสงสม่ำเสมอทั่วโต๊ะปลูก เพื่อลดปัญหาการขาดแสงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Comparison of Different Types of Shading Materials on Growth and Nitrate Concentration of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Nutrient Film Technique (NFT)
Student	Mr.Chanawat Tiamboonprasert
Student ID.	48066003
Degree	Master of Science
Program	Soil Science
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Itthisunthorn Nuntagij

ABSTRACT

Shading materials that affected on growth and nitrate contents of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in nutrient film technique (NFT) system were brought in comparative study at the Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The experiments were comprised of 7 planting times. In planting times 1 to 3, 5 different lettuces as follows: butterhead, frillice, green oak, red oak and red coral were planted. Subsequently, in planting times 4 to 7, green oak and red oak were planted. Four different shading materials were assigned as the treatments and they were included of: 1) no shading screen, 2) black shading screen, 3) Red Cromatinet shading screen, and 4) Aluminet shading screen. The treatments were arranged in completely randomized design (CRD) and replicated 3 times. The data revealed that Red Cromatinet and Aluminet shading materials had produced higher in fresh weights, canopy diameters and growth rates than the other treatments. Highest dry weights were obtained from control and Red Cromatinet treatments and no statistical difference was observed between them. Moreover, most of the dead plants and high degree in leaf redness were also derived from control and Red Cromatinet shading. Comparatively, black shading gave more elongate plants and contained lower light intensity and temperature than the other. In fresh samples, the nitrate contents of both Aluminet and black screens were considerable high. In contrast, the lowest nitrate content was derived from the control. When all of the experiments and planting times were examined, the accumulation of nitrate contents was shown in the range of 1,253-2,894 mg/kg of fresh weight. These obtained nitrate content values were not

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

exceeded beyond the standard value given by the European Economic Community (EU) of 4,500 mg/kg of fresh weight. Therefore, the produces from the experiments were not harmful to the consumer. As a result of the study, Red Cromatinet and Aluminet screens were recommended because they had given the better harvests than the black shading screen. As a matter of fact, the price of both types of screens are considerable high so, the black screen must be brought to replace. It could be hanged in the high and low positions alternately in the north and south directions. In this way, the light will be allowed to pass through and all of the plants on the table will receive the uniform light. The light deficient problem will be solved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบคุณ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษาและคำแนะนำในการออกแบบงานวิจัย รูปแบบในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ให้คำอบรม ช่วยเหลือในทุกเรื่อง และตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง

กราบขอบคุณ รศ.ดร.อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น ซึ่งคอยให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์

กราบขอบคุณ ผศ.ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ และแก้ปัญหาต่างๆในการปฏิบัติงานทดลอง

กราบขอบคุณ ผศ.สมเกียรติ สีสนอง ซึ่งเป็นผู้ช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ และให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานทดลอง

กราบขอบคุณ ดร.นันทรัตน์ ศุภกำเนิด ที่ให้ความรู้และแนวทางในการเขียนวิทยานิพนธ์

กราบขอบคุณ ดร.อุมา แสงคร้าม ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำ และแก้ไขในการเขียนโครงร่างวิทยานิพนธ์

กราบขอบคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ และคำปรึกษา ในด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ พี่น้อย พี่นารีและน้าจิตร เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ในห้องการปฏิบัติการ

ขอขอบพระคุณ บริษัทไทยเจริญทองการทอจำกัด ซึ่งอนุเคราะห์ตาข่ายพรางแสงในการทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโทที่คอยเชื่อเหลือ และแนะนำตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณน้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาปฐพีวิทยาที่คอยเชื่อเหลือ และเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

สำหรับคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้เขียนขอน้อมรับ และจะได้แก้ไขในโอกาสต่อไป

ชนะวัฒน์ เทียมบุญประสิฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ .....

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....

2.1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 3

2.2 ผักสลัด 5

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 7

2.4 ปัญหาเกี่ยวกับการสะสมอุณหภูมิของสารละลายในระบบ NFT 9

2.5 ตาข่ายพรางแสง 10

2.6 ไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของพืช 11

2.7 การสะสมไนเตรทในผัก 13

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....

3.1 สถานที่ทำการทดลอง 18

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง 18

3.3 การวางแผนการทดลอง 22

3.4 วิธีการทดลอง 24

3.5 การวิเคราะห์ผล 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....

4.1 การเจริญเติบของผักสลัด..... 27

4.1.1 น้ำหนักสดของผักสลัด..... 27

4.1.2 น้ำหนักแห้งของผักสลัด..... 32

4.1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด..... 36

4.1.4 การประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัด..... 40

4.1.5 การประเมินสีของผักแดงของผักสลัด..... 40

4.1.6 การประเมินความยืดของผักสลัด..... 40

4.1.7 จำนวนต้นที่ตายของผักสลัด..... 44

4.1.8 อุณหภูมิและความเข้มแสง..... 44

4.1.9 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)..... 49

4.1.10 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)..... 50

4.1.11 อุณหภูมิของสารละลาย..... 50

4.1.12 ปริมาณการใช้น้ำสะสม..... 50

4.2 ปริมาณไนเตรทของผักสลัด..... 50

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 54

บรรณานุกรม..... 56

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์..... 61

ภาคผนวก ข. การเจริญเติบโต..... 63

ภาคผนวก ค. ปริมาณไนเตรทในผักสลัด..... 98

ประวัติผู้เขียน..... 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงมาตรฐานความเข้มข้นของไนเตรทในผักสลัด	17
3.1	แสดงองค์ประกอบธาตุอาหารในสารละลายสูตรสารละลาย KMITL 2	23
4.1	แสดงชนิดผักสลัดที่ปลูกใน 7 รอบปลูก	28
4.2	แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักสด (กรัม) ของผักสลัด 5 ชนิด	30
4.3	แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักสด (กรัม) ของผักสลัด 2 ชนิด	31
4.4	แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักแห้ง (กรัม) ของผักสลัด 5 ชนิด	34
4.5	แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักแห้ง (กรัม) ของผักสลัด 2 ชนิด	35
4.6	แสดงผลของการพรางแสงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ของผักสลัด 5 ชนิด	38
4.7	แสดงผลของการพรางแสงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ของผักสลัด 2 ชนิด	39
4.8	แสดงการประเมินการเจริญเติบโตด้วยสายตัวของผักสลัด (เปอร์เซ็นต์)	41
4.9	แสดงการประเมินสีแดงของผักสลัด ด้วยสายตัวของผักสลัด (เปอร์เซ็นต์)	42
4.10	แสดงการประเมินความยืดของผักสลัดด้วยสายตัวของผักสลัด (เปอร์เซ็นต์)	43
4.12	แสดงผลของการพรางแสงต่อจำนวนต้นผักสลัดที่ตาย (เปอร์เซ็นต์)	45
4.13	แสดงผลของการพรางแสงต่ออุณหภูมิสูงสุดใต้ตาข่ายพรางแสง (°C)	46
4.14	แสดงผลของการพรางแสงต่ออุณหภูมิต่ำสุดใต้ตาข่ายพรางแสง (°C)	47
4.14	แสดงเปอร์เซ็นต์การพรางแสงของตาข่ายพรางแสงแต่ละชนิด	48
4.15	แสดงผลของการพรางแสงต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัด (มก./กก.นน.สด)	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ระบบการปลูกพืชแบบ Nutrient film technique (NFT).	4
3.1	ผักสลัด butterhead.	19
3.2	ผักสลัด frillice..	19
3.3	ผักสลัด green oak.	19
3.4	ผักสลัด red oak.	20
3.5	ผักสลัด red coral.	20
3.6	ตาข่ายพรางแสงสีดำ.	21
3.7	ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet.	21
3.8	ตาข่ายพรางแสง Aluminet.	21
3.9	แสดงตัวอย่างแผนผังการปลูกผักสลัดภายใต้ตำรับการทดลอง 4 ตำรับ จำนวน 3 ซ้ำ.	23
3.10	แสดงการวางระบบระบบการปลูกพืชแบบ Nutrient film technique (NFT).	25
3.11	แสดงรางอนุบาลสำหรับเพาะกล้า.	25
4.1	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก.	29
4.2	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก.	33
4.3	แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ยของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก.	37
4.4	แสดงการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก.	44
4.5	แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความเข้มแสงในรอบ 2 วัน จากเครื่อง Data logger.	49
4.6	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยใต้ตาข่ายพรางแสงทั้ง 7 รอบปลูก.	49
4.7	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในผักสลัดทั้ง 3 รอบปลูก.	52
4.8	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในแต่ละฤดูในผักสลัด 2 ชนิด.	52
ข.1	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 1.	64
ข.2	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 2	64
ข.3	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 3.	65
ข.4	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 4.	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ข.5	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 5.....	66
ข.6	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 6.....	66
ข.7	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 7.....	67
ข.8	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 1.....	67
ข.9	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 2.....	68
ข.10	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 3.....	68
ข.11	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 4.....	69
ข.12	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 5.....	69
ข.13	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 6.....	70
ข.14	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 7.....	70
ข.15	แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 1.....	71
ข.16	แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 2.....	71
ข.17	แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 3.....	72
ข.18	แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 4.....	72
ข.19	แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 5.....	73
ข.20	แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 6.....	73
ข.21	แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 7.....	74
ข.22	แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 1.....	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ข.23	แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 2.....	75
ข.24	แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 3.....	75
ข.25	แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 4.....	76
ข.26	แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 5.....	76
ข.27	แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 6.....	77
ข.28	แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 7.....	77
ข.29	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 1...	78
ข.30	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 1...	78
ข.31	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 2...	79
ข.32	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 2...	79
ข.33	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 3...	80
ข.34	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 3...	80
ข.35	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 4...	81
ข.36	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 2...	81
ข.37	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 5...	82
ข.38	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 5...	82
ข.39	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 6...	83
ข.40	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 6...	83
ข.41	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 7...	84
ข.42	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 7...	84
ข.43	แสดงแสดงเปอร์เซ็นต์การพรางแสงของตาข่ายพรางแสงแต่ละชนิด.....	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ข.44	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 1.....	85
ข.45	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 2.....	86
ข.46	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 3.....	86
ข.47	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 4.....	87
ข.48	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 5.....	87
ข.49	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 6.....	88
ข.50	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 7.....	88
ข.51	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 1.	89
ข.52	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 2.	89
ข.53	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 3.	90
ข.54	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 4.	90
ข.55	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 5.	91
ข.56	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 6.	91
ข.57	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 7.	92
ข.58	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 1.....	92
ข.59	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 2.....	93
ข.66	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 3.....	93
ข.67	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 4.....	94
ข.68	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 5.....	94
ข.69	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 6.....	95
ข.70	แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 7.....	95
ข.71	แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 4.....	96
ข.72	แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 5.....	96
ข.73	แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 6.....	97
ข.74	แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 7.....	97
ค.1	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 2.....	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ค.2	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 5.....	99
ค.3	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 6.....	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในประเทศไทยมีผู้ให้ความสนใจระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponic) ในเชิงการค้ามากขึ้น เนื่องจากสามารถ เพิ่มคุณภาพและราคาผลผลิตได้ การปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่กำลังเป็นที่นิยมในประเทศไทยคือ ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ซึ่งเป็นระบบที่รากแช่อยู่ในสารละลายที่ไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ โดยให้สารละลายระบบหมุนเวียน (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ผักสลัดที่นิยมปลูกได้แก่ ตระกูลผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจึงเป็นแนวทางเลือกใหม่ของการเกษตรไทย

แสงแดดเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าพืชได้รับแสงแดดที่ไม่เหมาะสมก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ผักสลัดที่ได้รับแสงมากเกินไปจะเหี่ยว แต่ถ้าได้รับแสงน้อยเกินไปผักจะยืด การเจริญเติบโตลดลง ใบผักบางและฉีกขาดได้ง่าย ผักสีแดงจะไม่ค่อยแดง อุณหภูมิก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อผักสลัด โดยผักสลัดจะเจริญเติบโตได้ดีในอากาศเย็น สำหรับปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของการปลูกพืชในระบบ NFT ของประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนคือ การสะสมอุณหภูมิของสารละลายในช่วงกลางวัน ซึ่งมีผลทำให้การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงจนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ทำให้พืชแสดงอาการเหี่ยวและมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก ทำให้รากมีสีน้ำตาล นอกจากนี้ยังลดความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหารของราก (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) การพ่นน้ำให้เป็นละอองเป็นฝอย (สเปรย์น้ำ) เหนือรางปลูกเป็นวิธีหนึ่งที่ลดอุณหภูมิได้มาก ซึ่งนิยมนำมาใช้กับระบบ NFT (ดิเรก ทองอร่าม. 2547) นอกจากนี้พืชที่ปลูกในเขตร้อนยังได้รับแสงที่มีความเข้มสูง ดังนั้นการปลูกพืชในที่กลางแจ้งจึงต้องมีการพรางแสงเพื่อลดความเข้มแสงและอุณหภูมิ (ขนิษฐา พงษ์ปรีชา. 2549) การพรางแสงมีผลทำให้การเจริญเติบโตของผักสลัดดีขึ้น แต่ไม่ควรพรางแสงมากเกินไป เนื่องจากในสภาวะที่แสงต่ำเกินไปจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงและมีผลให้ปริมาณการสะสมไนเตรทที่ใบมาก (กิตติ บุญเลิศนิรันดร์. 2547 ; Gent. 2003) ซึ่งมีรายงานเกี่ยวกับการสะสมไนเตรทในผักสลัดทั่วโลก (มนัชญา รัตนโชติ. 2546 ; Schonbeck. 1988 ; Moramoto. 1999) ผักสลัดที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีการสะสมไนเตรทมากกว่าผักสลัดที่ปลูกในดิน (Schonbeck. 1988) เนื่องจากรากพืชจะแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรงตลอดเวลาส่งผลให้รากพืชดูดธาตุอาหารต่างๆ รวมทั้งไนโตรเจนในสารละลายที่อยู่ในรูปไนเตรทขึ้นมามากเกินกว่าที่พืชจะนำไปใช้ได้ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากสารละลายมีปริมาณความเข้มที่มากเกินไปหรือการจัดการสภาพแวดล้อมในการปลูกไม่ดี จะก่อให้เกิดปัญหาการสะสมไนเตรท (Burt. 1993) ซึ่งการบริโภคผักที่มีไนเตรทสูงจะมีผลต่อสุขภาพ เนื่องจากไนเตรทถูกเปลี่ยนไปเป็นไนไตรต์และอาจเปลี่ยนไปเป็นสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งทำให้เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคในระยะยาวได้ (ยงยุทธ โอสถสภา. 2545) จากเหตุผลดังกล่าวจึงควรให้ความสนใจเกี่ยวกับปริมาณไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้ตาข่ายพรางแสงเพื่อลดระดับความเข้มแสงลง ซึ่งตาข่ายพรางแสงทั่วไปจะมีสีดำ สีของตาข่ายพรางแสงจะสามารถเปลี่ยนสีของแสงที่ผ่านไปยังรางปลูกพืชได้ ดังนั้นการพรางแสงโดยใช้ตาข่ายพรางแสงสีต่างๆ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันไป (ชาติประชา สอนกลิ่น. 2549) การเลือกตาข่ายพรางแสงที่เหมาะสมในการปลูกผักสลัดจึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีตาข่ายพรางแสงที่ใช้กันหลายชนิด ซึ่งทำจากวัสดุต่างกัน มีสีและราคาต่างกัน แต่ไม่มีข้อมูลการทดลองที่เด่นชัดถึงข้อดีข้อเสียของตาข่ายพรางแสงแต่ละชนิด ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบชนิดของตาข่ายพรางแสงที่มีใช้ในประเทศไทย ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกในระบบ NFT เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้แก่เกษตรกรในการพัฒนาการปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความแตกต่างของชนิดตาข่ายพรางแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) ที่ปลูกในระบบ NFT

1.3 ขอบเขตในการวิจัย

ทำการทดลองปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ NFT โดยใช้ตาข่ายพรางแสง 50 % 3 ชนิด คือ ตาข่ายพรางแสงสีดำ ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet ตาข่ายพรางแสง Aluminet และไม่ใช้ตาข่ายพรางแสง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มี 4 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ทำการปลูก 7 รอบปลูก เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต และปริมาณไนเตรทของผักสลัด สถานที่ทดลอง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยดำเนินการทดลองระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics)

2.1.1 ประวัติและความเป็นมา

การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (hydroponics) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก 2 คำ คือคำว่า hydro ซึ่งแปลว่าน้ำ และคำว่า ponos แปลว่าทำงานหรือแรงงาน เมื่อรวมกันจึงมีความหมายว่าการทำงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (Gerrick.1929) ในปี ค.ศ. 1860-1865 นักวิทยาศาตร์ชื่อ Sachs และ Knop นับเป็นผู้เริ่มปลูกพืชด้วยวิธีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินตามหลักการทางวิทยาศาตร์สมัยใหม่ โดยการปลูกพืชด้วยสารละลายเกลืออนินทรีย์ต่างๆ ซึ่งให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม กัมมะถัน แคลเซียม และเหล็ก ภายหลังมีการพัฒนาสูตรธาตุอาหารพืชเรื่อยมาจนถึง ค.ศ. 1920-1930 Dr. William F. Gericke แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอเนียประสบความสำเร็จในการปลูกมะเขือเทศในสารละลายธาตุอาหาร โดยพืชมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์และให้ผลผลิตเร็ว นับเป็นจุดเริ่มต้นของการนำเทคนิคการปลูกพืชโดยวิธีนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อปลูกเป็นการค้า และได้รับยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ต่อมาได้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการและส่วนประกอบในสารละลายเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน (ดิเรก ทองอร่าม. 2547 ; กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549 ; อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550)

2.1.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

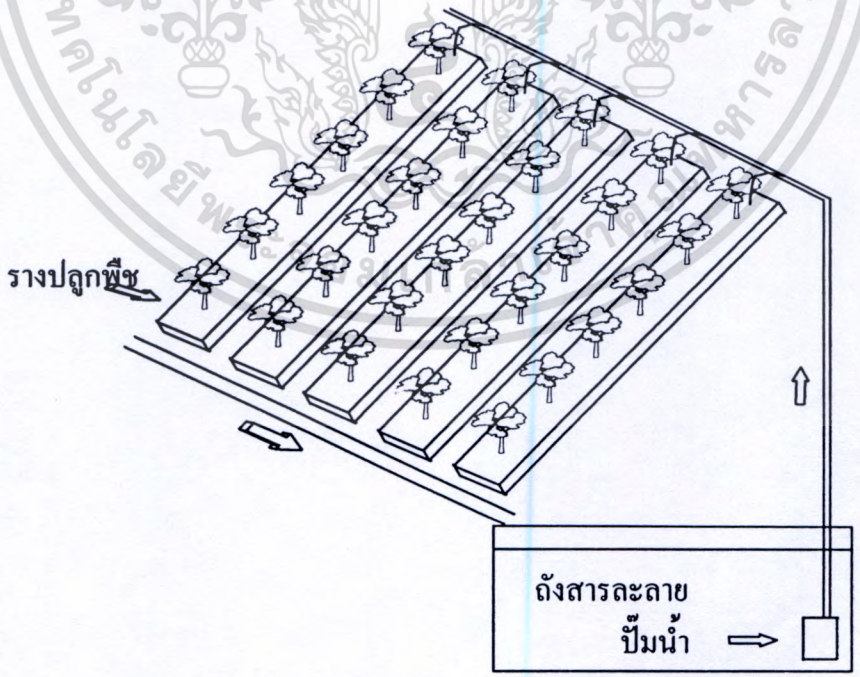
การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน หมายถึงการปลูกพืชในตัวกลางที่ไม่ใช่ดิน แต่ใช้วัสดุอื่นมาแทนดิน เช่น กรวด ทราย เปลือกไม้ ขี้เลื่อย เส้นใยสังเคราะห์ ปุ๋ยหมัก ใยมะพร้าว หรือปลูกในสารละลาย เพื่อให้สารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการและอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีจากทางรากพืช โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรงตลอดเวลา ซึ่งระบบการปลูกพืชแบบนี้ สามารถเพิ่มคุณภาพและราคาผลผลิตได้ ช่วยลดและควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีการใช้ปุ๋ยและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถควบคุมปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี พืชเจริญเติบโตได้เร็ว ประหยัดเวลาเตรียมดินทำให้สามารถปลูกได้อย่างต่อเนื่อง ปลูกพืชในที่ที่ดินไม่เหมาะสมแก่การปลูกพืช ในพื้นที่จำกัด ทุกฤดูกาลและทุกสภาพอากาศ ไม่สิ้นเปลืองแรงงาน ประหยัดเวลา การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในปัจจุบันเป็นที่แพร่หลายและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลก มีการนำมาใช้เพื่อการผลิตพืชทางการค้าในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ อิสราเอล ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น เป็นต้น ซึ่งระบบที่นิยมปลูกเป็นการค้า คือ ระบบ Nutrient film technique (NFT) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dynamic root floating technique (DRFT) และการปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate culture) (ดิเรก ทองอร่าม. 2547 ; อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550 ; Douglas. 1988 ; Schwarz. 1995)

2.1.3 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ NFT

การปลูกพืชในระบบ NFT ปัจจุบันเป็นระบบที่ได้รับการนิยมปลูกผักสลัดในประเทศไทย การปลูกระบบนี้จะเป็นการปลูกพืชโดยที่รากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารพืชจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) ในรางปลูกผักขนาดมาตรฐานกว้าง 10 ซม. สูง 5 ซม. รางทำจากพลาสติกสองหน้าขาวและดำ หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จ หรือทำจากโฟมขึ้นรูปเป็นรางติดกัน 3-5 ราง ต่อกันตามแนวยาวและบุภายในด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่องและเวียนกลับมายังถังสารละลาย ดังแสดงในภาพที่ 2.1 อัตราการไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที/ราง ระบบนี้จะเหมาะกับการปลูกผักสลัด ซึ่งไม่เหมาะสมกับการปลูกผักไทย เนื่องจากระยะปลูกห่างผักจะล้มง่าย ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง แต่เป็นระบบที่มีการจัดการที่ง่าย ข้อดีของระบบ NFT คือ ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำ เนื่องจากมีการให้น้ำอย่างต่อเนื่อง ระบบไม่ยุ่งยาก สามารถควบคุมชนิดและปริมาณธาตุอาหารตามที่พืชต้องการ เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด สามารถปลูกได้อย่างต่อเนื่อง เก็บเกี่ยวเร็ว สามารถเพาะผักรุ่นใหม่เพื่อเตรียมปลูกก่อนเก็บเกี่ยวรุ่นก่อน เมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จสามารถย้ายปลูกได้ทันทีเป็นการประหยัดแรงงาน (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550)



ภาพที่ 2.1 ระบบการปลูกพืชแบบ Nutrient film technique (NFT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผักสลัด

ผักสลัดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae (Compositae) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปยุโรปและเอเชีย ปลูกกันมานานไม่ต่ำกว่า 2,500 ปี (Thompson. 1949) นิยมปลูกกันมากในระบบปลูกแบบไม่ใช้ดิน เนื่องจากผักสลัดที่ได้จากระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินจะสะอาด นอกจากนี้ผักสลัดยังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องของสุขภาพ และผักสลัดยังเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีคุณค่าทั้งวิตามินและเกลือแร่ เช่น เบต้าคาโรทีน วิตามินซี เป็นต้น ซึ่งผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นผักสดและใช้จัดแต่งอาหารให้มีสีสันสวยงาม ความต้องการของผู้บริโภคมีตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงเทศกาลต่างๆ และยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต จึงนับได้ว่าผักสลัดเป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง (สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538 ; อนุรักษ์ พ่วงพล. 2542 ; กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550)

- ราก เป็นระบบรากแก้วที่แข็งแรงอวบอ้วน และเจริญอย่างรวดเร็ว รากแก้วสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้ถึง 5 ฟุต หรือมากกว่าแต่รากแก้วจะเสียหายในขณะที่ย้ายปลูก ดังนั้นรากที่เหลือจะเป็นรากแขนง ซึ่งแผ่กระจายอยู่ใต้ผิวดินประมาณ 1-2 ฟุต โดยปริมาณของรากจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนาแน่น ไม่ค่อยแพร่ออกไปมากนัก

- ลำต้น ในระยะแรกมักจะมองไม่ค่อยเห็น เนื่องจากใบมักจะปกคลุมไว้ จะเห็นชัดก็ต่อเมื่อระยะแทงช่อดอก ลักษณะลำต้นผักสลัดจะตั้งตรง สูงชะลูดขึ้นจนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ลำต้นมีลักษณะอวบอ้วนและเป็นข้อสั้น แต่ละข้อจะเป็นที่เกิดของใบ

- ใบ แตกออกมาจากลำต้นโดยรอบ สีใบมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวปนเหลือง จนถึงสีเขียวแก่ บางพันธุ์มีสีแดงหรือน้ำตาลปนอยู่ ทำให้มีสีแดง บรอนซ์ หรือน้ำตาลปนเขียว พันธุ์ที่ห่อเป็นหัวจะมีใบหนา เนื้อใบอ่อนนุ่ม ใบจะห่อหัวอัดกันแน่นคล้ายกะหล่ำปลี ใบที่ห่ออยู่ข้างในจะเป็นมัน บางชนิดมีใบม้วนงอเปราะมีเส้นใบเห็นได้ชัด ขอบใบมีลักษณะเป็นหยัก ขนาดและรูปร่างของใบจะแตกต่างกันตามชนิด

- ดอกและช่อดอก มีลักษณะเป็นช่อแบบที่เรียกว่า Panicle ประกอบด้วยกลุ่มของดอกที่อยู่เป็นกระจุกตรงยอด แต่ละกระจุกประกอบด้วยดอกย่อย 15-25 ดอกหรือมากกว่า ก้านช่อดอกจะยาวประมาณ 2 ฟุต ช่อดอกอันแรกจะเกิดที่ยอดอ่อน จากนั้นจะเกิดช่อดอกข้างตรงมุมใบขึ้นภายหลัง ช่อดอกที่เกิดจากส่วนยอดโดยตรงจะมีอายุมากที่สุด ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลือง ตรงโคนเชื่อมติดกัน รังไข่มี 1 ห้อง เกสรตัวเมียมี 1 อัน มีลักษณะเป็น 2 แฉก เกสรตัวผู้ 5 อัน รวมกันเป็นยอดยาวห่อหุ้มก้านเกสรตัวเมียและยอดเกสรตัวเมียไว้

- เมล็ด เป็นชนิดเมล็ดเดียว (achene) ซึ่งเจริญมาจากรังไข่อันเดียว เมล็ดจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เปลือกเมล็ดจะไม่แตกเมื่อเมล็ดแห้ง เมล็ดมีลักษณะแบนยาว หัวท้ายแหลมเป็นรูปหอก มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นเล็กๆ ลาดยาวไปตามด้านยาวของเมล็ดที่ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด เมล็ดมีสีเทาปนครีมความยาวของเมล็ดประมาณ 4 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร

ผักสลัดที่นิยมปลูกเป็นการค้าในระบบ NFT และเป็นที่ต้องการของตลาดในปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 6 ชนิดซึ่งเป็นสายพันธุ์จากต่างประเทศ ได้แก่ butterhead, cos, frillice, green oak, red oak และ red coral นอกจากนี้ยังมีพวก Herb อีก 2 ชนิดคือ Rocket และ Mizuna ผักสลัดจะเจริญเติบโตได้ดีในฤดูหนาวทำให้ผักล้นตลาด การปลูกผักสลัดในฤดูร้อนและฤดูฝนจะเจริญเติบโตไม่ดี ส่งผลให้ผักสลัดขาดตลาดในฤดูดังกล่าว (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะต้นและใบ ได้เป็น 3 ประเภทดังนี้ (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550)

2.2.1 ผักสลัดห่อ (Head lettuce)

ลักษณะใบห่อเป็นหัว ซึ่งเกิดจากการที่ใบเรียงซ้อนกันหนามาก ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1) ชนิดห่อหัวแน่น (Crisp head) ลักษณะใบบาง กรอบ เปราะง่าย เห็นเส้นกลางใบชัดเจน ใบห่อเป็นหัวแน่นแข็งคล้ายกะหล่ำปลี เป็นชนิดที่นิยมกันมากในทางการค้าเพราะสามารถขนส่งได้สะดวก ผักสลัดชนิดนี้ ได้แก่ พันธุ์ เกรทเลค (Great lake), นิวยอร์ค (New york), อิมพีเรียล (Imperial), โปรกรีสส์ (Progress) เป็นต้น

2) ชนิดห่อหัวไม่แน่น (Butter head) ลักษณะห่อเป็นหัวหลวม ใบจะอ่อนนุ่มและผิวใบมัน ใบไม่กรอบเหมือนชนิดห่อหัวแน่น สีเหลืองอ่อนคล้ายเนย เป็นผักสลัดที่ชอบอากาศหนาวเย็น ไม่ทนทานต่ออากาศร้อน แต่อายุการเก็บเกี่ยวจะเร็วกว่าชนิดห่อหัวแน่น พันธุ์ที่นิยมได้แก่ พันธุ์บิ๊กบอสตัน (Big Boston), ไวท์ บอสตัน (White Boston) เป็นต้น

3) ชนิดห่อหัวหลวมค่อนข้างยาว เป็นผักสลัดชนิดที่ใบห่อเป็นรูปกลมยาวหรือรูปกรวย ลักษณะหัวคล้ายผักกาดขาวปลี ใบมีลักษณะยาวและแคบ ใบแข็ง นิยมกันมากในทวีปยุโรป แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ พันธุ์ที่มีหัวขนาดใหญ่ เช่น พันธุ์ปารีส ไวท์ (Paris White), ไวท์ ฮีท (White Heart) และพันธุ์ที่มีหัวขนาดเล็ก เช่น พันธุ์ ลิทเติ้ล เจม (Little Gem)

2.2.2 ผักสลัดใบ (Leaf lettuce)

เป็นผักสลัดที่ใบไม่ห่อเป็นหัว ซึ่งเป็นที่นิยมปลูกและบริโภคกันมากกว่าผักสลัดชนิดอื่น ผักสลัดประเภทนี้ใบจะกว้างใหญ่และหยิกเจริญเติบโตทางด้านบนและด้านข้าง ไม่ห่อเป็นหัว ต้นเป็นพุ่มเตี้ย ผักสลัดใบจะทนต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าประเภทอื่นๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) ชนิดที่มีสีเขียวทั้งต้น ได้แก่ พันธุ์ Grand Rapids, Simpson's Curled, Boston Curled และ Slobott เป็นต้น

2) ชนิดที่มีสีน้ำตาลทั้งต้น ได้แก่ พันธุ์ Prize Head เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ผักสลัดหอมต้น (Stem lettuce)

เป็นผักสลัดที่ปลูกเพื่อใช้ลำต้นรับประทานเท่านั้น มีลักษณะลำต้นอวบ ลำต้นสูง ใบจะเกิดขึ้นต่อๆ กันไปจนถึงยอดหรือช่อดอก ใบจะมีลักษณะคล้ายผักสลัดใบ แต่ใบจะเล็ก หนาและสีเข้มกว่า มีทั้งชนิดกลมและยาว ไม่ห่อหัว โดยทั่วไปไม่ค่อยนิยมปลูกกัน ได้แก่ พันธุ์ Celtuce

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด

2.3.1 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบของผักสลัด เพราะแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน แสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400-700 นาโนเมตร คลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุในการสังเคราะห์จะดูดแสงที่ 600 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงของแสงสีแดง และ 430 นาโนเมตรซึ่งเป็นช่วงของแสงสีน้ำเงิน (ทัศน์วิไล วัฒนายน. 2548) คุณสมบัติของแสง 3 ประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ความยาวคลื่น ความเข้มแสง และระยะเวลาที่พืชได้รับแสง (Lo´pez Cruz *et al.* 2003) คุณสมบัติที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมากที่สุดคือ ความเข้มแสง ถ้ามากหรือน้อยเกินไป จะมีผลในการลดการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตน้อยลง สำหรับการปลูกพืชในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนได้รับแสงที่มีความเข้มสูง การปลูกพืชกลางแจ้งจึงต้องมีการพรางแสงเพื่อลดความเข้มแสง นอกจากนี้แสงยังสัมพันธ์กับอุณหภูมิคือ เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นอุณหภูมิก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย (ขนิษฐา พงษ์ปรีชา. 2549) โดยถ้าช่วงแสงยาวและอุณหภูมิสูงจะทำให้ช่อดอกเจริญเร็ว ผักมีรสชาติขม ปลายใบไหม้ ซึ่งเป็นอาการที่เกิดจากการขาดแคลเซียม ทำให้ผลผลิตคุณภาพต่ำลง (Schwarz. 1995 ; Jones. 1997) ในประเทศไทยถ้าปลูกผักสลัดในฤดูร้อนซึ่งมีความเข้มแสงและอุณหภูมิสูง มีผลให้ใบชะงักการเจริญเติบโตทำให้ใบสั้น นอกจากนี้แสงยังมีส่งผลให้อุณหภูมิในโรงเรือนสูงขึ้น (สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538 ; กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550) แต่จากการทดลองปลูกผักคะน้าโดยให้ได้รับความเข้มแสงลดลง มีผลให้ความสูงของลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณโคนต้น พื้นที่ใบต่อต้นสูงขึ้น และส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มสูงขึ้น (วิรัตน์ ภูวิวัฒน์. 2542)

2.3.2 อุณหภูมิ

ผักสลัดเป็นพืชที่ต้องการแสงมากแต่ต้องการอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 18-26 °C ในบริเวณเขตหนาวสามารถปลูกผักสลัดได้ดี โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ราก (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549 ; Van Der Boon *et al.* 1990) ส่วนในเขตร้อนอุณหภูมิสูงจะทำให้อัตราการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชสูงขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ ถ้าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงกว่า 40 °C อัตราการดูดกลับช้าลง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำลายเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการดูดธาตุอาหารและไปยับยั้งการหายใจ (นงนุช วงศ์สินชวน. 2532) นอกจากนี้ยังส่งผลให้มีปัญหาการละลายตัวของออกซิเจน (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดคือ 15-25 °C ในเวลากลางวัน และ5-10 °C ในเวลากลางคืน สำหรับอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืชควรอยู่ระหว่าง 18-22 °C (ดิเรก ทองอร่าม. 2547) จากการทดลองพบว่าการปลูกผักสลัดในฤดูร้อน การเจริญเติบโตจะชะลอลงในสัปดาห์ที่ 5 ของการปลูก แต่ในฤดูหนาวสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง (วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546) และจากการทดลองเปรียบเทียบการปลูกผักสลัดในโรงเรือนเปิดและโรงเรือนปิด พบว่าการเจริญเติบโตของผักสลัดในโรงเรือนปิดที่มีอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยต่ำกว่า จะมีการเจริญเติบโตของจำนวนใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ดีกว่าที่ปลูกในโรงเรือนเปิดที่มีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงกว่า (ธีรศักดิ์ พงษาอุทิน. 2547)

2.3.3 สารละลายธาตุอาหารพืช

เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพราะเป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารแก่พืชในการเจริญเติบโต สารละลายธาตุอาหารพืชที่มีชนิดและปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ไม่เป็นพิษแก่พืช และมีสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารที่เหมาะสมจะไม่ส่งผลให้เกิดการแข่งขันในการดูดใช้ธาตุอาหารประจุเดียวกันในพืช (ดิเรก ทองอร่าม. 2547 ; อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช ถ้าค่า EC สูง แสดงว่าสารละลายธาตุอาหารพืชมีความเข้มข้นสูง พืชแต่ละชนิดต้องการค่า EC ที่ต่างกัน เช่น ผักสลัดต้องการ EC ตั้งแต่ 0.8-2.8 mS/cm และต้องทำการปรับค่า EC รวมถึงถ่ายสารละลายธาตุอาหารพืชตามความเหมาะสม (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550)

2.3.4 ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บเกี่ยวของผักสลัดประมาณ 40-50 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ หลังจากหว่านเมล็ดลงแปลง การเก็บควรเลือกเก็บขณะที่ใบยังอ่อน กรอบ ไม่เหนียวกระด้าง ห่อหัวแน่นไม่หลวม รูปร่างค่อนข้างกลมแบน ไม่ควรเก็บขณะต้นแก่เพราะผักจะมีรสขม ยืดตัวไปทางตั้ง และแทงช่อดอก ทำให้เสียคุณภาพ วิธีการเก็บเกี่ยวโดยใช้มีดตัดตรงโคนต้น แล้วตัดแต่งใบเสียทิ้งไป ชุบน้ำเพื่อล้างยางสีขาวออก และสลัดน้ำออกให้หมด นอกจากนี้ควรเก็บในเวลาเย็นและฝนไม่ตก เพราะถ้าเก็บในขณะฝนตกหรือน้ำขังอยู่ตามใบจะทำให้ผักสลัดเน่าเสียได้ง่าย (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ออกซิเจน

รากพืชที่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอจะมีลักษณะยาว มีสีขาวและมีรากฝอยมาก แต่ถ้ารากพืชได้รับออกซิเจนน้อยจะทำให้การดูดแร่ธาตุลดลง รากเจริญเติบโตไม่ดีและมีรากน้อย (นงนุช วงศ์สินชวน. 2532 ; ดิเรก ทองอร่าม. 2547)

2.3.6 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ช่วง pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 5.5-6.0 (มนูญ ศิรินุพงศ์. 2544) การจัดการค่า pH ในสารละลายธาตุอาหารพืชเป็นสิ่งสำคัญในการปลูกผักในระบบ NFT ถ้าไม่สามารถควบคุมค่า pH ให้อยู่ในช่วง 5.8-6.2 ผักสลัดก็จะเจริญเติบได้ไม่ดี ถ้า pH ต่ำหรือสูงเกินไปธาตุอาหารบางธาตุจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ส่งผลให้พืชขาดธาตุนั้น อาการที่พบเสมอเมื่อค่า pH สูงเกินไปคือใบเหลือง เนื่องจากขาดธาตุเหล็ก หลังจากปลูกไปแล้วต้องปรับค่า pH ในสารละลายธาตุอาหารพืชให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม โดยปรับด้วย กรดไนตริกหรือกรดฟอสฟอริก ซึ่งปัญหาการควบคุม pH เป็นปัญหาที่พบบ่อยมากในการปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550)

2.4 ปัญหาเกี่ยวกับการสะสมอุณหภูมิของสารละลายในระบบ NFT

ปัญหาที่สำคัญที่สุดของการปลูกพืชในระบบ NFT โดยเฉพาะในแถบร้อนคือ การสะสมอุณหภูมิของสารละลายในช่วงกลางวัน ซึ่งจะพบมากที่สุดในช่วงหน้าร้อน เนื่องจากอุณหภูมิกลางวันอาจสูงถึง 38 °C มีผลทำให้การละลายตัวของออกซิเจนลดลงการหายใจของรากจะมีปัญหา รากจะอ่อนแอ ดูดธาตุอาหารและน้ำได้น้อย และโรคพืชเข้าทำลายได้ง่ายโดยเฉพาะ Phytium ซึ่งอาการที่แสดงออกคือ พืชจะเหี่ยว ถ้าอาการรุนแรงรากจะเป็นสีน้ำตาล ถ้ามากขึ้นรากจะเป็นสีดำ ขาดออกจากต้น มีกลิ่นเหม็น และพืชจะตายในที่สุด นอกจากนี้จะมีการลุกลามไปต้นข้างเคียงอย่างรวดเร็ว และจะลามไปทั้งระบบปลูก ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ปลูกในระบบ NFT ประกอบด้วย (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550)

- อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่สำคัญ การละลายของออกซิเจนจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เช่น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25 °C เป็น 30 °C จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในสารละลายลดลงจาก 8.25 ppm เหลือเพียง 7.51 ppm การปลูกพืชในระบบ NFT โดยให้น้ำไหลผ่านรากบางๆ ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะมีประมาณ 40-50% แต่เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 37 °C ปริมาณออกซิเจนจะเหลือเพียง 30-40% ซึ่งเป็นผลให้พืชชะงักการเจริญเติบโต (นิพนธ์ ไชยมงคล. 2550)
- ชนิดของพืช เช่น รากแตงกวาต้องการออกซิเจนมากกว่ารากมะเขือเทศประมาณ 2 เท่า
- ความเข้มแสง เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นการระเหยน้ำจะมากตามไปด้วยมีผลให้กิจกรรมของรากเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีความต้องการออกซิเจนมากขึ้น และแสงยังมีผลต่ออุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความหนาของสารละลายในราง NFT ยิ่งสารละลายมีความหนาเพิ่มขึ้นการละลายตัวของออกซิเจนจากอากาศลงในสารละลายจะน้อย ดังนั้นสารละลายในรางไม่ควรหนาเกิน 3 มม. คือจะต้องมีส่วนของรากอยู่พ้นผิวน้ำ

- ความยาวราง รางยิ่งยาวความแตกต่างของออกซิเจนระหว่างต้นราง และปลายรางยิ่งมากขึ้น

- ความลาดเอียงของราง รางมีความลาดเอียงมากขึ้น การละลายตัวของออกซิเจนจะสูงเนื่อง จากความหนาของสารละลายบางลง

วิธีที่จะปลูกผักสลัดในหน้าร้อนได้ต้องลดอุณหภูมิบริเวณปลูกพืช โดยการพรางแสงและพ่นน้ำให้ละอองเป็นฝอย (สเปรย์น้ำ) ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิขณะพ่นฝอย และอุณหภูมิของสารละลายได้ 3-5 °C หลักการพ่นน้ำต้องพ่นให้เป็นละอองน้ำเล็กที่สุด เนื่องจากจะลดอุณหภูมิได้มากที่สุด ไม่ควรพ่นน้ำต่อเนื่องตลอดเวลาเพราะจะสิ้นเปลือง และทำให้ใบพืชเปียกตลอดเวลาทำให้เกิดการระบาดของเชื้อที่ใบ ควรมีระบบตั้งเวลาและควบคุมอุณหภูมิ (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ซึ่งการสเปรย์น้ำนิยมนำมาใช้กับการปลูกผักสลัดในระบบ NFT (ดิเรก ทองอร่าม. 2547)

2.5 ตาข่ายพรางแสง

การพรางแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปลูกผักในระบบ NFT วัสดุที่นิยมใช้พรางแสงคือตาข่ายพรางแสง ซึ่งใช้ลดความร้อนหรือความแรงของแดด ข้อดีของการใช้ตาข่ายพรางแสงคือราคาถูกประหยัดโครงหลังคาและเสา ทำให้ต้นทุนการสร้างโรงเรือนลดลง สร้างได้รวดเร็วและรื้อถอนได้ง่าย เมื่อไม่ต้องการใช้หรือเมื่อต้องการเปลี่ยนใหม่ แสงแดดที่ผ่านตาข่ายพรางแสงลงมาจะเฉลี่ยเท่ากันทุกจุดของพื้นที่ ทำให้สามารถควบคุมความเข้มแสงแดดได้ถูกต้อง มีอายุการใช้งานนาน 5 ปีขึ้นไปทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพของตาข่ายพรางแสง ซึ่งในปัจจุบันมีหลายชนิด ทำจากวัสดุต่างกัน มีสีต่างกัน และราคาต่างกัน ตาข่ายพรางแสงสีดำที่มีขายอยู่ทั่วไป ราคาถูก มีเปอร์เซ็นต์การพรางแสงหลายอัตรา แต่แสงสีขาวจะผ่านได้น้อย ตาข่ายพรางแสงสีฟ้าจะทำให้แสงสีขาวส่องผ่านเข้าภายในโรงเรือนมากที่สุด ตาข่ายพรางแสงสีเขียว สามารถหาได้ทั่วไป แต่ไม่เหมาะกับการพรางแสงปลูกผัก เนื่องจากใบผักมีสีเขียว ผักจะดูดแสงสีอื่น และสะท้อนแสงสีเขียวออกมาเช่นเดียวกับตาข่ายพรางแสงซึ่งเป็นสีที่พืชไม่ต้องการ ตาข่ายพรางแสงสีเงินผลิตในประเทศไทยมีการสะท้อนแสงได้ดีกว่าสีดำ ตาข่ายพรางแสง Aluminet และ Red Cromatinet นำเข้าจากอิสราเอล จะมีการสะท้อนแสงได้ดีมาก แต่ราคาสูงมาก (ทัศน์วิไล วัฒนายน. 2548 ; อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ซึ่ง Red Cromatinet เป็นพลาสติกพรางแสงที่คลื่นแสงสีแดงสามารถลอดผ่านได้มากและแสงที่ผ่านจะมีการกระจายตัวของแสงได้ดี ทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ส่งเสริมการสร้างรากและลำต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้พืชออกดอกและเก็บผลผลิตเร็วขึ้น ส่วน Aluminet ผลิตจากวัตถุดิบคุณภาพสูงผสมอลูมิเนียม ป้องกันแสงแดดและลดความร้อนได้ดี แสงกระจายได้ทั่วถึง อีกทั้งยังสามารถคายความร้อนหรือพลังงานเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิ ทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูง (Polysack plastic industries ltd. 2007) ในขณะที่สีของตาข่ายพรางแสงสามารถเปลี่ยนสีของแสงที่ผ่านเข้ามาไปยังรางปลูกพืช ดังนั้นการใช้ตาข่ายพรางแสงสีต่างๆจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น สีฟ้าของตาข่ายมีผลต่อการยับยั้งฮอร์โมนของพืช และสีเหลืองของตาข่ายมีผลต่อการกระตุ้นฮอร์โมนของพืช (ชาติประชา สอนกลิ่น. 2549)

2.6 ไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.6.1 หน้าที่ของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของพืช (ยงยุทธ โอสถสภา. 2545)

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญ และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก โดยเป็นส่วนประกอบของโปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช กรดนิวคลีอิก และสาร ประกอบไนโตรเจนอื่นๆ พืชสามารถดูดใช้ในรูปแอมโมเนียมและไนเตรท สำหรับยูเรียแม้พืชสามารถดูดใช้ได้โดยตรงแต่มีอยู่ในธรรมชาติน้อย โดยสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือ

2.6.1.1 โปรตีน (protein)

ประกอบด้วยกรดอะมิโนเรียงกันอย่างมีแบบแผน ตั้งแต่ 50-100 หน่วย และเชื่อมด้วยพันธะเพ็บไทด์ เป็นองค์ประกอบของไซโทพลาสซึม เยื่อ และเอนไซม์

2.6.1.2 กรดอะมิโน

มีไนโตรเจนอยู่ที่หมู่อะมิโน (amino group) เป็นโครงสร้างของโปรตีนโดยต่อเรียงกันอย่างมีแบบแผน และอยู่อิสระในเซลล์

2.6.1.3 ฮอร์โมนพืช

ฮอร์โมนที่พืชสังเคราะห์ขึ้นเองและมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ คือออกซินและไซโทไคนิน

2.6.1.4 กรดนิวคลีอิก

มีอยู่ 2 ชนิดคือ ribo nucleic acid (RNA) ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และ deoxyribo nucleic acid (DNA) ทำหน้าที่เป็นศูนย์ข้อมูลพันธุกรรม

2.6.1.5 สารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ

เช่น อะดิโนซีนไตรฟอตเฟต (adenosine triphosphate, ATP) โคเอนไซม์

2.6.1.6 สารประกอบไนโตรเจนที่พืชสะสมหรือทำหน้าที่ปกป้องพืช

เช่น แอลคาลอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 แอมโมเนียม และไนเตรทต่อพืชที่ปลูกในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน

ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ใช้ในสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะมี 2 รูป คือ แอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) ถ้าพืชขาดธาตุอาหารในรูปไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ จะส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตลดลง รากและลำต้นไม่แข็งแรง และมีอาการใบเหลืองเป็นต้น (ยงยุทธ โอสถสภา. 2545) สำหรับสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จะนิยมให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีองค์ประกอบของไนเตรทเป็นหลัก ซึ่งส่วนมากจะมีปริมาณของไนเตรทอยู่ระหว่าง 80-100 % ของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด (ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ และคณะ. 2545) แม้ว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมพืชสามารถนำไปใช้สังเคราะห์กรดอะมิโนและอไมด์ได้ทันทีก็ตาม ซึ่งในรูปไนเตรทจะต้องผ่านกระบวนการรีดิวส์ให้กลายเป็นแอมโมเนียมก่อน (ยงยุทธ โอสถสภา. 2545) แต่เนื่องจากการให้ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของแอมโมเนียมมากเกินไปจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช (Schwarz. 1995 ; Jones. 1997) ส่งผลให้พืชดูดใช้ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมได้น้อยลง และอาจทำให้พืชขาดธาตุเหล่านี้ โดยเกิดอาการปลายใบอ่อนไหม้ (tip burn) ซึ่งเป็นอาการที่เกิดจากการขาดแคลเซียม (Jone. 1997) และทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต เกิดอาการคลอโรซิส (chlorosis) ที่ใบพืช และเป็นแผลที่ต้น นอกจากนี้จะทำคาร์โบไฮเดรตถูกใช้ในปริมาณที่มาก อาจเกิดการขาดคาร์โบไฮเดรต (ยงยุทธ โอสถสภา. 2545)

2.6.3 ไนเตรทกับการนำไปใช้ของพืช

ในดินที่มีการระบายอากาศดี มีความชื้น อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมอื่นๆที่เหมาะสม แอมโมเนียมจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไนไตรท์และไนเตรทตามลำดับ โดยกิจกรรมของพวกจุลินทรีย์ที่เรียกว่า กระบวนการ nitrification สารไนเตรทที่พืชดูดขึ้นไปส่วนใหญ่พืชนำไปใช้ในการสร้างสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด ส่วนที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้คือ ไนเตรทไอออนซึ่งจะสะสมอยู่ในเซลล์พืช หากสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการสะสมไนเตรท เช่น ในสภาพที่แสงน้อย อุณหภูมิสูงพืชจะดูดสารไนเตรทเข้าไปมาก พืชจะมีการกระตุ้นการสะสมไนเตรท เป็นการชดเชยแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ทดแทนความเข้มข้นของอินทรีย์สาร (คาร์โบไฮเดรต) ที่ลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการ สังเคราะห์แสงที่ลดลง (Seginer. 1998) ในขณะเดียวกัน ถ้าพืชสามารถเปลี่ยนไนเตรทเป็นสารอินทรีย์ (กรดอะมิโน) ได้น้อย จะลดเมตาบอลิซึ่มของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเทสที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสารไนเตรท เป็นผลให้เกิดการสะสมไนเตรทในพืชมากขึ้น (Maynard. *et al.* 1976) หากการรีดักชั่นของไนเตรทมาเป็นไนไตรท์เกิดช้ากว่าการรีดักชั่นของไนไตรท์ไปเป็นแอมโมเนียม จะทำให้ไนเตรทสะสมในพืช (กุลชลี งามจี้. 2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การสะสมไนเตรทในผัก

ในการปลูกผักโดยทั่วไปนั้น มักจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่มาก และต่อเนื่องเป็นเวลานานเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด ทำให้เกิดปัญหาการสะสมไนเตรทในส่วนต่างๆของพืช โดยเฉพาะพืชผักกินใบ เช่น ผักสลัด (Maynard. *et al.* 1976)

2.7.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรท

มีการศึกษาเพื่อหาปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้มีการสะสมไนเตรทในผักอย่างกว้างขวาง ในทวีปยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งในประเทศไทย พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในผัก ได้แก่ แสง อุณหภูมิ พันธุ์พืช อายุพืชและการให้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเทส ทำให้ไนเตรทตกค้าง และสะสมอยู่ในพืช (วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546 ; Schonbeck. 1988 ; Elia *et al.* 1998 ; Weimin *et al.* 1998 ; Brown *et al.* 1999 ; Muramoto. 1999) การปลูกผักสลัดในพีทโดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมจะมีปริมาณไนเตรทในใบเพียง 1 ใน 4 เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนเตรทเพียงอย่างเดียว (Scaife *et al.* 1986) การมีอินทรียวัตถุในดินสูงจะส่งเสริมการสะสมไนเตรทในพืช แต่การให้ระบบชลประทานให้แก่พืชพบว่า สามารถลดปริมาณไนเตรทที่สะสมในพืชได้ (Carter and Bosma. 1974) จากการทดลองปลูกผักสลัดโดยการเลือกใช้สารละลายธาตุอาหารพืชที่มีความเข้มข้นสูง มีแนวโน้มในการสะสมไนเตรทสูงกว่าการปลูกในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ (วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546) ผักที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหาร เช่น ผักโขม ผักคะน้าและผักสลัด มีปริมาณไนเตรทสะสมมากกว่าผักที่ใช้รากและหัวเป็นอาหาร เช่น แครอท หอมใหญ่ นอกจากนี้ส่วนต่างๆของพืช พบว่าก้านใบมีปริมาณไนเตรทมากที่สุด รวมถึงในพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ก็มีการสะสมไนเตรทที่ต่างกัน (Peck *et al.* 1971 ; Barker and Maynard. 1972) ซึ่งอาจเนื่องมาจากเอนไซม์สำคัญบางตัวที่ร่วมในขบวนการเปลี่ยนไนเตรทจนกลายเป็นโปรตีน และไนเตรทรีดักเทสในพืชแต่ละชนิด มีกิจกรรมต่างกัน (Keeney. 1970) จากผลการสำรวจปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผักสลัดที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งวางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าผักสลัดแต่ละชนิดและผักสลัดชนิดเดียวกันซึ่งปลูกในฤดูเดียวกันแต่ต่างผู้ผลิตจะมีปริมาณการสะสมไนเตรทต่างกัน (ธรรมศักดิ์ ทองเกตุและคณะ. 2545) นอกจากนี้ปริมาณไนเตรทในผักสลัดยังสัมพันธ์กับปริมาณน้ำกล่าวคือ สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น การขาดน้ำ อุณหภูมิสูง แสงแดดไม่เพียงพอ ส่งผลให้เกิดการสะสมไนเตรทได้ (Brown *et al.* 1999) สำหรับปัจจัยในเรื่องของแสงและอุณหภูมิ พบว่าในสภาพที่มีแสงแดดน้อยและอุณหภูมิสูงมีผลให้พืชนำปริมาณไนเตรทที่สะสมอยู่ในส่วนของต้นและใบไปใช้ได้ลดลง จึงทำให้เกิดการสะสม (วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546 ; Maynard and Barker. 1972) ซึ่งในฤดูหนาวที่มีแสงน้อย ผักสลัดจะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าในฤดูร้อน (Van der Boon *et al.* 1990) แต่จากการทดลองปลูกผักสลัดในโรงเรือนในประเทศไทย พบว่าผักสลัดที่ปลูกในฤดูฝนจะมีปริมาณการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะสมไนเตรทมากกว่าฤดูหนาวเพราะว่าในประเทศไทยปริมาณแสงในฤดูฝนมีน้อยกว่าฤดูหนาวทำให้กิจกรรมของไนเตรทรีดักเทสต่ำ ปริมาณการสะสมไนเตรทในพืชจึงมีมาก (ณัฐกร อินทรวิชะ. 2549) นอกจากนี้เมื่อเปลี่ยนเวลาเก็บเกี่ยวผักจากเช้าเป็นเที่ยงหรือเย็น พบว่าปริมาณไนเตรทในผักสลัดลดลงเนื่องจากเมื่อพืชได้รับแสงมากขึ้นจะเกิด กระบวนการ reduction และ assimilation มากขึ้น ทำให้ไนเตรทที่สะสมในผักลดน้อยลง (Amr and Hadidi. 2001) และมีรายงานว่าผักสลัดที่ปลูกในสภาวะที่มีความเข้มแสงน้อยจะทำให้ผักมีการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อใบสูง (Escobar *et al.* 2002) การเพิ่มความเข้มแสงหลังจากปลูกผักสลัดได้ 30 วัน สามารถช่วยให้ผักสลัดมีปริมาณไนเตรทสะสมลดลงได้ (Lo´pez Cruz *et al.* 2003) ปริมาณไนเตรทที่สะสมใน Butterhead ที่ปลูกในโรงเรือน จะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าในแปลงปลูกทั่วๆไป และปริมาณไนเตรทจะลดลงเมื่อปริมาณแสงเพิ่มขึ้น (Drew *et al.* 1996) การพรางแสงในการปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีผลต่อปริมาณไนเตรท ถ้าพรางแสงมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดการสะสมไนเตรทที่ใบมาก ดังนั้นควรมีการพรางแสงที่เหมาะสมเพื่อลดการสะสมไนเตรท เพิ่มความสูง และความกว้างทรงพุ่มของผัก (กิตติ บุญเลิศนิรันดร์. 2547 ; Carrasco and Burrage. 1992) อย่างไรก็ตามพบว่าสภาวะความเข้มแสงต่ำ และค่าการนำไฟฟ้าต่ำ (EC) อัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดจะช้า สภาวะความเข้มแสงสูงกว่า 10 เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน และค่า EC สูง อัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดจะเร็ว ส่วนสภาวะความเข้มแสงต่ำกว่า 10 เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน และค่า EC สูง ปริมาณการสะสมไนเตรทจะมาก แสดงว่าแสงและค่า EC มีผลต่อการสะสมไนเตรท และอัตราการเจริญเติบโตของผักสลัด (Gent. 2003) ในกระบวนการเจริญเติบโตของพืชเมื่อพืชได้รับไนเตรทจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นแอมโมเนียมและกรดอะมิโน (ดิเรก ทองอร่าม. 2547) ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีแสงแดดเข้ามาเกี่ยวข้องกล่าวคือ ถ้ามีแสงแดดจัดหรือความเข้มแสงมาก และชั่วโมงแสงที่ยาวนาน จะทำให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามปกติ ดังนั้นปัญหาการสะสมไนเตรทมักเกิดกับพืชที่พืชที่ได้รับการพรางแสง พืชที่ปลูกภายในโรงเรือนหรือที่มีแสงแดดน้อย ฟ้ามืดครึ้มติดต่อกันกัน 2-3 สัปดาห์ (กุลชลี งามจี้. 2525 ; Radojevic and Bashkin. 1999) สำหรับปัญหาการสะสมไนเตรทในผักในประเทศไทยนั้นไม่น่าจะมีหรือหากมีก็ไม่น่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เนื่องจากประเทศไทยไม่มีฤดูที่หนาวจัด จนมีหิมะหรือมีแสงแดดน้อย มีท้องฟ้ามืดครึ้มติดต่อกันนานเหมือนประเทศในเขตหนาว (ดิเรก ทองอร่าม. 2547)

2.7.2 ปริมาณไนเตรทในผักชนิดต่างๆ

ผักเป็นพืชทีมีการสะสมไนเตรทมากกว่าพืชชนิดอื่น เนื่องจากอายุเก็บเกี่ยวสั้น และต้องการปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปริมาณมากจึงจะเจริญเติบได้ดี (Maynard and Barker. 1972) การปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในฤดูหนาว ทางตะวันออกเฉียงเหนือของยุโรป พบว่ามีการสะสมไนเตรทได้มากกว่า 6,000 มก./กก.นน.สด (Van der Boon. 1990) ในประเทศบัลแกเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบปริมาณไนเตรทจำนวนมากที่สุดในผักจำพวกผักโขม หัวไชเท้า คื่นช่าย หัวบีท และผักสลัด (Yordanov *et al.* 2001) ซึ่งผักเหล่านี้ สามารถสะสมไนเตรทได้มากกว่า 2,500 มก./กก.นน.สด (Blom-Zandstra. 1989) ผลการศึกษาของประเทศกรีซ พบว่าผักที่มีไนเตรทสูงสุด ได้แก่ ผักโขม ผักชีฝรั่ง ผักสลัด หัวผักกาด หัวบีท turnip และ dill โดยมีปริมาณไนตรท 500 มก./กก.นน.สด ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่พบในยุโรปตะวันตกเฉียงเหนือ และค่ามาตรฐานที่ยุโรปกำหนด (Siomos and Dogras. 1999) ในเอเชียการวิจัยที่เมืองนานกิงประเทศจีน พบว่ามีการสะสมไนเตรทค่อนข้างสูงในผักบางชนิด เช่น ผักกาดหอมต้น (Stem lettuce) ขึ้นฉ่าย หัวผักกาด และPak-Choi (Weimin *et al.* 1998) ประเทศไทยมีการทดลองปลูกผักสลัดที่ระดับค่าการนำไฟฟ้า และองศ์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต่างกัน พบว่าบัตเตอร์เฮดมีการสะสมไนเตรทสูงสุดคือมีค่า 3,996 มก./กก.นน.สด (ณัฐกร อินทรวิชะ. 2549) รายงานผลการสำรวจปริมาณการสะสมไนเตรทในวอเตอร์เคลส (Nasturtium offcinate) ในระบบ Deep Flow Technique พบว่ามีค่าเฉลี่ยไนเตรทอยู่ในช่วง 748-1,222 มก./กก.นน.สด (มนัชญา รัตนโชติ. 2546)

2.7.3 ค่ามาตรฐานไนเตรทในผัก

เนื่องจากอุณหภูมิและแสงมีผลต่อการสะสมไนเตรทในผักทำให้มีค่ามาตรฐานที่แตกต่างกันในแต่ละฤดู และแต่ละประเทศ ในแต่ละประเทศต่างๆได้มีการกำหนดมาตรฐานปริมาณไนเตรทที่มีในผัก เพื่อป้องกันอันตรายที่จะมีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น ปวยเหล็ง (Spinach) สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ และรัสเซีย กำหนดไว้ที่ 3,600 3,000 และ2,100 มก./กก.นน.สด ตามลำดับ ส่วนผักที่รับประทานใบ เนเธอร์แลนด์และออสเตรียกำหนดไว้ที่ 4,500 และ3,000 มก./กก.นน.สด ตามลำดับ (ดิเรก ทองอร่าม. 2547) สหภาพยุโรป (European Economic Community) ได้กำหนดความเข้มข้นของไนเตรทในผักสลัดอยู่ในช่วง 2,500-4,500 มก./กก.นน.สด โดยผักสลัดที่ปลูกในฤดูหนาวและฤดูร้อน ต้องไม่เกิน 4,500 และ 3,500 มก./กก.นน.สด ตามลำดับ (Muramoto. 1999 ; Van der Schee and Speek. 2002 ; Gent. 2003) ค่ามาตรฐานความเข้มข้นของไนเตรทในผักสลัดของแต่ละประเทศแสดงในตาราง 1 คณะกรรมการวิทยาศาสตร์เพื่ออาหารของสหภาพยุโรป (European Commission Scientific Committee for Food)ได้กำหนดค่าทีผู้บริโภคสามารถบริโภคไนเตรทได้อย่างปลอดภัย (Acceptable Daily Intake หรือ ADI)อยู่ที่ 3.65 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักคนเป็นกิโลกรัม (ดิเรก ทองอร่าม. 2547)

2.7.4 อันตรายที่เกิดจากการสะสมไนเตรท

จากข้อมูลในยุโรปพบว่า 90 % ของไนเตรทที่ร่างกายได้รับมาจากการบริโภคผัก (Paviovic *et al.* 1998) การที่พืชได้รับไนเตรทในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้คุณภาพทางโภชนาการลดลง เนื่องจากไนเตรทสามารถถูกรีดิวส์กลายไปเป็นไนไตรต์ และอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารไนโตรซามีน (nitrosamine) ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ทำให้เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคในระยะยาวได้ (ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุทธ โอสถสภา. 2545) นอกจากนี้อาจส่งผลเสียกับสุขภาพโดยเฉพาะในเด็กทารก เนื่องจากแบคทีเรียในลำไส้จะเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรต์แล้วจะเข้าจับกับฮีโมโกลบินเป็นเมทฮีโมโกลบิน ซึ่งทำให้ความสามารถในการทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนในเซลล์เม็ดเลือดแดงเพื่อไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ลดลง ส่งผลให้เกิดโรคบลูเบบี้ (blue baby syndrome) หรืออาการเมทฮีโมโกลบินีเมีย (methemoglobinemia) และยังทำให้เกิดโรคแอนนิเมีย (anaemia) รวมทั้งทำให้ปริมาณวิตามิน A ที่ตับลดลง (ดิเรก ทองอร่าม. 2547 ; WHO. 1995 ; Cassens. 1997 ; Alaburda and Nishihara. 1998)

2.7.5 แนวทางการลดการสะสมไนเตรท

แนวทางการจัดการเพื่อลดการสะสมของไนเตรทในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ยงยุทธ โอสถสภา. 2545 ; ดิเรก ทองอร่าม. 2547)

1) ลดความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชลงเหลือ 1 ใน 4 ก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์
2) การให้พืชได้รับธาตุอาหารอื่นๆอย่างเพียงพอโดยเฉพาะโมลิบดีนั่มและกำมะถัน
3) การให้เกลือคลอไรด์แทนเกลือไนเตรท
4) การให้ไนโตรเจนแก่พืชในอัตราที่พอเหมาะ และไม่ให้เมื่อใกล้เก็บเกี่ยว
5) ให้พืชได้รับแสงเต็มที่ก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์
6) การให้น้ำเปล่าแทนสารละลายธาตุอาหารพืชก่อนเก็บเกี่ยว 1 วัน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในยุโรป สามารถลดการสะสมไนเตรทได้โดยลดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชลงเหลือ 1 ใน 3 ในญี่ปุ่นนิยมให้น้ำเปล่าแทนสารละลายธาตุอาหารพืชก่อนเก็บเกี่ยว 2 วัน (ดิเรก ทองอร่าม. 2549) จากการทดลองปลูกผักสลัดในสารละลายธาตุอาหารพืช 3 สูตร คือ เบลเยี่ยม ออสเตรเลีย เนเธอร์แลนด์ โดยงดสารละลายธาตุอาหารพืชก่อนการเก็บเกี่ยว 2 วัน พบว่าปริมาณไนเตรทในผักสลัดที่ปลูกในสารละลายสูตรเบลเยี่ยมลดลง 12 % สูตรออสเตรเลียลดลง 21 % แต่สูตรเนเธอร์แลนด์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ณัฐกร อินทรวิชะ. 2549) การให้ยูเรีย และกรดอะมิโน เช่น ไกลซีน (Glycine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) โพลีน (Proline) แทนไนเตรท 20 % ในสารละลายธาตุอาหารพืช ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 12 วัน พบว่าสามารถลดปริมาณไนเตรทตกค้างในใบและก้านใบของผักกาดขาว และผักสลัดที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งไกลซีนสามารถลดปริมาณไนเตรทตกค้างได้ดีที่สุด (Chen *et al.* 2002) การเปลี่ยนเวลาเก็บเกี่ยวผักจากเช้าเป็นบ่ายหรือเย็นเป็นวิธีการลดการสะสมไนเตรทอีกทาง ซึ่งสามารถลดปริมาณไนเตรทได้ 15-20 % เนื่องจากเมื่อพืชได้รับแสงมากขึ้นจะเกิด กระบวนการ reduction และ assimilation มากขึ้น ทำให้ไนเตรทที่สะสมในผักลดน้อยลง (Amr and Hadidi. 2001) นอกจากนี้ผู้บริโภคสามารถลดอันตรายจากไนเตรท โดยชะล้างผักก่อนถนอมอาหารและรับประทาน เนื่องจากไนเตรทสามารถละลายน้ำได้ดีจึงทำให้ปริมาณไนเตรทลดลง (กุลชลี งามจี้. 2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐานความเข้มข้นของไนเตรทในผักสลัด

ประเทศ/หน่วยงาน	ระดับ	ปริมาณไนเตรท (มก./กก.นน.สด)
เยอรมัน	Guide	3,000
สวิสเซอร์แลนด์	Guide	3,500
เนเธอร์แลนด์	maximum	3,000 (S)
		4,500 (W)
ออสเตรีย	maximum	3,000 (S)
		4,000 (W)
รัสเซีย	maximum	2,000 (O)
		3,000 (G)
สหภาพยุโรป	maximum	3,500 (4 – 10)
		4,500 (11 – 3)
		2,500 (5 – 8)
EC & SCF	ADI	3.65 mg/kg น้ำหนักตัว
FAO	maximum	5 mg/kg น้ำหนักตัว
JECFA	ADI	0-3.7 mg/kg น้ำหนักตัว

ที่มา : European Commission. 1997 ; Muramoto. 1999

หมายเหตุ : S = ฤดูร้อน W = ฤดูหนาว O = ปลูกนอกโรงเรือน G = ปลูกในโรงเรือนกระจก

4 – 10 = 1 เมษายน – 31 ตุลาคม

11 – 3 = 1 พฤศจิกายน – 31 มีนาคม

5 – 8 = 1 พฤษภาคม -31 สิงหาคม

ADI = Acceptable daily intake

EC = The European Economic Community

SCF = Scientific Committee for Food

FAO = Food and Agricuture Organization

JECFA = The joint FAO/WHO Expert Community

76723

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 สถานที่ทำการทดลอง

ลานกลางแจ้ง ชั้น 5 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยดำเนินการทดลองระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2550 รวมใช้ระยะดำเนินการเวลา 1 ปี 1 เดือน

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.2.1 อุปกรณ์

1) เมล็ดพันธุ์ผักสลัด 5 ชนิดคือ butterhead, frillice, green oak, red oak และ red coral ซึ่งลักษณะของผักสลัดแต่ละชนิดแสดงในภาพที่ 3.1-3.5

2) ชุดปลูกพืชระบบ NFT จำนวน 12 โต๊ะปลูก ซึ่งประกอบด้วย

- รางปลูกยาว 3 เมตร ของบริษัท Accent Hydroponics โต๊ะละ 3 ราง
- ปั๊มดูดสารละลายแบบแช่ (ไดโว่) ยี่ห้อ OGARMAR รุ่น 95 กำลัง 100 วัตต์ อัตราไหล 100 ลิตร/นาที
- ถังสารละลาย ขนาด 200 ลิตร
- ท่อ PVC, PE และวาล์วน้ำ

3) ตาข่ายพรางแสง 50 % 3 ชนิด ของบริษัทไทยเจริญทองการทอจำกัด คือ

- สีดำ, Red Cromatinet, Aluminet ดังแสดงในภาพที่ 3.6-3.8

4) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC meter) ยี่ห้อ Truncheon

5) เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI 9025

6) เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Lux meter) ยี่ห้อ EXTECH

7) เทอร์โมมิเตอร์ วัดค่าสูง-ต่ำ (Max-Min)

8) เครื่อง Data logger ยี่ห้อ Campbell รุ่น 21 X

9) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ยี่ห้อ CECIL รุ่น CE 2011

10) เพอร์ไลท์ ของบริษัทดัทซ์ กรีนเนอรี่ จำกัด

11) ถ้วยปลูก ของบริษัทดัทซ์ กรีนเนอรี่ จำกัด

12) หัวสเปรย์น้ำ ของบริษัท NETAFIM อัตราไหล 28 ลิตร/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1 ผักสลัด butterhead

ภาพที่ 3.2 ผักสลัด frillice

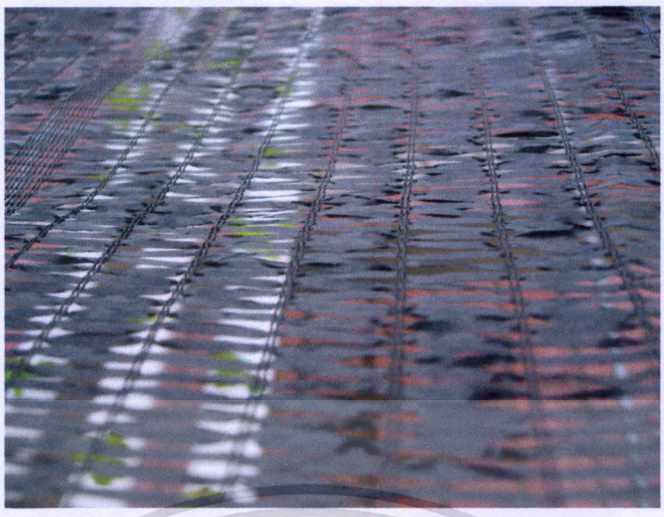
ภาพที่ 3.3 ผักสลัด green oak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.4 ผักสลัด red oak

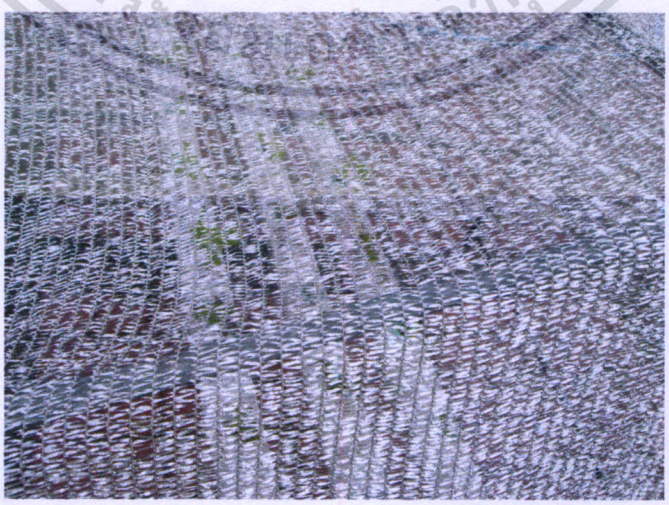
ภาพที่ 3.5 ผักสลัด red coral

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%

ภาพที่ 3.7 ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet 50%



ภาพที่ 3.8 ตาข่ายพรางแสง Aluminet 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 สารเคมี

1) สารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช สูตร KMITL 2 สำหรับปลูกผักสลัด ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ประกอบด้วย HNO_3, $Ca(NO_3)_2$, Fe-EDTA, KNO_3, KH_2PO_4, $MgSO_4$, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, $MnSO_4$, H_3BO_3 และ $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$

2) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย H_2SO_4, NaOH และ salicylic acid

3.3 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มี 4 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อทำการเปรียบเทียบชนิดของตาข่ายพรางแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกในระบบ NFT จำนวน 7 รอบการปลูก โดยรอบที่ 1-3 ทำการปลูกผัก 5 ชนิดคือ butterhead, frillice, green oak, red oak และ red coral โดยผักแต่ละชนิดจะปลูก 6 ต้น/ซ้ำ และรอบที่ 4-7 ทำการปลูกผัก 2 ชนิด คือ green oak และ red oak โดยผักแต่ละชนิดจะปลูก 15 ต้น/ซ้ำ ตัวอย่างแผนผังการปลูกผักสลัดในการทดลอง แสดงในภาพที่ 3.9

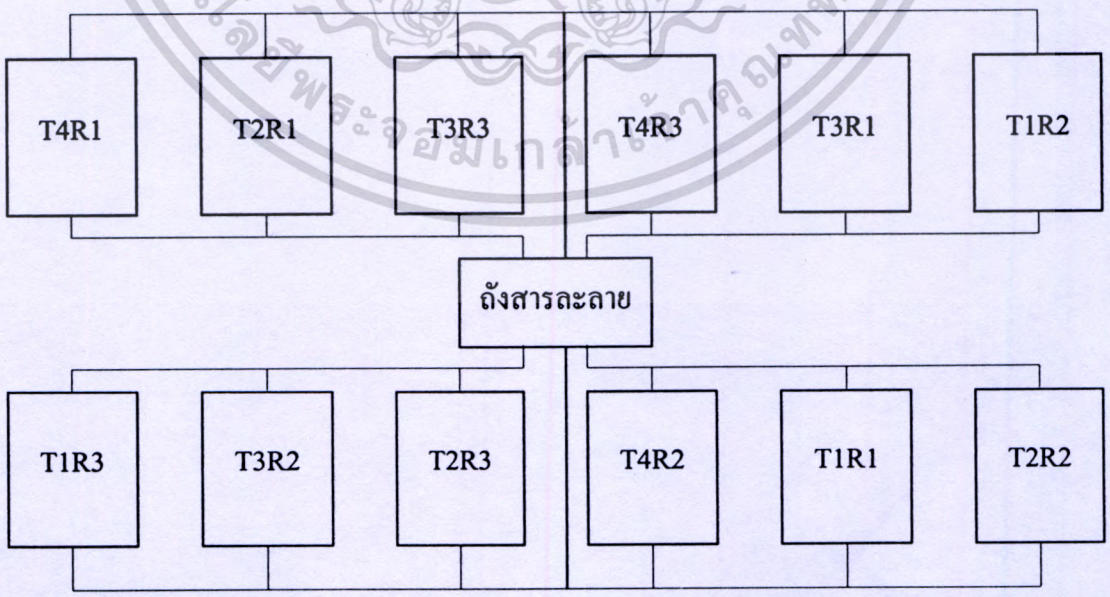
- ตำรับการทดลองที่ 1 ไม่ใช้ตาข่ายพรางแสง (T1)
- ตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ (T2)
- ตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet (T3)
- ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ตาข่ายพรางแสง Aluminet (T4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบธาตุอาหารในสารละลายสูตร KMITL 2 ปริมาณ 20 ลิตร ความเข้มข้น 200 เท่า

ชนิดของสารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนัก (กรัม)
สารละลาย A	
$Ca(NO_3)_2$	3,767
Fe-EDTA	94
สารละลาย B	
KNO_3	1,796
KH_2PO_4	653
$MgSO_4$	1,048
$ZnSO_4$	4.756
$CuSO_4$	1.016
$MnSO_4$	14.194
H_3BO_3	8.894
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	0.343

หมายเหตุ ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ให้อยู่ในช่วง 5.5-6.0 โดยใช้กรด HNO_3



ภาพที่ 3.9 แสดงตัวอย่างแผนผังการปลูกผักสลัดภายใต้ตำรับการทดลอง 4 ตำรับ จำนวน 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 เตรียมระบบปลูก

วางระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT จำนวน 12 โต๊ะปลูก ในแต่ละโต๊ะปลูกประกอบด้วย 3 รางปลูก ซึ่งแต่ละรางปลูกผักสลัดจำนวน 10 ต้น (30 ต้น/โต๊ะ) รวมปลูกสลัดทั้งระบบ 360 ต้น โดยมีระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งจะมีปั๊มไดโวดูดสารละลายให้ไหลเป็นแผ่นฟิลม์บางๆ หนา 2-3 มิลลิเมตร และมีวาล์วควบคุมอัตราการไหลให้อยู่ประมาณ 1.5 ลิตร/นาที/ราง ดังแสดงในภาพที่ 3.10

3.4.2 การเพาะกล้า

1) ใส่เพอร์ไลท์ในถ้วยปลูก

2) หยอดเมล็ดผักสลัดในถ้วยปลูก ถ้วยละ 1 เมล็ด

3) นำถ้วยปลูกลงรางอนุบาล (แสดงในภาพที่ 3.11) เดินระบบด้วยน้ำประปา ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 5.8-6.2 โดยใช้ HNO_3 1:10 รดน้ำ เช้า และเย็นจนกว่าเมล็ดเริ่มงอก

4) หลังจากเมล็ดเริ่มงอก ให้สารละลายธาตุอาหารพืชที่ความเข้มข้น EC 1.4 mS/cm โดยทำการปรับค่า EC และ pH ทุก 2 วัน

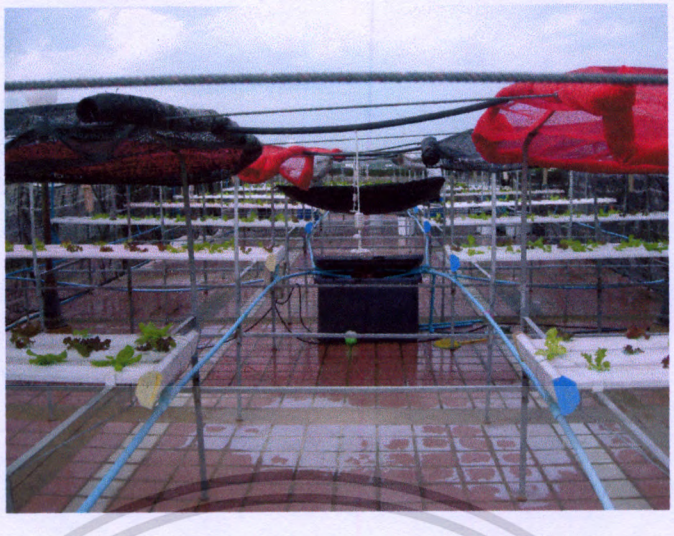
3.4.3 การย้ายปลูก

1) เลือกต้นกล้าที่มีอายุ 3 สัปดาห์ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกันย้ายลงโต๊ะปลูกระบบ NFT ในแต่ละตำรับการทดลอง ให้สารละลายธาตุอาหารพืช ที่มีความเข้มข้น EC 1.6 mS/cm ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 5.8-6.2 ตลอดการทดลอง

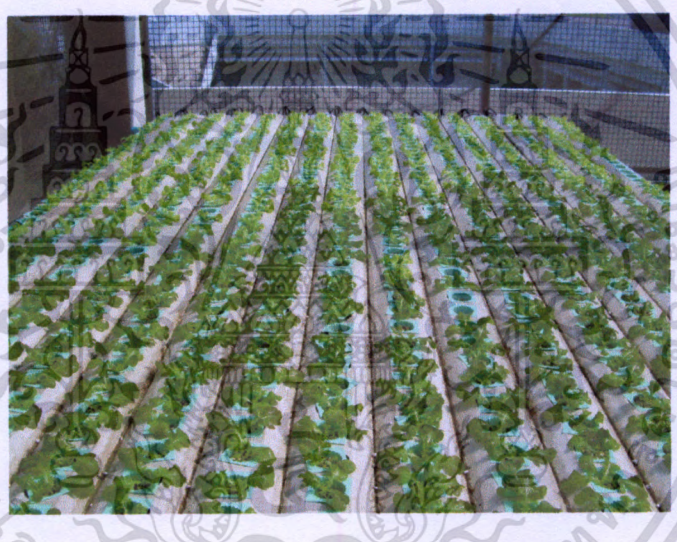
2) ทำการสเปรย์น้ำให้กับผักสลัดในวันที่อุณหภูมิเกิน 30 $^{\circ}$C ระยะหัวสเปรย์ 1.0X2.8 ตารางเมตร โดยทำการสเปรย์ตั้งแต่เวลา 9.00-16.00 น. และสเปรย์น้ำ 30 วินาที หยุด 10 นาที

3) เมื่ออายุได้ 43 วัน สุ่มเก็บผลผลิตนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 แสดงการวางระบบการปลูกพืชแบบ Nutrient film technique (NFT)



ภาพที่ 3.11 รางอนุบาลสำหรับเพาะกล้า

3.4.4 การบันทึกข้อมูล

1) บันทึกค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในถังสารละลายก่อนและหลังปรับสารละลาย ทุก 2 วัน

2) บันทึกปริมาณการใช้น้ำของผักสลัด โดยบันทึกจากมิเตอร์น้ำ ทุก 2 วัน

3) บันทึกอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดของสารละลายธาตุอาหารพืช และอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดของอากาศใต้ตาข่ายพรางแสงประมาณ 30 เซนติเมตร โดยเทอร์โมมิเตอร์ ทุก 2 วัน

4) วัดเปอร์เซ็นต์การพรางแสงของตาข่ายพรางแสงแต่ละชนิด โดยเครื่อง Lux meter

5) เก็บข้อมูลอุณหภูมิและความเข้มแสงในรอบวัน จากเครื่อง Data logger

6) ประเมินการเจริญเติบโตด้วยสายตาก่อนเก็บผลผลิต โดยผู้ประเมิน 6 คน ให้คะแนน 1-5 (1 เจริญเติบโตน้อยที่สุด และ 5 เจริญเติบโตดีที่สุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ประเมินสีแดงของผักสลัด red oak และ red coral ด้วยสายตาก่อนเก็บผลผลิต โดยผู้ประเมิน 6 คน ให้คะแนน 1-5 (1 สีแดงน้อยที่สุด และ 5 สีแดงมากที่สุด)

8) ประเมินความยืดของผักสลัดก่อนเก็บผลผลิต โดยผู้ประเมิน 6 คน นับจำนวนต้นที่ยืด

9) เก็บข้อมูลจำนวนต้นผักสลัดที่ตาย

10) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัดเมื่อเก็บผลผลิต ด้วยไม้บรรทัด

11) เก็บข้อมูลน้ำหนักสดต่อต้นของผักสลัดแต่ละชนิด โดยทำการเก็บผักสลัดเมื่ออายุครบ 43 วัน แล้วชั่งน้ำหนักโดยรวมถ้วยปลูกและรากพืช

12) เก็บข้อมูลน้ำหนักแห้งของผักสลัดแต่ละชนิด โดยนำผักสลัดที่ชั่งน้ำหนักสดจากข้อ 10 มาตัดรากและถ้วยปลูก แล้วล้างด้วยน้ำประปาและน้ำกลั่น จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู่ ใส่ถุงกระดาษเพื่อนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 °C จนน้ำหนักแห้งคงที่

13) นำตัวอย่างผักสลัดที่อบแห้งแล้ว ไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช ผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทด้วยวิธี salicylic acid ตามที่อธิบายไว้โดย Cataldo *et al.* (1975) ดังแสดงในภาคผนวก ก.1

3.5 การวิเคราะห์ผล

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) โดยใช้โปรแกรม Sirichai Statistics 6 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 4.1 แสดงชนิดผักสลัดที่ปลูกใน 7 รอบปลูก

รอบปลูกที่	เดือนที่ปลูก	ฤดู	ชนิดพืช
1	เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549	ร้อน	butterhead, frillice, green oak, red oak และ red coral
2	มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549	ฝน	butterhead, frillice, green oak, red oak และ red coral
3	สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549	ฝน	butterhead, frillice, green oak, red oak และ red coral
4	พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549	หนาว	green oak และ red oak
5	มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	หนาว	green oak และ red oak
6	กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550	ร้อน	green oak และ red oak
7	มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550	ร้อน	green oak และ red oak

4.1 การเจริญเติบโตของผักสลัด

4.1.1 น้ำหนักสด

น้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิด ในรอบปลูกที่ 1-3 แสดงในตารางที่ 4.2 ดังนี้

- butterhead ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักสดในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด ในขณะรอบปลูกที่ 2 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักสดสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือตาข่ายพรางแสง Aluminet และไม่พรางแสงตามลำดับ ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีน้ำหนักสดต่ำสุด ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักสดสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างจากตาข่ายพรางแสง Aluminet ในทางสถิติ รองลงมาคือไม่พรางแสง ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีน้ำหนักสดต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- frillice ในรอบปลูกที่ 1 และ 2 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักสดในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ Aluminet และไม่พรางแสงตามลำดับ ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักสดสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือตาข่ายพรางแสงสีดำและ Aluminet ตามลำดับ ส่วนไม่พรางแสงมีน้ำหนักสดต่ำสุด

- green oak ในรอบปลูกที่ 1,2 และ 3 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักสดในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่าตาข่ายพรางแสงสีดำและไม่พรางแสง

- red oak ในรอบปลูกที่ 1,2 และ 3 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักสดในทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่าตาข่ายพรางแสงสีดำและไม่พรางแสง

- red coral ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่แตกต่างจากไม่พรางแสงในทางสถิติ ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีน้ำหนักสดต่ำสุด ส่วนรอบปลูกที่ 2 และ 3 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักสดในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มการพรางแสงด้วยว่าตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่าตาข่ายพรางแสงสีดำและไม่พรางแสง

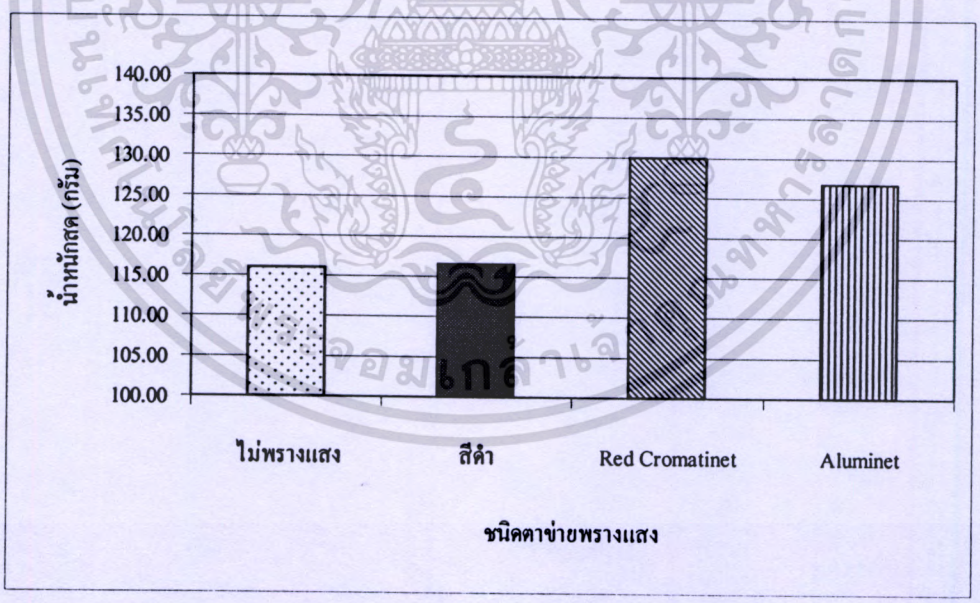
น้ำหนักสดของผักสลัด 2 ชนิด ในรอบปลูกที่ 1-3 แสดงในตารางที่ 4.2 ดังนี้

- green oak ในรอบปลูกที่ 4 และ 6 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดใกล้เคียงกัน ซึ่งมีความแตกต่างจากไม่พรางและสีดำซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 5 และ 7 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าไม่พรางแสงและมีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญสถิติ

- red oak ในรอบปลูกที่ 4 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดใกล้เคียงกัน ซึ่งมีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ในขณะรอบปลูกที่ 5 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักสดในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีค่าสูงสุด รองลงมาคือตาข่ายพรางแสง Aluminet และตาข่ายพรางแสงสีดำซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนไม่พรางแสงมีน้ำหนักสดต่ำสุด ในขณะรอบปลูกที่ 6 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดใกล้เคียงกัน ซึ่งมีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำและไม่พรางแสงซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 7 พบว่าการไม่พรางแสงมีน้ำหนักสดต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนักสดของผักสลัดใน 7 รอบปลูก พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าตาข่ายพรางแสงสีดำและไม่พรางแสงซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากคุณสมบัติของตาข่ายพรางแสงสีดำ แสงสามารถผ่านได้น้อยและมีการสะท้อนแสงได้น้อยกว่า Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งผักสลัดที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำจะได้รับแสงน้อยกว่าตาข่ายพรางแสงชนิดอื่น (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ส่วนการปลูกผักสลัดโดยไม่พรางแสงพืชจะได้รับความเข้มแสงที่มากเกินไปส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณโต๊ะปลูกสูงมาก (ตารางที่ 4.12) ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด ซึ่งผักสลัดเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 18-26 °C (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549 ; Van Der Boon *et al.* 1990) นอกจากนี้ยังพบว่าผักสลัดปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝนมีน้ำหนักสดสูงกว่าฤดูร้อน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วุฒิพงษ์ พิมพ์โดรต. (2546) ที่พบว่าผักสลัดที่ปลูกในฤดูหนาวเจริญเติบโตดีกว่าฤดูร้อน ในขณะที่ภาพรวมของน้ำหนักสดของผักสลัดทั้ง 5 ชนิดพบว่าผักสลัด butterhead มีน้ำหนักสดสูงที่สุด รองมาคือ green oak และ frillice ตามลำดับ ส่วน red oak และ red coral มีน้ำหนักสดต่ำใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ จีราวรรณ ศรียาภัย (2547) ที่กล่าวไว้ว่าพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลให้ผักสลัดมีการสะสมน้ำหนักต่างกัน และณัฐกร อินทรวิชะ (2549) ที่พบว่า butterhead มีน้ำหนักสดสูง และ red coral มีน้ำหนักสดต่ำ ดังแสดงในภาพที่ 4.1,ภาคผนวกที่ ข.1-ข.7



ภาพที่ 4.1 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักสด (กรัม) ของผักสลัด 5 ชนิด

การพรางแสง	butterhead			frillice			green oak			red oak			red coral		
	รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ไม่พรางแสง	210.56	206.67 bc	220.56 b	140.56	133.33	96.11 c	172.78	144.44	187.22	103.89	106.67	110.00	100.00 ab	115.00	128.89
สีดำ	187.22	199.44 c	203.89 b	132.78	122.22	108.33 b	165.55	141.11	193.33	97.78	101.67	111.11	97.22 b	106.11	136.11
Red Cromatinet	211.11	226.11 a	252.22 a	145.00	155.55	119.44 a	191.11	149.44	196.11	107.78	108.89	122.22	118.33 a	122.78	145.00
Aluminet	212.22	212.78 b	227.78 ab	143.00	138.33	105.00 bc	193.89	148.33	195.56	103.33	109.44	118.89	116.67 ab	122.22	143.89
F-test	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
% CV	11.11	2.79	5.83	6.57	15.53	4.71	8.03	4.12	9.05	7.18	8.83	5.59	9.39	12.61	10.35

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549),

3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักสด (กรัม) ของผักสลัด 2 ชนิด

การพรางแสง	green oak				red oak			
	รอบปลูกที่				รอบปลูกที่			
	4	5	6	7	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	136.28 b	106.11 c	125.45 b	88.67 c	105.89 b	75.22	73.22 b	55.89 c
สีดำ	132.22 b	114.89 bc	127.56 b	92.22 bc	97.22 c	80.55	76.11 b	62.22 b
Red Cromatinet	151.11 a	126.33 a	148.56 a	98.00 ab	110.78 a	84.56	86.55 a	64.78 a
Aluminet	150.11 a	122.33 ab	145.11 a	100.22 a	107.67 ab	80.33	88.10 a	63.00 ab
F-test	*	*	*	*	*	ns	*	*
% CV	2.38	4.17	2.02	3.93	2.05	6.61	4.21	2.10

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

รอบปลูกที่ 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550), 6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

4.1.2 น้ำหนักแห้ง

น้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิด ในรอบปลูกที่ 1-3 แสดงในตารางที่ 4.4 ดังนี้

- butterhead ในรอบปลูกที่ 1,2 และ 3 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการไม่พรางแสงและการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด

- frillice ในรอบปลูกที่ 1,2 และ 3 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการไม่พรางแสงและการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีค่ามีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด

- green oak ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือไม่พรางแสงและตาข่ายพรางแสง Aluminet ตามลำดับ ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีน้ำหนักแห้งต่ำสุด ในขณะรอบปลูกที่ 2 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างจากไม่พรางแสงและตาข่ายพรางแสง Aluminet ในทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการไม่พรางแสงและการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีค่าใกล้เคียงกัน รองลงมาคือตาข่ายพรางแสง Aluminet ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด

- red oak ในรอบปลูกที่ 1 และ 2 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการไม่พรางแสงมีค่าสูงสุด และการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าไม่พรางแสงมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างจากการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet ในทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- red coral ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างจากไม่พรางแสงและตาข่ายพรางแสง Aluminet ในทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะรอบปลูกที่ 2 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการไม่พรางแสงมีค่าสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าการไม่พรางแสงมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างจากการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet ในทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำ และ Aluminet อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิด ในรอบปลูกที่ 4-7 แสดงในตารางที่ 4.5 ดังนี้

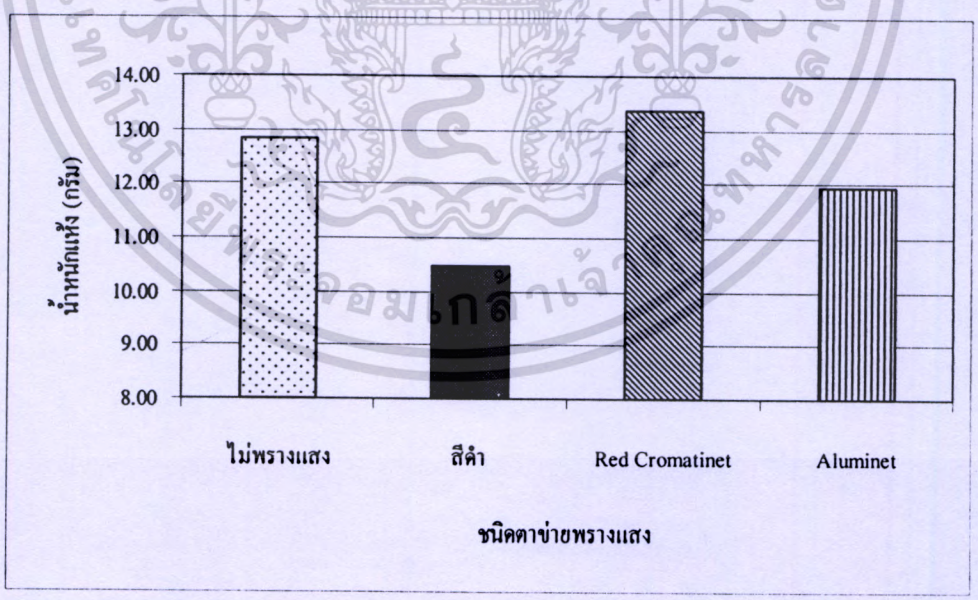
- green oak ในรอบปลูกที่ 4,5 และ 7 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างจากไม่พรางแสงและตาข่ายพรางแสง Aluminet ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติ แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 6 พบว่า การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีน้ำหนักแห้งต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- red oak ในรอบปลูกที่ 4 พบว่าการไม่พรางแสงมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างจากการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และตาข่ายพรางแสง Aluminet ทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะรอบที่ 6 พบว่า การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 5 และ 7 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งในทางสถิติ โดยรอบปลูกที่ 5 มีแนวโน้มว่าตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่น ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนรอบปลูกที่ 7 แต่ละตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิดใน 7 รอบปลูก พบว่าน้ำหนักแห้งที่ปลูกโดยไม่พรางแสงมีค่าค่อนข้างสูงใกล้เคียงกับการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet เนื่องจากผักที่ปลูกในตำรับการทดลองไม่พรางแสงมีการอวบน้ำน้อยกว่าผักที่ปลูกภายในตำรับการทดลองอื่น ที่เป็นเช่นนี้เพราะอุณหภูมิบริเวณโต๊ะปลูกสูงส่งผลให้พืชคายน้ำออกมาไปมาก รองลงคือ ตาข่ายพรางแสง Aluminet ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีน้ำแห้งต่ำสุดเนื่องจากมีน้ำหนักสดและมีการอวบน้ำน้อย ดังแสดงในภาพที่ 4.2 ,ภาคผนวกที่ ข.8-ข.14



ภาพที่ 4.2 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักแห้ง[1] (กรัม) ของผักสลัด 5 ชนิด

การพรางแสง	butterhead			frillice			green oak			red oak			red coral		
	รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ไม่พรางแสง	9.66	8.93	8.60	7.41	6.56	3.90	8.98 b	6.62 a	6.44	4.84	4.82	4.82 a	4.20 ab	4.04	4.96 a
สีดำ	8.67	6.45	7.67	5.75	4.34	3.15	6.96 c	4.67 b	4.83	3.91	3.58	3.41 b	3.63 b	3.24	3.93 b
Red Cromatinet	9.97	8.92	8.44	7.70	6.93	3.95	10.72 a	6.11 ab	6.97	4.51	3.76	4.48 ab	5.42 a	3.26	4.14 ab
Aluminet	10.09	7.26	7.40	6.49	5.22	3.05	8.53 bc	5.68 ab	5.43	4.11	4.08	3.91 ab	4.40 ab	3.47	3.83 b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*	*	ns	*
% CV	8.61	17.12	10.29	25.56	28.98	15.64	9.80	15.74	20.66	17.95	24.96	15.45	16.86	17.81	11.83

หมายเหตุ : 1 = น้ำหนักแห้งเก็บข้อมูลต่อ 1 ต้น ไม่รวมรากและถ้วย

อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549),

3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลของการพรางแสงต่อน้ำหนักแห้ง[1] (กรัม) ของผักสลัด 2 ชนิด

การพรางแสง	green oak				red oak			
	รอบปลูกที่				รอบปลูกที่			
	4	5	6	7	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	15.73 a	9.49 ab	14.19 a	10.46 a	13.31 a	7.65	7.89 b	6.14
สีดำ	11.66 b	8.45 b	11.74 b	8.99 b	9.37 b	6.28	8.03 b	6.43
Red Cromatinet	15.89 a	11.10 a	14.11 a	11.27 a	11.65 ab	7.46	9.68 a	7.07
Aluminet	14.00 ab	9.38 ab	13.93 a	10.17 ab	11.07 ab	6.89	8.50 b	6.41
F-test	*	*	*	*	*	ns	*	ns
% CV	8.96	11.42	4.81	6.29	14.06	13.82	5.45	10.00

หมายเหตุ : 1 = น้ำหนักแห้งเก็บข้อมูลต่อ 1 ต้น ไม่รวมรากและถ้วยปลูก

อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

รอบปลูกที่ 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550),

6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

4.1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิด ในรอบปลูกที่ 1-3 แสดงในตารางที่ 4.6 ดังนี้

- butterhead ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีขนาดทรงพุ่มสูงใกล้เคียงกับตาข่ายพรางแสง Aluminet แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำ และไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะรอบปลูกที่ 2 พบว่าการไม่พรางแสงมีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับตาข่ายพรางแสง Aluminet และสีดำ แต่มีความแตกต่างจากไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- frillice ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อขนาดทรงพุ่มในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าไม่พรางแสงมีค่าต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะรอบปลูกที่ 2 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับตาข่ายพรางแสงสีดำ และ Red Cromatinet แต่มีความแตกต่างจากไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีขนาดทรงพุ่มสูงสุดซึ่งใกล้เคียงกับตาข่ายพรางแสงสีดำและ Aluminet แต่มีความแตกแตกต่างจากไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- green oak ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อขนาดทรงพุ่มในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าใกล้เคียงกัน รองลงมาคือตาข่ายพรางแสงสีดำ ส่วนไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุด ในขณะที่รอบปลูกที่ 2 การไม่พรางแสงมีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet มีขนาดทรงพุ่มสูงสุดซึ่งใกล้เคียงกับตาข่ายพรางแสงสีดำ แต่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสง Aluminet และไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- red oak ในรอบปลูกที่ 1 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำและไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะรอบปลูกที่ 2 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับตาข่ายพรางแสงสีดำและ Red Cromatinet แต่มีความแตกแตกต่างจากไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบปลูกที่ 3 พบว่าการไม่พรางแสงมีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- red coral ในรอบปลูกที่ 1 และ 3 พบว่าชนิดของตาข่ายพรางแสงไม่มีผลต่อขนาดทรงพุ่มในทางสถิติ แต่ในรอบปลูกที่ 1 มีแนวโน้มว่าแต่ละตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน และรอบปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

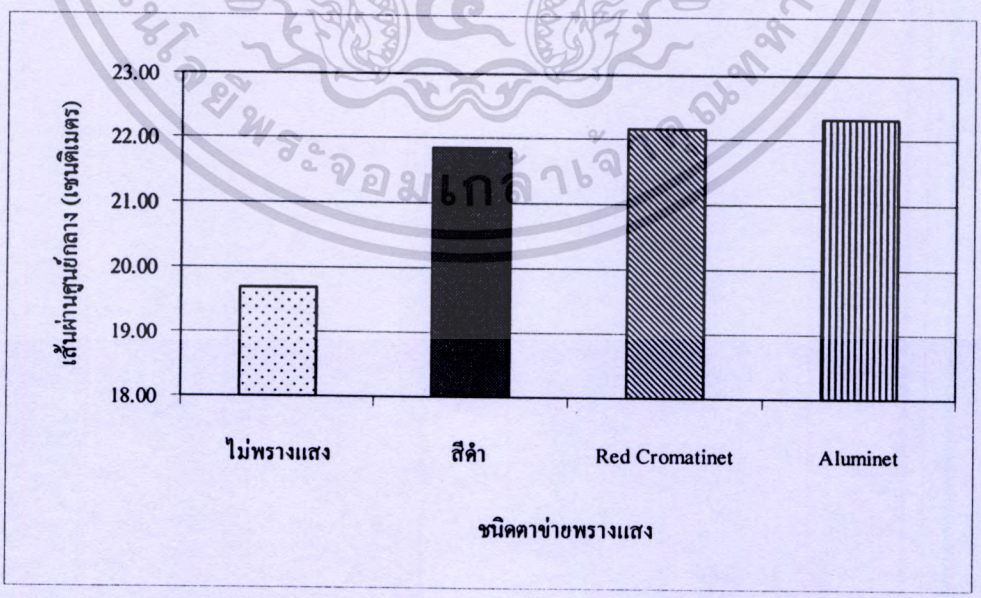
ที่ 3 มีแนวโน้มว่าไม่พรางแสงมีค่าต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนรอบปลูกที่ 2 พบว่าการไม่พรางแสงมีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิด ในรอบปลูกที่ 4-7 แสดงในตารางที่ 4.7 ดังนี้

- green oak ในรอบปลูกที่ 4 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะรอบปลูกที่ 5 และ 7 การไม่พรางแสงมีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะรอบปลูกที่ 6 พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับตาข่ายพรางแสงสีดำ แต่มีความแตกแตกต่างจากไม่พรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- red oak ในรอบปลูกที่ 4 -7 พบว่าการไม่พรางแสงมีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- จากการเก็บข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิดใน 7 รอบปลูก พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet, Red Cromatinet และสีดำมีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ส่วนไม่พรางแสงมีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด เนื่องจากผักสลัดที่ปลูกโดยไม่พรางแสงใบผักสลัดจะได้รับความเข้มแสงเต็มที่ทำให้ใบแผ่ออกด้านกว้างน้อยกว่าผักสลัดที่ปลูกโดยพรางแสงซึ่งใบของผักสลัดแผ่ออกด้านข้างเพื่อรับแสง นอกจากนี้ยังพบว่ารอบปลูกที่ในฤดูฝนและฤดูหนาวมีขนาดทรงพุ่มสูงกว่าฤดูร้อน ดังแสดงในภาพที่ 4.3,ภาคผนวกที่ ข.15-ข.21



ภาพที่ 4.3 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ยของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลของการพรางแสงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ของผักสลัด 5 ชนิด

การพรางแสง	butterhead			frillice			green oak			red oak			red coral		
	รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่			รอบปลูกที่		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ไม่พรางแสง	20.00 b	19.00 b	22.00 b	20.67	19.67 b	20.00 b	21.00	23.00 b	24.33 b	17.33 b	22.00 b	21.00 b	18.66	21.33 b	22.00
สีดำ	20.00 b	22.67 a	25.33 ab	22.33	24.00 a	23.67 a	22.00	25.00 a	25.67 ab	18.33 b	24.00 a	25.33 a	18.33	24.00 a	24.33
Red Cromatinet	21.67 a	22.00 a	26.33 a	22.67	23.33 ab	24.67 a	24.00	26.00 a	26.67 a	21.33 a	23.33 ab	25.00 a	19.00	23.33 a	25.00
Aluminet	21.33 ab	23.00 a	25.00 ab	23.00	25.00 a	22.33 ab	24.00	26.33 a	24.33 b	21.67 a	25.00 a	23.67 a	19.33	24.00 a	24.00
F-test	*	*	*	ns	*	*	ns	*	*	*	*	*	ns	*	ns
% CV	3.94	4.8	8.02	5.97	8.6	7.32	6.59	3.94	4.57	7.33	3.87	5.01	5.94	2.79	6.41

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549),

3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลของการพรางแสงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ของผักสลัด 2 ชนิด

การพรางแสง	green oak รอบปลูกที่				red oak รอบปลูกที่		
	4	5	6	7	4	5	6
ไม่พรางแสง	21.50 c	20.33 b	18.83 b	19.33 b	21.00 b	19.67 b	14.00 b
สีดำ	23.00 b	23.00 a	19.83 ab	22.33 a	22.83 a	21.67 a	16.50 a
Red Cromatinet	23.17 b	23.50 a	21.33 a	23.00 a	22.33 a	21.83 a	16.33 a
Aluminet	24.17 a	23.50 a	21.33 a	22.67 a	23.17 a	22.00 a	16.67 a
F-test	*	*	*	*	*	*	*
% CV	2.09	4.19	4.81	3.24	2.74	6.61	5.82

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

รอบปลูกที่ 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550),

6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

4.1.4 การประเมินการเจริญเติบโตด้วยสายตา

ชนิดของตาข่ายพรางแสงมีผลต่อการประเมินการเจริญเติบโต โดยพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันในทุกรอบปลูก ซึ่งมีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบปลูกที่ 4 ส่วนไม่พรางมีการเจริญเติบโตต่ำสุดและมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกรอบปลูก เนื่องจากผักสลัดที่ปลูกโดยไม่พรางแสงได้รับความเข้มแสงมากเกินไปจะส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณโต๊ะปลูกสูงมากเกือบ 40 °C พืชจะแสดงอาการเหี่ยว เนื่องจากขาดน้ำในช่วงกลางวัน ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดซึ่งผักสลัดเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 18-26 °C (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549 ; Van Der Boon *et al.* 1990) ซึ่งการประเมินการเจริญเติบโตแต่ละรอบปลูกแสดงในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.4,ภาคผนวก ข.22-ข.28

4.1.5 การประเมินสีแดงด้วยสายตา

ชนิดของตาข่ายพรางแสงมีผลต่อการประเมินสีแดงของผักสลัด โดยพบว่าไม่พรางแสงมีสีแดงสูงสุดในทุกรอบปลูก ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบปลูกที่ 3,5 และ 7 รองลงมาคือการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งตาข่ายพรางแสงทั้งสองมีสีแดงใกล้เคียงกันในทุกรอบปลูก ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีสีแดงต่ำสุดในทุกรอบปลูกและมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นทางสถิติ เนื่องจากผักสลัดที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำได้รับความเข้มแสงน้อยกว่าตาข่ายพรางแสงชนิดอื่น (ตารางที่ 4.14) ส่วนไม่พรางแสงได้รับความเข้มแสงสูงกว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงทุกชนิดจึงมีสีแดงสูง ซึ่งการประเมินสีแดงแต่ละรอบปลูกแสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.4,ภาคผนวก ข.22-ข.28

4.1.6 การประเมินความยืดด้วยสายตา

ชนิดของตาข่ายพรางแสงมีผลต่อการประเมินความยืดของผักสลัด โดยพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีความยืดสูงสุดในทุกรอบปลูก ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2,3,4,5 และ 6 รองลงมาคือ ตาข่ายพรางแสงสีดำ Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งตาข่ายพรางแสงทั้งสองมีความยืดใกล้เคียงกัน ส่วนไม่พรางมีความยืดต่ำสุดในทุกรอบปลูก และมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นทางสถิติเนื่องจากผักสลัดที่ปลูกโดยไม่พรางแสงได้รับความเข้มแสงสูง ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีความเข้มแสงต่ำจึงมีความยืดสูง (ตารางที่ 4.14) ซึ่งการประเมินความยืดแต่ละรอบปลูกแสดงในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.4,ภาคผนวก ข.22-ข.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงการประเมินการเจริญเติบโตด้วยสายตัวของผักสลัด (เปอร์เซ็นต์)

การพรางแสง	รอบปลูกที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	54.44 b	65.56 b	50.00 b	60.00 c	45.55 b	36.67 b	34.44 b
สีดำ	68.89 a	80.00 a	83.33 a	74.44 b	78.89 a	76.67 a	71.11 a
Red Cromatinet	78.89 a	91.11 a	86.66 a	91.11 a	82.22 a	78.89 a	73.33 a
Aluminet	81.11 a	91.11 a	87.78 a	88.89 a	80.00 a	80.00 a	76.67 a
F-test	*	*	*	*	*	*	*
% CV	8.91	7.34	7.29	4.74	6.98	8.25	8.91

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

การประเมินการเจิญเติบโตของผักสลัดประเมินภาพรวมทุกชนิดผัก

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549), 3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549), 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550), 6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

ตารางที่ 4.9 แสดงการประเมินสีแดงของผักสลัด ด้วยสายตัวของผักสลัด (เปอร์เซ็นต์)

การพรางแสง	รอบปลูกที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	91.11 a	91.11 a	95.56 a	96.67 a	97.78 a	93.33 a	95.56 a
สีดำ	65.56 c	63.33 b	70.00 c	67.78 b	78.89 c	83.33 b	82.22 c
Red Cromatinet	86.67 ab	81.11 a	84.45 b	88.89 a	88.89 b	88.89 ab	88.89 b
Aluminet	82.22 b	83.33 a	83.33 b	86.67 a	86.67 b	91.11 a	88.89 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*
% CV	4.10	6.50	4.32	6.40	2.68	4.04	3.42

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

การประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัดประเมินภาพรวมทุกชนิดผัก

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549), 3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549), 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550), 6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

ตารางที่ 4.10 แสดงการประเมินความยืดของผักสลัดด้วยสายตัวของผักสลัด (เปอร์เซ็นต์)

การพรางแสง	รอบปลูกที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	7.78 a	6.67 a	6.67 a	6.67 a	6.67 a	8.89 a	11.11 a
สีดำ	4.44 b	4.44 b	3.33 b	3.33 b	3.33 b	3.33 b	6.67 b
Red Cromatinet	3.33 b	3.33 b	2.22 b	1.11 c	2.22 b	3.33 b	4.44 b
Aluminet	3.33 b	3.33 b	3.33 b	0.00 c	2.22 b	2.22 b	4.44 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*
% CV	28.84	21.70	24.73	34.61	37.66	30.60	25.02

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

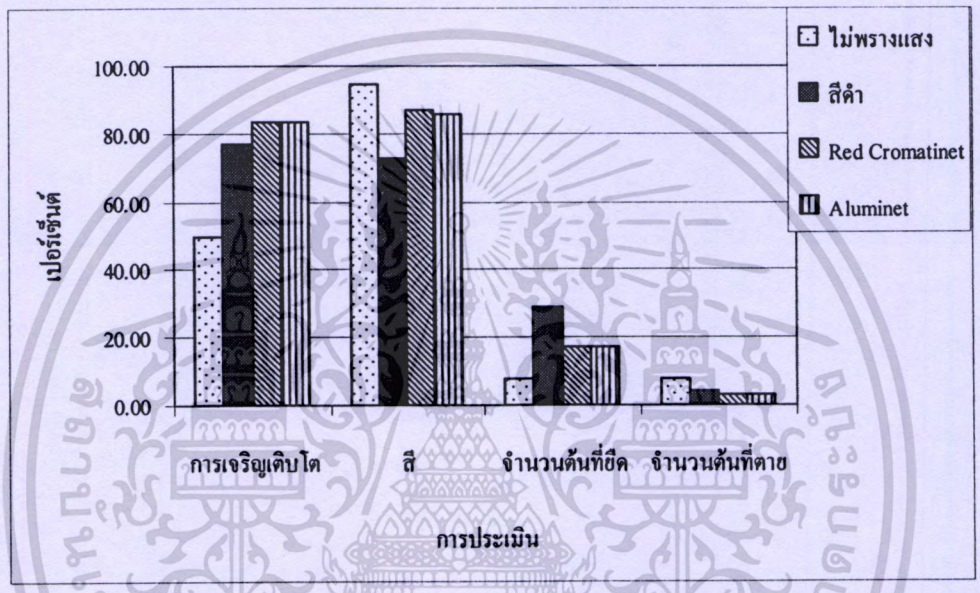
* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

การประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัดประเมินภาพรวมทุกชนิดผัก

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549), 3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549), 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550), 6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

4.1.7 จำนวนต้นที่ตาย

ชนิดของตาข่ายพรางแสงมีผลต่อจำนวนต้นที่ตายของผักสลัด โดยพบว่าไม่พรางแสงมีจำนวนต้นที่ตายสูงสุดและมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกรอบปลูก ส่วนการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าใกล้เคียงกันในทุกรอบปลูก การที่ไม่พรางแสงมีจำนวนต้นที่ตายสูงเนื่องจากตำรับการทดลองไม่พรางแสงมีความเข้มแสงและอุณหภูมิบริเวณโต๊ะปลูกสูงสุด ซึ่งจำนวนต้นที่ตายแต่ละรอบปลูกแสดงในตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.4,ภาคผนวก ข.22-ข.28



ภาพที่ 4.4 แสดงการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดทั้ง 7 รอบปลูก

4.1.8 อุณหภูมิและความเข้มแสง

4.1.8.1 อุณหภูมิ

ชนิดของตาข่ายพรางแสงมีผลต่ออุณหภูมิสูงสุดในรอบวัน โดยพบว่าไม่พรางแสงมีอุณหภูมิสูงสุดในทุกรอบปลูกและมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet ส่วนตาข่ายพรางแสงสีดำมีอุณหภูมิต่ำสุดในทุกรอบปลูกและมีค่าใกล้เคียงกับ Aluminet เนื่องจากความเข้มแสงสามารถผ่านตาข่ายพรางแสงสีดำได้น้อย ส่วน Aluminet มีคุณสมบัติป้องกันแสงแดดและลดความร้อนได้ดี (Polysack plastic industries ltd. 2007) ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดในรอบวันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบปลูกที่ 2,3,4,6 และ 7 แต่ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แน่นอนเนื่องจากอุณหภูมิต่ำสุดในรอบวันจะอยู่ในช่วงกลางคืน ในขณะที่รอบปลูกที่ 1 และ 5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอุณหภูมิแต่ละรอบปลูกแสดงในตารางที่ 4.12-4.13 และภาพที่ 4.5,ภาคผนวกที่ ข.29-42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงผลของการพรางแสงต่อจำนวนต้นผักสลัดที่ตาย (เปอร์เซ็นต์)

การพรางแสง	รอบปลูกที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	7.78 a	6.67 a	6.67 a	6.67 a	6.67 a	8.89 a	11.11 a
สีดำ	4.44 b	4.44 b	3.33 b	3.33 b	3.33 b	3.33 b	6.67 b
Red Cromatinet	3.33 b	3.33 b	2.22 b	1.11 c	2.22 b	3.33 b	4.44 b
Aluminet	3.33 b	3.33 b	3.33 b	0.00 c	2.22 b	2.22 b	4.44 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*
% CV	28.84	21.70	24.73	34.61	37.66	30.60	25.02

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

การประเมินการเจิญเติบโตของผักสลัดประเมินภาพรวมทุกชนิดผัก

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549),
3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549), 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549),
5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550), 6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550),
7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

ตารางที่ 4.13 แสดงผลของการพรางแสงต่ออุณหภูมิสูงสุดใต้ตาข่ายพรางแสง ($^{\circ}$C)

การพรางแสง	รอบปลูกที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	38.04 a	38.00 a	37.23 a	38.33 a	34.73 a	37.86 a	38.86 a
สีดำ	35.69 d	35.96 c	35.04 c	35.64 c	32.63 c	35.49 b	36.59 b
Red Cromatinet	36.87 b	37.17 b	36.41 b	36.82 b	33.47 b	35.92 b	36.88 b
Aluminet	36.35 c	36.28 c	35.35 c	35.51 c	32.82 c	35.86 b	36.77 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*
% CV	0.50	0.65	0.90	1.09	0.80	0.84	0.88

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

การประเมินการเจิญเติบโตของผักสลัดประเมินภาพรวมทุกชนิดผัก

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549), 3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549), 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550), 6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

ตารางที่ 4.14 แสดงผลของการพรางแสงต่ออุณหภูมิต่ำสุดใต้ตาข่ายพรางแสง (°C)

การพรางแสง	รอบปลูกที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ไม่พรางแสง	26.07	24.91 b	23.98 ab	24.96 ab	23.22	24.88 c	25.57 b
สีดำ	26.28	24.98 ab	24.24 a	25.07 a	23.47	25.53 a	26.08 a
Red Cromatinet	26.05	24.92 b	23.94 b	24.64 b	23.18	25.06 bc	25.71 ab
Aluminet	26.19	25.29 a	24.10 ab	25.22 a	23.38	25.37 ab	25.92 ab
F-test	ns	*	*	*	ns	*	*
% CV	0.57	0.70	0.58	0.77	0.89	0.87	0.77

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

การประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัดประเมินภาพรวมทุกชนิดผัก

รอบปลูกที่ 1 ทดลองในฤดูร้อน (เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2549), 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549), 3 ทดลองในฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2549), 4 ทดลองในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550), 6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550), 7 ทดลองในฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2550)

4.1.8.2 ความเข้มแสง

ชนิดของตาข่ายพรางแสงมีผลต่อความเข้มแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีเปอร์เซ็นต์การพรางแสงสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือตาข่ายพรางแสง Aluminet และ Red Cromatinet ตามลำดับซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุดส่งผลให้ผักสลัดที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำได้รับความเข้มแสงต่ำกว่าตาข่ายพรางแสงชนิดอื่น เนื่องจากคุณสมบัติของตาข่ายพรางแสงสีดำ แสงสามารถผ่านได้น้อยและมีการสะท้อนแสงได้น้อยกว่า Red Cromatinet และ Aluminet (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ดังแสดงในตารางที่ 4.14 และภาพภาคผนวกที่ ข.43

ตารางที่ 4.14 แสดงเปอร์เซ็นต์การพรางแสง[1]ของตาข่ายพรางแสงแต่ละชนิด

การพรางแสง	เปอร์เซ็นต์การพรางแสง	
ไม่พรางแสง	0.00	c
สีดำ	65.53	a
Red Cromatinet	49.14	b
Aluminet	51.80	b
F-test	*	
% CV	3.48	

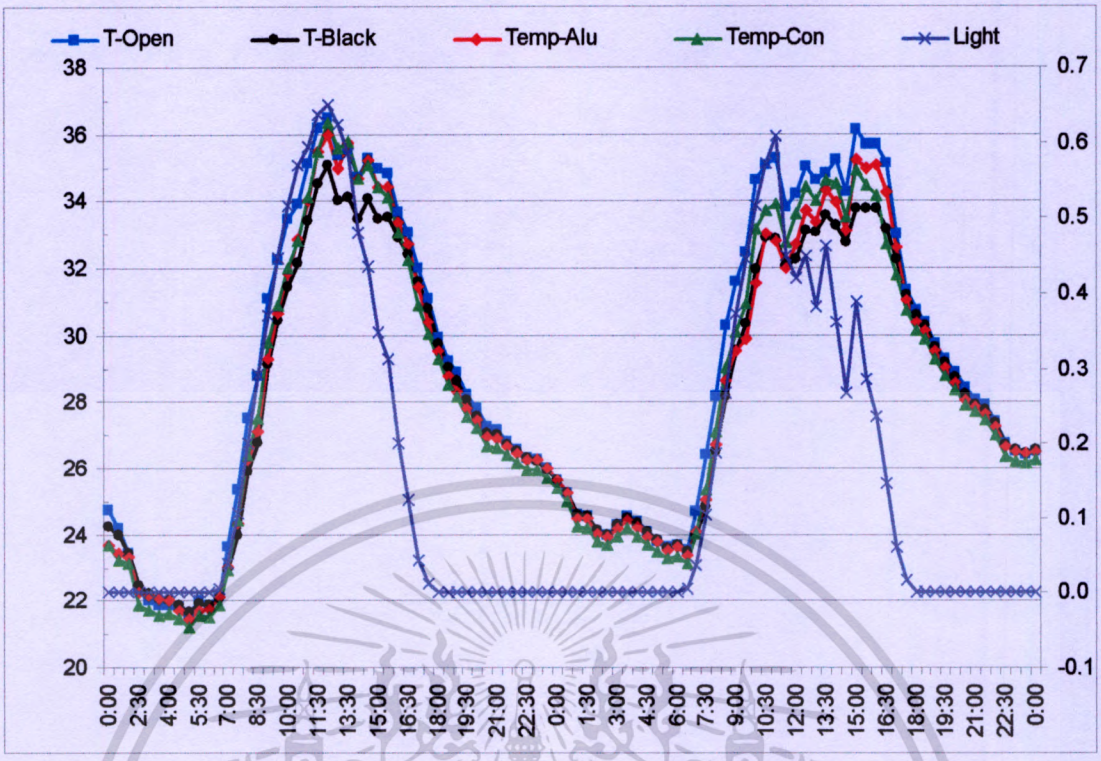
หมายเหตุ : 1 = เปอร์เซ็นต์การพรางแสงวัดจากความแตกต่างของความเข้มแสงเหนือตาข่ายพรางแสง 5 เซนติเมตรและใต้ตาข่ายพรางแสง 5 เซนติเมตร

อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

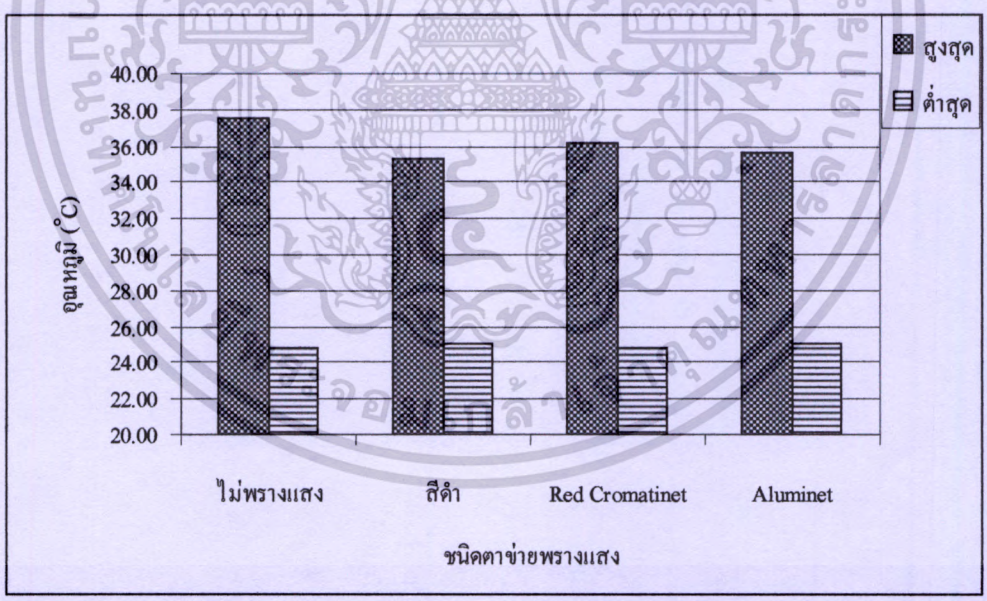
* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความเข้มแสงจากเครื่อง Data logger ยี่ห้อ Campbell ในรอบ 2 วัน โดยเก็บข้อมูลทุก 30 นาที พบว่าอุณหภูมิของทุกตำรับการทดลองและความเข้มแสงมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่เวลา 7.00 น. โดยอุณหภูมิมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 13.00-16.00 น. และจะลดลงเรื่อยๆจนถึงเวลา 4.00-6.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิต่ำสุด ส่วนความเข้มแสงมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. และเริ่มลดลงเรื่อยๆจนถึงเวลา 17.00-18.00 น. ซึ่งจะเห็นว่าความเข้มแสงและอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันคือเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นอุณหภูมิจะสูงขึ้น (ขนิษฐา พงษ์ปรีชา. 2549) และเมื่อความเข้มแสงลดลงอุณหภูมิก็จะลงลดลงด้วยแต่อุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงช้ากว่าความเข้มแสง เนื่องจากในอากาศมีอุณหภูมิสะสมอยู่สูง ดังแสดงในภาพที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความเข้มแสงในรอบ 2 วัน จากเครื่อง Data logger



ภาพที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยใต้ตาข่ายพรางแสงทั้ง 7 รอบปลูก

4.1.9 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

จากการเก็บข้อมูลผลจากการเก็บข้อมูลค่า EC ในถังสารละลาย ช่วงแรกๆของบางรอบปลูก จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าที่ปรับไว้ เนื่องจากน้ำในรางปลูกพืชระเหยไปมากและต้นพืชยังเล็กทำให้ดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหารไปน้อย แต่จะลดลงในช่วงใกล้เก็บผลผลิตเนื่องจากเป็นช่วงที่พืชดูดธาตุอาหารพืชไปใช้ในการเจริญเติบโตจำนวนมาก ซึ่งค่า EC แต่ละรอบปลูกแสดงในภาพภาคผนวกที่ ข.51-ข.50

4.1.10 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการเก็บข้อมูลค่า pH ในถังสารละลาย พบว่าส่วนมากจะเพิ่มขึ้นจากค่าที่ปรับไว้ เนื่องจากพืชดูดธาตุอาหารในรูปไนเตรทไอออน (NO_3^-) ซึ่งมีประจุลบในปริมาณที่มากทำให้พืชปล่อยประจุลบ (OH^-) ออกมามากส่งผลให้ค่า pH เพิ่มขึ้น แต่มีบางช่วงในฤดูฝน ค่า pH จะลดลงจากที่ปรับไว้ อาจเนื่องมาจากน้ำฝนมีความเป็นกรดและปนกับสารละลายธาตุอาหารพืช ประกอบกับในฤดูฝนมีความเข้มแสงน้อยและต้นพืชยังต้นเล็กทำให้ดูดปุ๋ยในรูปไนเตรท (NO_3^-) ได้น้อยจึงปล่อย (OH^-) ออกมาน้อย (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550) ซึ่งค่า pH แต่ละรอบปลูกแสดงในภาพภาคผนวกที่ ข.51-ข.57

4.1.11 อุณหภูมิของสารละลาย

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของสารละลาย พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 14 – 32 °C ซึ่งอุณหภูมิจะสูงสุดในช่วงกลางวันในช่วงฤดูร้อนและต่ำสุดในช่วงเวลากลางคืนในฤดูหนาว ซึ่งอุณหภูมิของสาระลายแต่ละรอบปลูกแสดงในภาพภาคผนวกที่ ข.58-ข.64

4.1.12 ปริมาณการใช้น้ำสะสม

จากการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของผักสลัด ในรอบปลูกที่ 4,5,6, และ 7 พบว่าในรอบปลูกที่ 7 ซึ่งปลูกในฤดูร้อนมีปริมาณการใช้น้ำสะสมสูงสุด อาจเนื่องจากรอบปลูกที่ 7 สภาพอากาศร้อนทำให้น้ำระเหยไปในอากาศมากและต้นพืชมีการคายน้ำสูง ในขณะที่รอบปลูกที่ 4,5 และ 6 มีปริมาณการใช้น้ำสะสมใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ปริมาณการใช้น้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามอายุพืช ซึ่งปริมาณการใช้น้ำขึ้นอยู่กับ อายุพืช การเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ ข.65-ข.68

4.2 ปริมาณไนเตรทของผักสลัด

ปริมาณไนเตรทในผักสลัด 2 ชนิด ในรอบปลูกที่ 2,5 และ 6 แสดงในตารางที่ 4.15 ดังนี้

- รอบปลูกที่ 2 (ฤดูฝน) ใน green oak พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีปริมาณไนเตรทสูงสุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสง Aluminet ในทางสถิติ รองลงมาคือตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet ส่วนไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุด ในขณะที่ red oak พบว่าการพรางด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีปริมาณไนเตรทสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

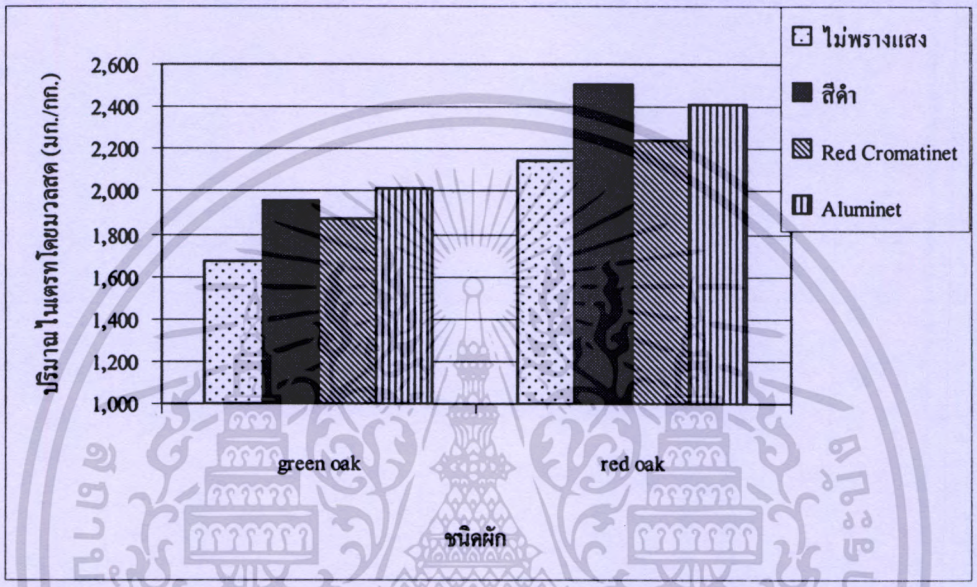
- รอบปลูกที่ 5 (ฤดูฝน) ใน green oak พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet มีปริมาณไนเตรทสูงสุดซึ่งไม่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำทางสถิติ รองลงมาคือตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet ส่วนไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุด ในขณะที่ red oak พบว่าสีดำมีปริมาณไนเตรทสูงสุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตาข่ายพรางแสง Aluminet ส่วนตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และไม่พรางแสงมีค่าใกล้เคียงกัน

- รอบปลูกที่ 6 (ฤดูร้อน) ทั้งใน green oak และ red oak พบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet มีปริมาณไนเตรทสูงสุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากตาข่ายพรางแสงสีดำในทางสถิติ รองลงมาคือตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet ส่วนไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุด

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรททั้ง 3 รอบปลูกผักสลัดที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำและ Aluminet มีแนวโน้มสะสมไนเตรทใกล้เคียงกันและสูงกว่า Red Cromatinet และไม่พรางแสง ซึ่งปัจจัยที่มีผลสำคัญต่อการสะสมไนเตรทคือ แสงและอุณหภูมิ โดยสภาพแวดล้อมที่มีแสงแดดน้อยและอุณหภูมิสูงมีผลให้เกิดการสะสมไนเตรทสูง (วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546 ; Maynard and Barker. 1972) ซึ่งในฤดูฝนตาข่ายพรางแสงสีดำมีปริมาณการสะสมไนเตรทสูงสุด เนื่องจากฤดูฝนมีปริมาณแสงน้อย และตาข่ายพรางแสงสีดำแสงสามารถผ่านได้น้อยกว่าตาข่ายพรางแสงชนิดอื่น จึงมีปริมาณไนเตรทสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Escobar *et al.* (2002) ที่พบว่าผักสลัดที่ปลูกในสภาพที่มีความเข้มแสงน้อย จะทำให้มีการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อสูง และการทดลองของ กิตติ บุญเลิศนิรันดร์ (2547) และ Carrasco and Burrage (1992) ที่พบว่าการพรางแสงมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดการสะสมไนเตรทที่ใบมาก ในขณะที่ฤดูร้อนมีปริมาณแสงมากส่งผลให้ปริมาณแสงใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำมีมากขึ้น ตาข่ายพรางแสง Aluminet จึงมีปริมาณการสะสมไนเตรทสูงกว่าสีดำเล็กน้อย ส่วนไม่พรางแสงมีปริมาณการสะสมไนเตรทต่ำสุดในทุกรอบปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับตาข่ายพรางแสงทุกชนิด เนื่องจากความเข้มแสงมีผลต่อการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อพืช โดยในสภาวะที่ความเข้มแสงน้อยจะส่งผลให้พืชสะสมไนเตรทมากกว่าในสภาวะที่มีความเข้มแสงมาก (วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546 ; Brown *et al.* 1999 ; Burt. 1993 ; 2002 ; Lo pez Cruz *et al.* 2003 ; Maynard and Barker. 1972) ในขณะที่การเปรียบเทียบการสะสมไนเตรทในแต่ละฤดู ทั้งใน green oak และ red oak พบว่าในฤดูฝนและฤดูร้อนมีปริมาณการสะสมไนเตรทสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งสูงกว่าในฤดูหนาวที่มีปริมาณการสะสมไนเตรทต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากในฤดูฝนบางวันไม่มีแสงแดดหรือมีแสงแดดน้อยส่งผลให้พืชถูกยับยั้งหรือมีกิจกรรมของไนเตรทรีดักเทสต่ำ จึงทำให้ไนเตรทถูกสะสมตกค้างอยู่ในพืชมากขึ้น (ยงยุทธ โอสถสภา. 2545 ; ณัฐกร อินทรวิชะ. 2549) ส่วนในฤดูร้อนอุณหภูมิสูงมาก ทำให้พืชเจริญเติบโตไม่ดี ต้นแกร็น และน้ำหนักสดต่ำ จึงเกิดการสะสมไนเตรทสูงเนื่องจาก Dilution effect ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Van der Boon *et al* (1990.) ที่กล่าวว่าในฤดูหนาวที่มีแสงน้อย ผักสลัดจะมีปริมาณการสะสมไนเตรทสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องจากในยุโรปฤดูหนาวจะมีแสงน้อยกว่าฤดูร้อนและน้อยกว่าแสงในฤดูหนาวในประเทศไทยมาก ในขณะที่ผักสลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

red oak มีปริมาณการสะสมไนเตรทสูงกว่า green oak ในทุกฤดูซึ่งอาจเนื่องมาจาก red oak มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำกว่า green oak นอกจากนี้ red oak ยังมีสีเข้มกว่า green oak (จีราวรรณ ศรียาภัย. 2547) หรืออาจเนื่องมาจากพันธุกรรม (Reinink and Eenink. 1988) โดยสอดคล้องกับการทดลองของ Weimin *et al.* (1998) ที่พบว่าชนิดของพืชมีผลต่อปริมาณการสะสมไนเตรทในผัก Peck *et al.* (1971) และ Barker and Maynard (1972) ที่พบว่าพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์จะมีปริมาณการสะสมไนเตรทที่ต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.6-4.7,ภาคผนวก ค.1-ค.3



ภาพที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในผักสลัดทั้ง 3 รอบปลูก

ภาพที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในแต่ละฤดูในผักสลัด 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงผลของการพรางแสงต่อปริมาณไนเตรทในผักสลัด (มก./กก.นน.สด)

การพรางแสง	green oak			red oak		
	รอบปลูกที่			รอบปลูกที่		
	2	5	6	2	5	6
ไม่พรางแสง	1,897.00 c	1,253.00 c	1,875.67 c	2,374.67 c	1,746.00 b	2,318.67 b
สีดำ	2,147.67 a	1,419.33 ab	2,307.33 ab	2,894.33 a	1,982.66 a	2,628.33 a
Red Cromatinet	2,041.67 b	1,303.00 bc	2,274.33 b	2,513.00 bc	1,789.67 b	2,420.67 ab
Aluminet	2,061.67 ab	1,473.33 a	2,509.00 a	2,646.00 bc	1,890.33 ab	2,702.00 a
F-test	*	*	*	*	*	*
% CV	2.54	4.67	4.91	3.72	4.57	5.85

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

การประเมินการเจิญเติบโตของผักสลัดประเมินภาพรวมทุกชนิดผัก

รอบปลูกที่ 2 ทดลองในฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2549), 5 ทดลองในฤดูหนาว (มกราคม- กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550),

6 ทดลองในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2550)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเปรียบเทียบความแตกต่างของชนิดตาข่ายพรางแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักสลัดที่ปลูกในระบบ NFT ทั้ง 7 รอบปลูก ในด้านการเจริญเติบโตพบว่าการปลูกผักสลัดใต้ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าน้ำหนักสดของผักสลัดที่ปลูกโดยไม่พรางแสงและพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่น้ำหนักแห้งพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และไม่พรางแสงมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงใกล้เคียงกัน รองลงมาคือการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet ส่วนการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่ามากกว่าไม่พรางแสง ในขณะที่การประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัดพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตสูงใกล้เคียงกัน รองลงมาคือการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ ส่วนไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุด ในขณะที่การประเมินสีแดงของผักสลัดพบว่าไม่พรางแสงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์สีแดงสูงสุด รองลงมาคือการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าต่ำสุด ในขณะที่การประเมินความยืดของผักสลัดพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความยืดสูงสุด รองลงมาคือตำการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนไม่พรางแสงมีค่าต่ำสุด ในขณะที่การเก็บข้อมูลจำนวนต้นที่ตายพบว่าไม่พรางแสงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายสูงสุด ส่วนการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ Red Cromatinet และ Aluminet มีค่าใกล้เคียงกัน

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความเข้มแสงพบว่าผักสลัดที่ปลูกโดยไม่พรางแสงมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet ส่วนการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ และAluminet มีค่าต่ำใกล้เคียงกัน ในขณะที่ความเข้มแสงพบว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีเปอร์เซ็นต์การพรางแสงสูงสุด ซึ่งมีผลให้ความเข้มแสงใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำต่ำกว่าความเข้มแสงใต้ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยมวลสดในผักสลัดในรอบปลูกที่ 2,5 และ6 พบว่าไม่พรางแสงมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทต่ำกว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงทุกชนิดในทุกรอบปลูก และทั้งในผักสลัด green oak และ red oak รองลงมาคือการพรางแสงด้วยตาข่ายพราง Red

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cromatinet ส่วนการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet และสีดำมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทสูงใกล้เคียงกัน โดยในรอบปลูกที่ 2 ซึ่งทำการทดลองในฤดูฝน ทั้งในผักสลัด green oak และ red oak การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทสูงสุด ในรอบปลูกที่ 5 ซึ่งทำการทดลองในฤดูหนาว ในผักสลัด green oak การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทสูงสุด ส่วนในผักสลัด red oak การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทสูงสุด ในรอบปลูกที่ 6 ซึ่งทำการทดลองในฤดูร้อน ทั้งในผักสลัด green oak และ red oak การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง Aluminet มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไนเตรทสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าผักสลัด red oak มีปริมาณปริมาณการสะสมไนเตรทสูงกว่า green oak ในทุกรอบปลูก และผักสลัดที่ทำการทดลองในฤดูฝนและฤดูร้อนมีปริมาณการสะสมไนเตรทสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งสูงกว่าผักสลัดที่ทำการทดลองในฤดูหนาว แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการสะสมไนเตรทของทุกตำรับการทดลองและทุกรอบปลูกมีค่าอยู่ระหว่าง 1,253-2,894 มก./กก.นน.สด ซึ่งยังอยู่ในช่วง 2,500-4,500 มก./กก.นน.สด ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของสหภาพยุโรป (European Economic Community) จึงไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค

การปลูกผักสลัดในประเทศไทยซึ่งมีความเข้มแสงมากควรทำการพรางแสงและสเปรย์น้ำควบคู่ไปด้วยโดยเฉพาะช่วงฤดูร้อน แต่บางช่วงในฤดูฝนที่ไม่มีแสงแดดหรือมีแสงแดดน้อยเป็นเวลาหลายวันอาจทำการเปิดตาข่ายพรางแสงออก จากผลการทดลองตาข่ายพรางแสงที่เหมาะสมจะนำไปใช้พรางแสงคือ ตาข่ายพรางแสง Red Cromatinet และ Aluminet ซึ่งจะให้ผลผลิตดีกว่าตาข่ายพรางแสงสีดำ แต่ตาข่ายพรางแสงทั้งสองเป็นตาข่ายที่นำเข้าจากประเทศอิสราเอล ทำให้มีราคาสูงกว่าตาข่ายพรางแสงสีดำมาก ซึ่งอาจใช้ตาข่ายพรางแสงสีอื่นๆที่ผลิตในประเทศไทยและมีการสะท้อนแสงดีกว่าสีดำ เช่น สีเงิน นอกจากนี้สามารถใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำขึงสลับสูงต่ำในแนวเหนือใต้ เพื่อให้แสงสามารถผ่านเข้ามาและให้พืชได้รับแสงสม่ำเสมอทั่วโต๊ะปลูก เพื่อลดปัญหาการขาดแสงในการปลูกผักสลัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. **ผักกาดหอม.** [Online]. Available : http://www.doae.go.th/library/html/detail/lettuce/index.htm.

กิตติ บุญเลิศนิรันดร์. 2547. "อิทธิพลของการพรางแสงต่อผลผลิต และปริมาณไนเตรทตกค้างในผลผลิตผักกาดหอมผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน." **รายงานการวิจัย.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาพระนครศรีอยุธยา หันตรา.

กุลชลี งามจี้. 2525 การหาความเข้มข้นของไนเตรทในผักบางชนิดจากตลาด 3 แห่งในกรุงเทพมหานคร. " วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขนิษฐา พงษ์ปรีชา. 2549. **การปลูกพืชผักระบบไฮโดรโปนิคส์.** [Online]. Available : http://www.doae.go.th/library/html/detail/hydroponic/index.htm.

จีราวรรณ ศรียาภัย. 2547. "การพัฒนาสูตาสารละลายสำหรับปลูกผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิค" วิทยานิพนธ์วิทยาศาตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชาติประชา สอนกลิ่น. 2549. **เทคโนโลยีระบบโรงเรือนเนตาฟิมล่าสุด.** [Online]. Available : http://www.netafim.co.th/img/new_sys/media4/0/0_4635.pdf.

ณัฐกร อินทรวิชะ. 2549 "ผลของระดับความเข้มข้นและองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อผลผลิตและปริมาณของผักสลัด ที่ปลูกในระบบ Nutrient film technique (NFT)." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการจัดการการผลิต และเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทัศน์วิไล วัฒนายน. 2548. **การวัดปริมาณแสง อุณหภูมิ และความชื้นในโรงเพาะชำ.** [Online]. Available:http://www.ku.ac.th/e-magazine/july43/sang.pdf.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ และวุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2545. "การสำรวจเบื้องต้นปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมปลูกโดยไม่ใช้ดินในฤดูกาลต่างๆ." หน้า 67-73. **ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธีระศักดิ์ พงษาอนุทิน. 2547. "การเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายสูตรต่างๆ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นงนุช วงศ์สินชวน. 2532. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** ภูเก็ต : วิทยาลัยชุมชนภูเก็ต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. เขตการศึกษาภูเก็ต.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2550 การปลูกพืชไร้ดิน. [Online]. Available:http://www.agric-prod.mju.ac.th/web-veg/hydroponic/hydroponics.pdf

มนัชญา รัตนโชติ. 2546. "การงดสารละลายธาตุอาหารก่อนการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณการสะสมไนเตรทใน Watercress (Nasturtium officinale) และ Green Rose bush (Alternanthera lehmannii 'E green') ที่ปลูกโดยระบบ Deep Flow Technique (DFT)." วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ปัตตานี.

มนูญ ศิรินุพงศ์. 2544 **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติในประเทศไทย.** คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ปัตตานี.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2545. **ธาตุอาหารพืช.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์. 2542. "ผลของการพรางแสงต่อผลผลิตของผักกาดหัว." **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.** ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 : 23-28.

วุฒิพงษ์ พิมพ์โครต. 2546. "การสะสมไนเตรท และการลดไนเตรทก่อนเก็บเกี่ยวในผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2550. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** [Online]. Available:http://webhost. wu.ac.th/msomsak/Soilless/index.htm

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538. **แร่ธาตุอาหารพืชสวน.** ขอนแก่น : โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ ออฟเซ็ท.

อนุรักษ์ พ่วงผล. 2542. เกษตรเศรษฐกิจในครัวเรือน ผักสวนครัวเสริมรายได้. กรุงเทพฯ : หจก. โรงพิมพ์ อักษรไทย.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550. "การปลูกพืชในระบบ NFT (Nutrient Film Technique)." หน้า 1-33. **ใน เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตร การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 8.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 26-28 มกราคม 2550.

Alaburda and Nishihara. 1998. "Presence of nitrogen compounds in well water." **Revista de Saude Publica.** 32(2) : 175-160-165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Amr, A. and Hadidi, N. 2001. "Effect of cultivar and harvest date on nitrate (NO_3^-) and (NO_2^-) content of selected vegetables grown under open filed and greenhouse condition in Jordan." **Journal of Food Composition and Analysis.** 14 : 59-67.

Blom-Zandstra, M. 1989. "Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality." **Ann. Appl. Biol.** 155 : 553-561

Brown, J.R., Christy, M. and Smith, G.S. 1999. **Nitrate in Soils and Plants.** University Extension. University of Missouri-Columbia. Columbia. [Online]. Available : http://www. extension.missouri.edu/xplor/agguides/agchem/g090804.htm

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

Carrasco, G.A. and Burrage, S.W. 1992. "Diunalk Fluctuations in nitrate accumulation and reeducates activity in lettuce (Lactuca sativa L.) grown using nutrient technique." **Acta Horticulture.** 323 : 51-59.

Carter, J. and Bosma, S. 1974. "Effect of fertilizer and irrigation on nitrate–nitrogen and total nitrogen in potato tubers." **Agronom. J.** 66 : 263-266.

Cassens, R. 1997. "Residual nitrite in cured meats." **Food Technol.** 51(2) : 53-55.

Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E. and Youngs, V.L. 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, X.G., Gastaldi, C., Siddiqi, M.Y. and Glass, A.D.M. 1997. "Growth of lettuce crop at row Ambient nutrient concentrations a strategy designed to limit the potential for Eutrophication." **J. Plant Nutr.** 20(10) : 1403-1407.

Douglas, J.S. 1988. **Beginner's Guide to Hydroponics : Soilless Gardenting.** International

Drews, M., Schonhof, I. and Krumbein, A. 1996. "Nitrate, vitamin C and sugar content of lettuce (Lactuca sativa) depending on cultivar and stage of head development." **Gartenbauwissenschaft.** 61 : 3. 122-129.

Elia, A., Santamaria, P. and Serio, F. 1998. "Nitrogen nutrition yield and quality of spinash." **J. Sci. Food Agr.** 76 : 341-346.

Escobar, A.J., Burns, I.G., Lee, A., and Edmondson, R.N. 2002. "Screening lettuce cultivars for low nitrate content during summer and winter production." **Journal of Horticultural Science and Biotechnology.** 77(2) : 232-237

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

European Commission. 1997. **Food standard.** [Online]. Available : http://www.Foodstandards. Gov.uk/science/surveillance/fsis-2001/nitrate-lettuce

Gent, M.P.N. 2003. "Solution electrical conductivity and ratio of nitrate to other nutrients affect accumulation of nitrate in hydroponics lettuce." **HortScience.** 38(2) : 222-227.

Gerrick, W.F. 1929. **The complete guide to soilless gardening.** New York : Prentice-Hall Inc.

Jones, B.J. Jr. 1997. **Hydroponics a Pratical Guide for the Soilless Grower.** Boca Raton. Florida : St. Lucie Press.

Keeney, D.R. 1970. "Nitrates in Plants and Water." **J. of Milk and food Technology.** 33 : 425-432.

Lo'pez Cruz, I.L., Van Willigenburg, L.G. and Van Straten, G. 2003. "Optimal control of nitrate inlettuce by a hybrid approach differential evolution and adjustable control weight gradient algorithms." **Computers and Electronics in Agriculture.** 40 : 179-197.

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

Maynard, D.N., Barker, A.V., Minotti, P.L. and Peck, N.H. 1976. "Nitrate Accumulation in Vegetables." **Advances in Agronomy.** 28 : 71-118

Muramoto, J. 1999. **Comparison of Nitrate Content in Leafy Vegetables from Organic and Conventional Farms in California.** Santa Cruz. USA : center for agroecology and sustainable food systems university of California.

Paviovic, R., Petrovic, s. and Stevanvid, D. 1998. "The influence of cultivar and fertilization on yield and NO_3-N accumulation in spinach left." **Acta Horticulturae.** 456 : 269-273

Peck, N.H., Barker, A.V., Mcdonald, G.E. and Shallenbaker, R.S. 1971. "Nitrate accumulation in vegetables. Table beets growth in upland soils." **Agronom. J.** 63 : 130-132.

Polysack plastic industries ltd. 2007. **Products.** [Online]. Available : http://www.polysack.com/ index.php.?page_id=1

Reinink, K. and Eenink, A.H., 1988. "Genototypical differences in nitrate accumulation in shoot and root of lettuce." **Scientia Horticulturae.** Vol. 37 : 13-24

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scaife, A. Saraiva-Ferreira, M.E. And Turner, M.K. 1986. "Effect of nitrogen form on the and nitrate concentration of lettuce." **Plant and Soil.** 94 : 3-16.

Schonbeck, M. 1988. "Nitrate in winter greenhouse leafy vegetables." **Article No. 33,** MA : NewAlchemy Quarterly Institute Inc.

Schwarz, M. 1995. **Soilless culture management.** Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Seginer, I. 1998. "Nitrate concentration in greenhouse lettuce." A Modeling Study. **Acta Horticulturae.** 456 : 189-197

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

Thomson, H.C. 1949. **Salad crop : Vegetable crop.** New York : McGraw-Hill Book Co., Inc.

Van der Boon, J., Steenhuizen, J.W. and Steingrover, E.G. 1990. "Growth and Nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/ NO_3^- ratio and temperatiure of the recirculating nutrient solution." **Journal of Horticultural Science.** 65(3) : 309-321.

Van der Schee, H.A. and Speek, A.K. 2002. Report of nitrate monitoring results concerning regulation EU 194/97. region northwest. Netherlands : Dutch food and non-food authority (VWA). Inspectorate for health protection and veterinary public hezlth (KVW).

Weimin, Z., Shijun, L., Lihong, G., Laibing, ., Suping, Z., Zhongyang, H. and Dabiao, Z. 2005. **Genetic Diversity of Nitrate Accumulation in Vegetable Crop.** [Online]. Available : http://www.actahort.org/books/467/467_12.htm.

WHO. 1995. "44-Report of the joint FAO-WHO expert committee on food additives (JECFA)." 29-35. **WHO Technical Report No. 159.** Geneva : WHO.

Yordanov, N.D., Novakuva, E. and Lubenova, S. 2001. Consecutive estimation of nitrate and nitrite ions in vegetables and fruits by electron paramagnetic resonance spectrometry. Bulgaria : Institute of Catalysis Bulgarian Academy of Science.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

วิธีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์ไนเตรทในผักสลัดด้วยวิธี salicylic acid (Cataldo *et al.*1975)

นำตัวอย่างพืชสดที่เก็บมาตัดรากทิ้งและชั่ง น้ำหนักสดของต้นพืช แล้วล้างด้วยน้ำประปาและน้ำกลั่น ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู่ ใส่ถุงกระดาษเพื่อนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 °C จนน้ำหนักแห้งคงที่ แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างแห้งที่ได้ไปบดด้วยเครื่องบดพืช ผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร

นำตัวอย่างพืชที่ผ่านการบดแล้ว ไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C อีกครั้งเป็นเวลา 15-30 นาทีเพื่อไล่ความชื้น แล้วชั่งตัวอย่างพืช 0.1 กรัม ลงใน Erlenmeyer flash 125 ml เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร นำไปเขย่า 180 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปเหวี่ยงเพื่อแยกตะกอนออกด้วยเครื่อง centrifuge ที่ 2,500 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที

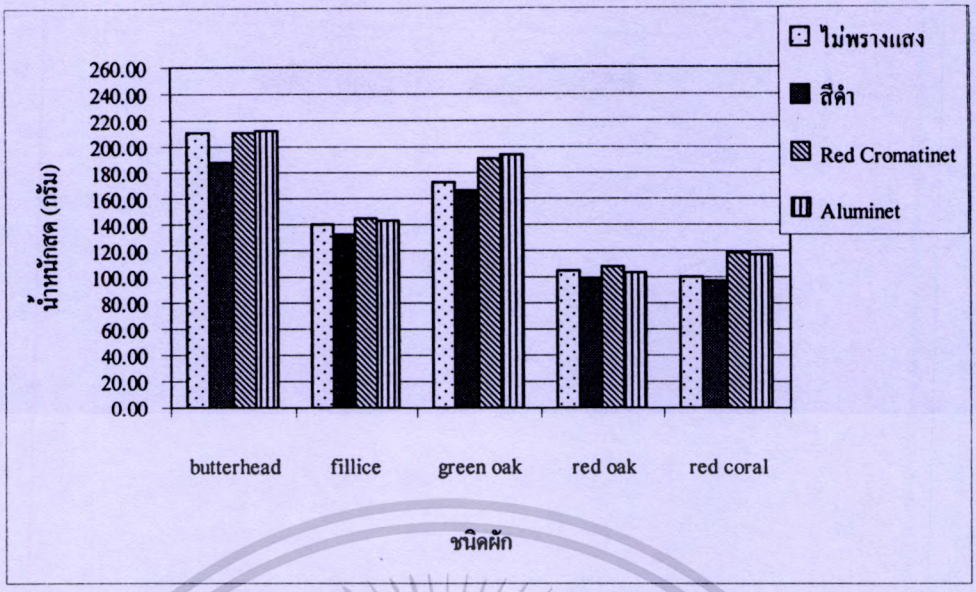
เมื่อได้สารละลายส่วนใสแล้ว ดูดสารละลาย 0.2 มิลลิลิตรใส่หลอดทดลอง เติม 95 % w/v salicylic acid 1 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นเติม 4 M NaOH 10 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำไปวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 410 นาโนเมตร โดยเปรียบเทียบกับสารละลายไนเตรทมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

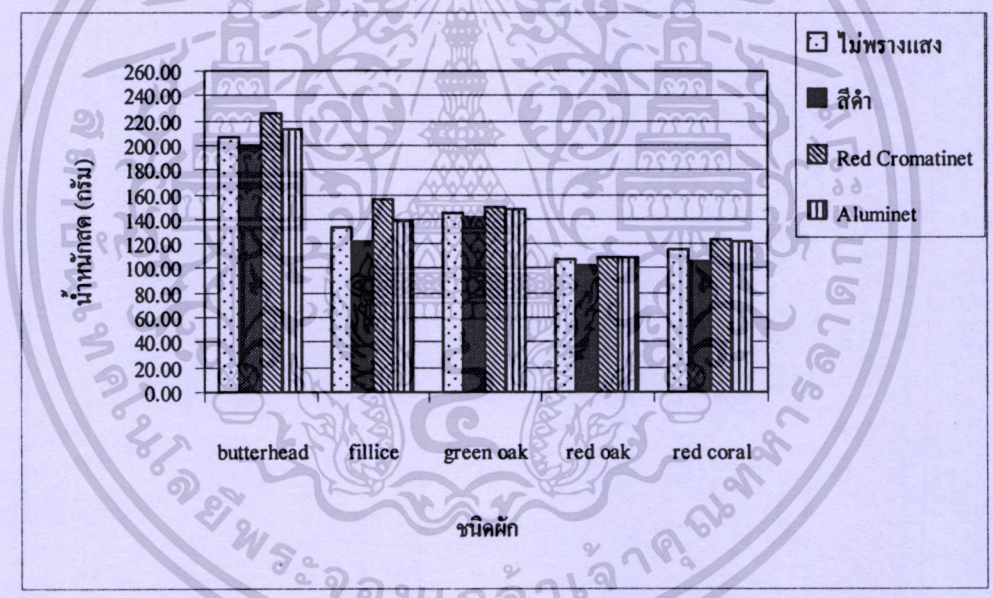
ภาคผนวก ข.

การเจริญเติบโตของผักสลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

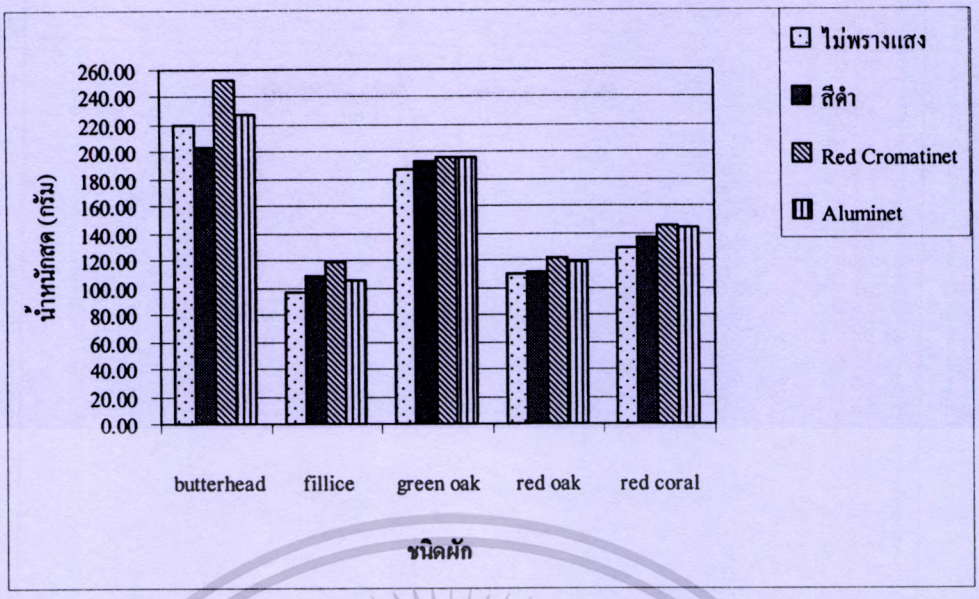


ภาพที่ ข.1 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 1



ภาพที่ ข.2 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 2

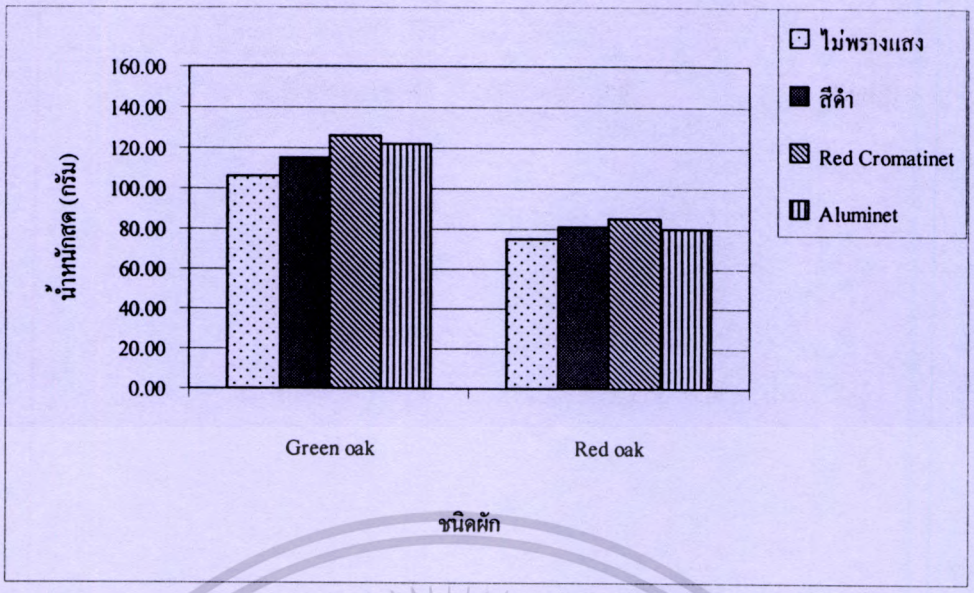
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



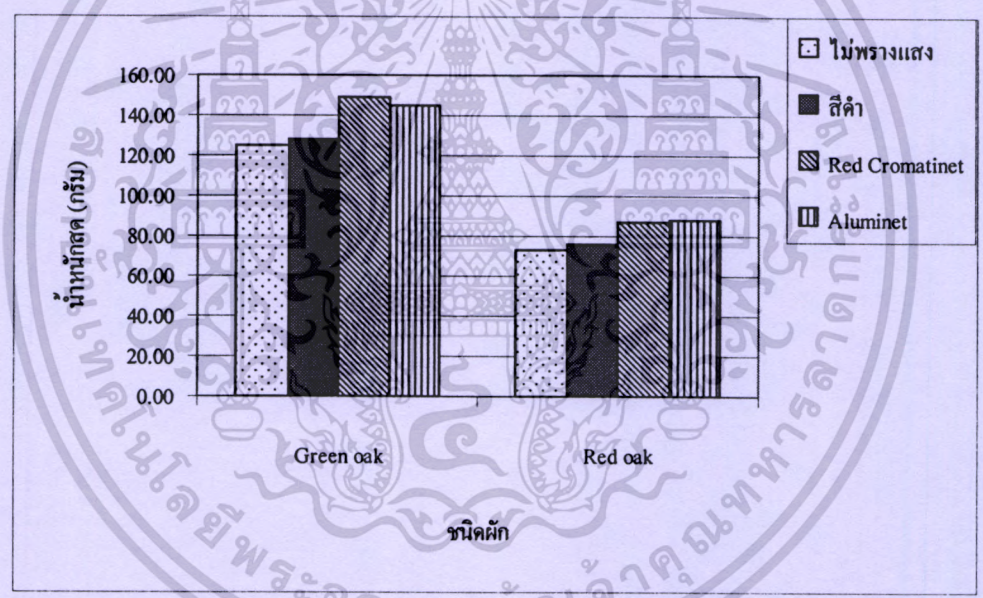
ภาพที่ ข.3 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 3

ภาพที่ ข.4 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

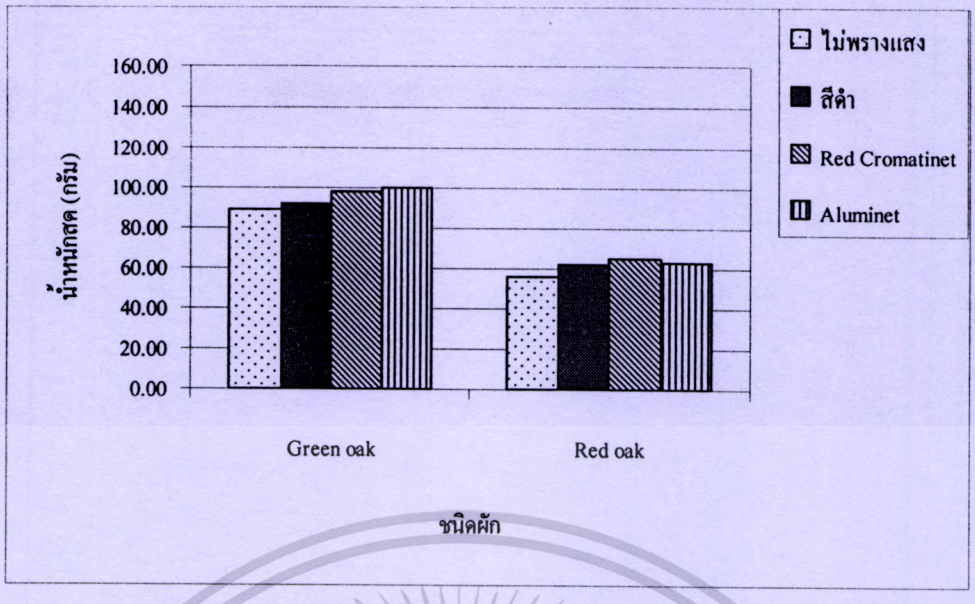


ภาพที่ ข.5 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 5

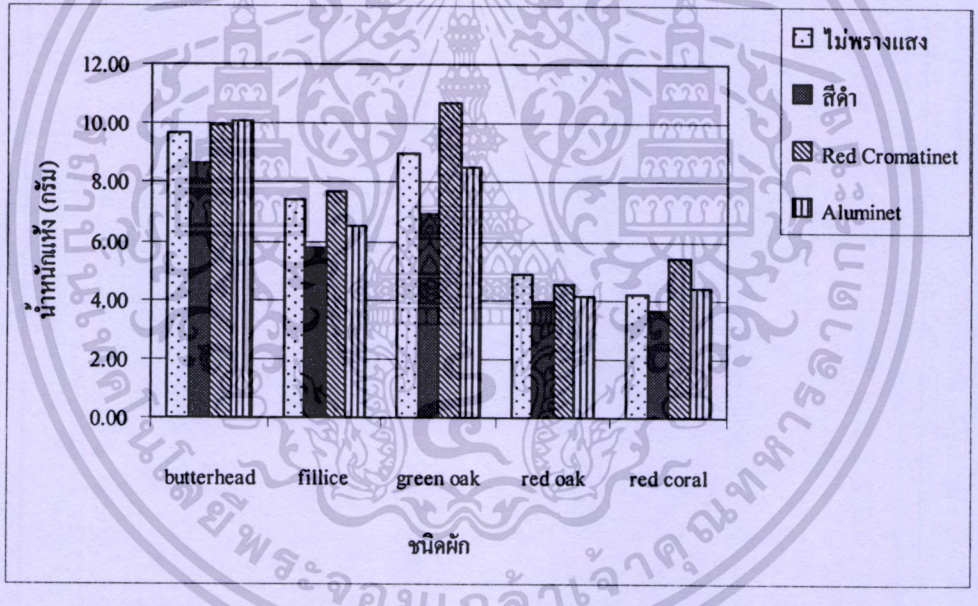


ภาพที่ ข.6 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

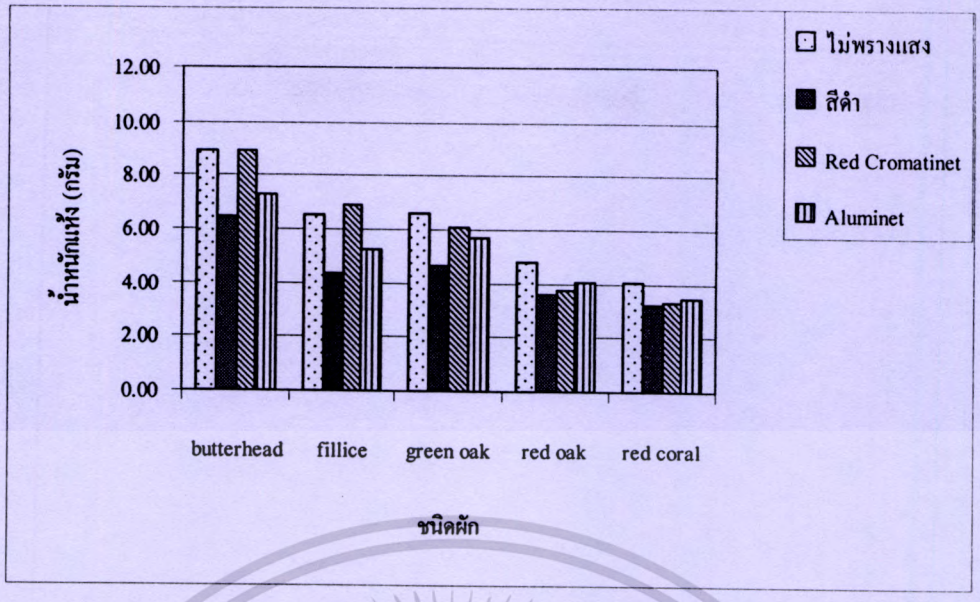


ภาพที่ ข.7 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 7

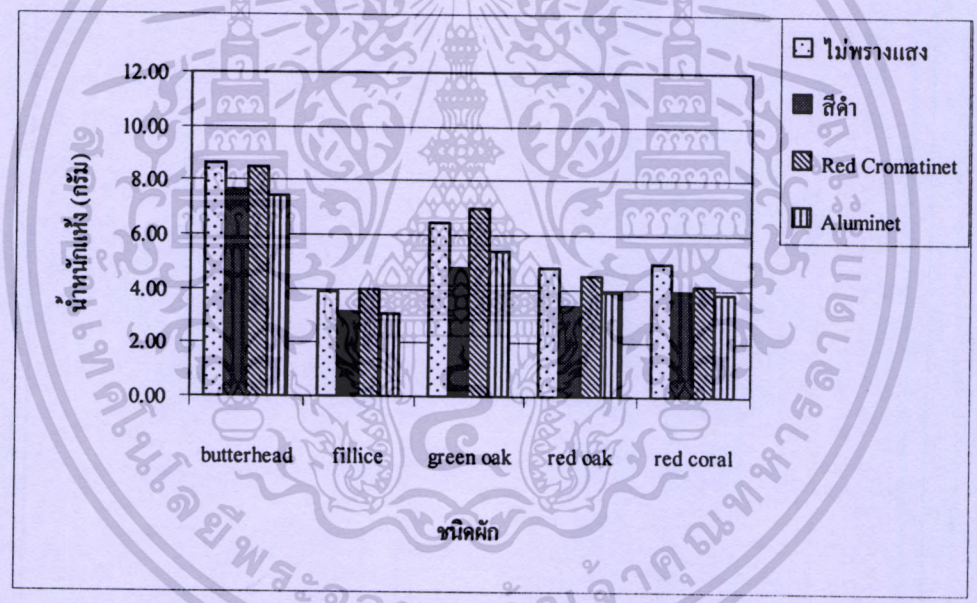


ภาพที่ ข.8 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

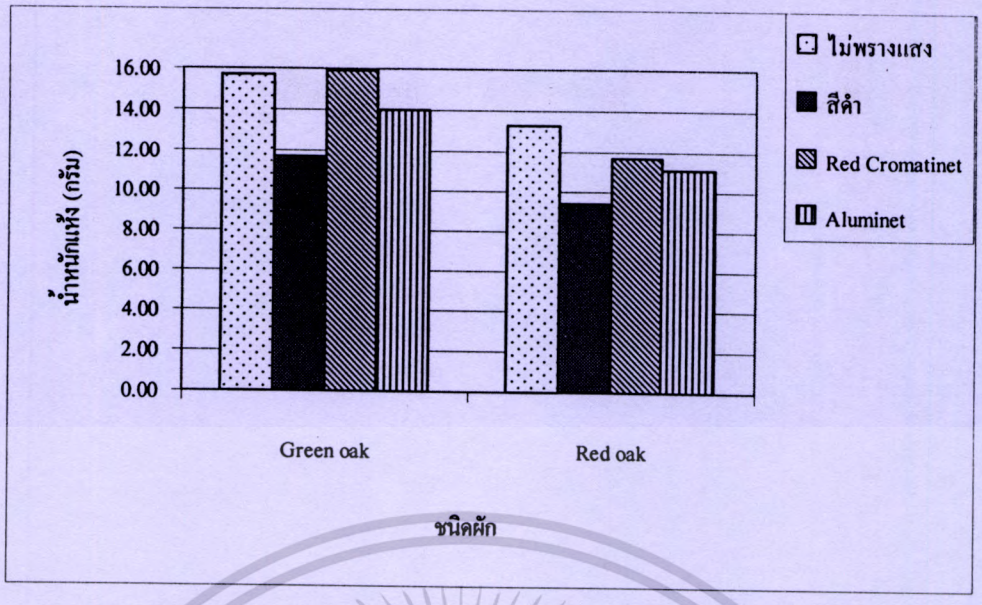


ภาพที่ ข.9 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 2



ภาพที่ ข.10 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 3

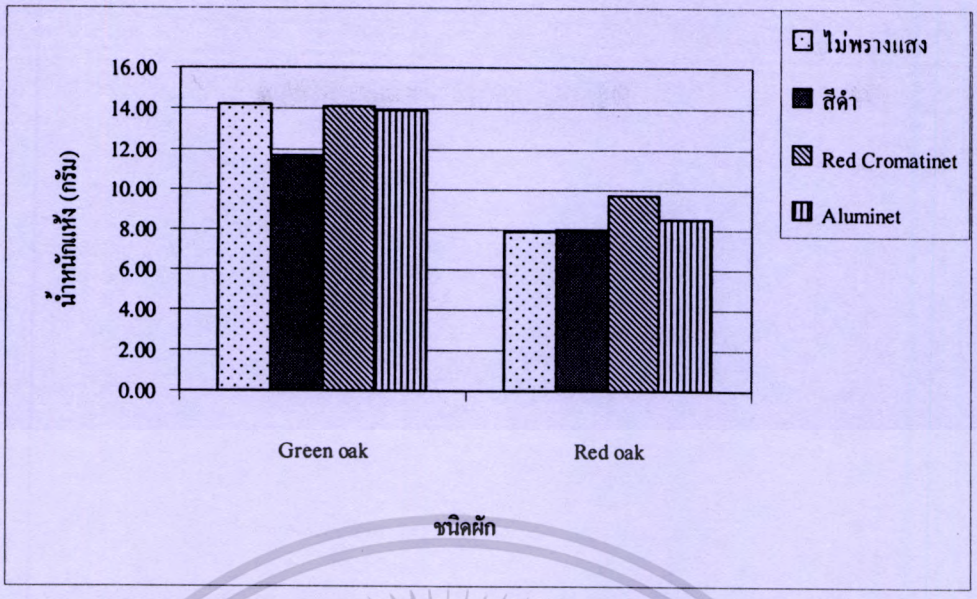
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.11 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 4

ภาพที่ ข.12 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 5

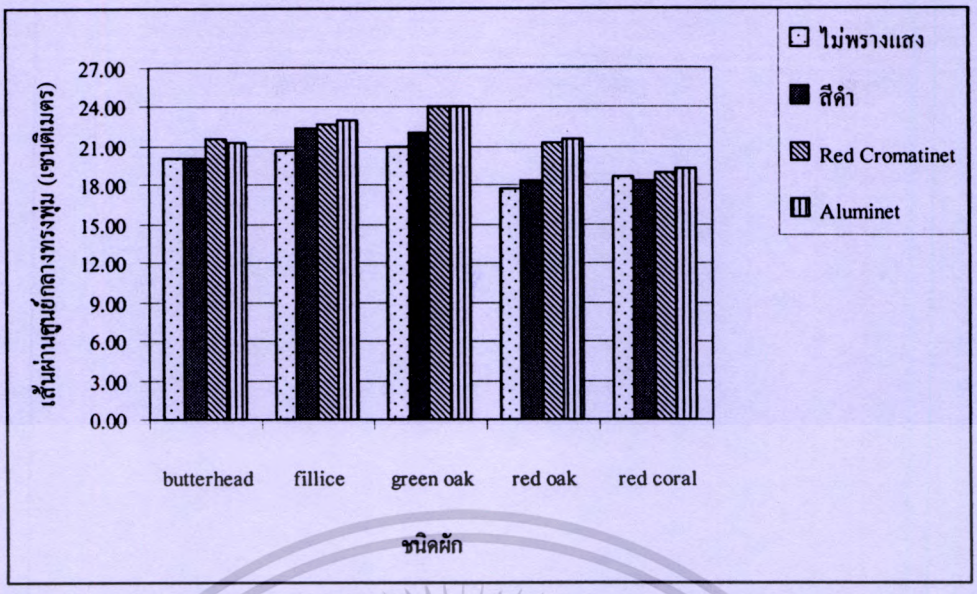
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



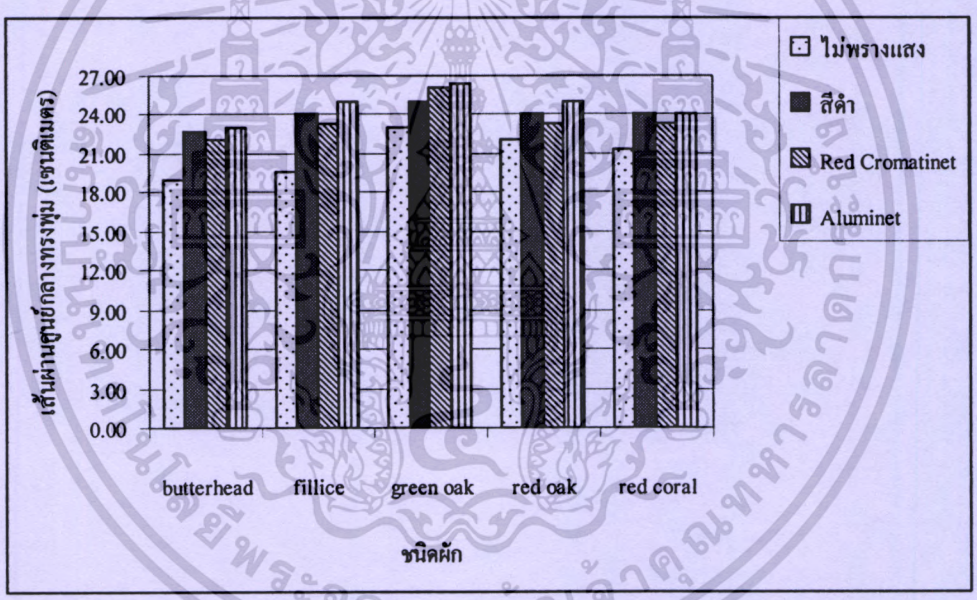
ภาพที่ ข.13 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 6

ภาพที่ ข.14 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

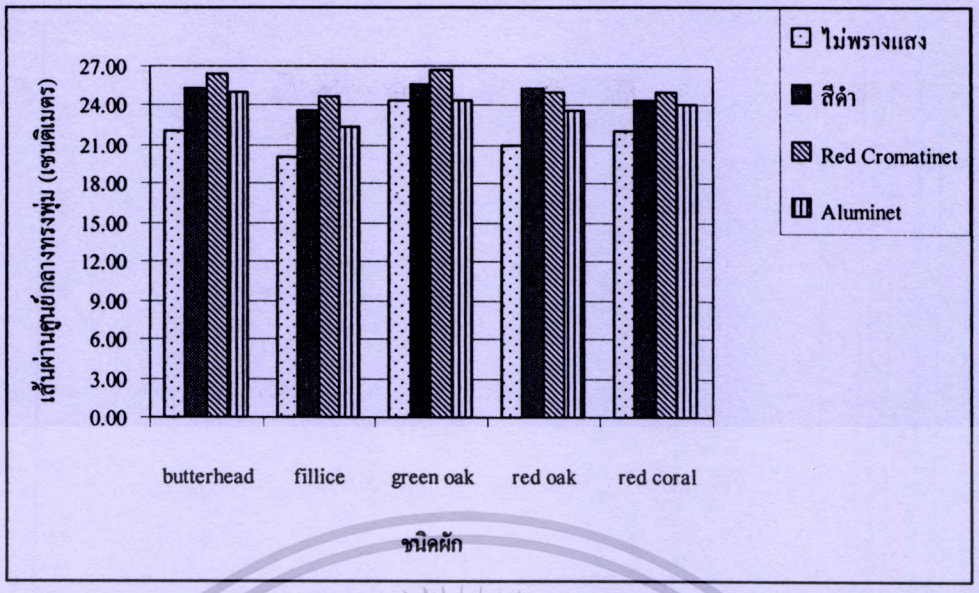


ภาพที่ ข.15 แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 1

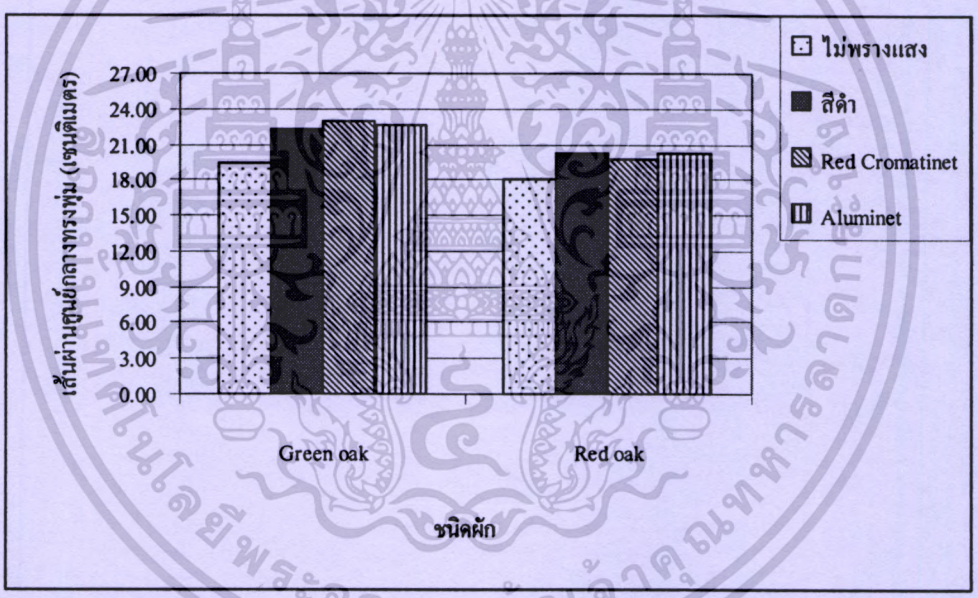


ภาพที่ ข.16 แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

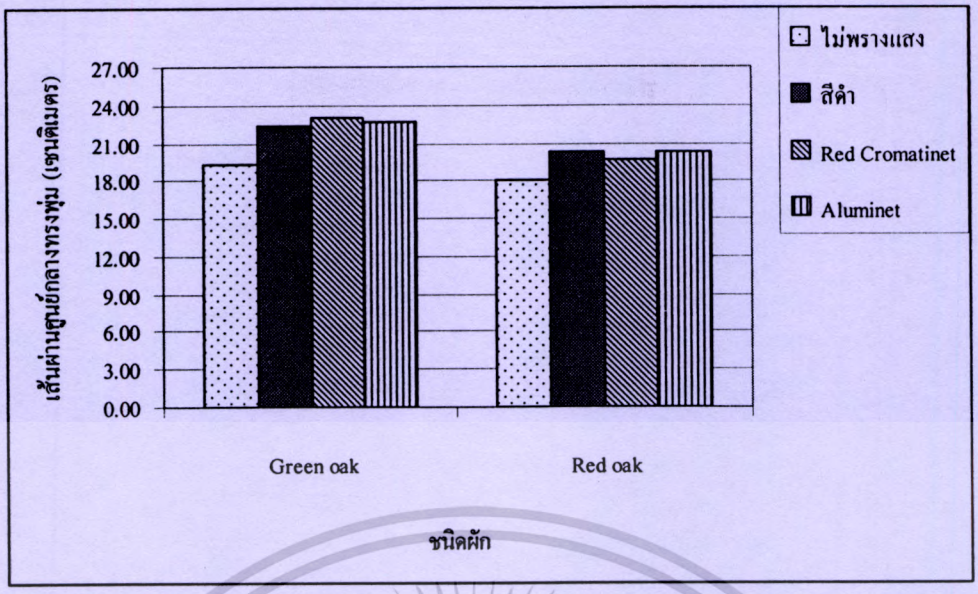


ภาพที่ ข.17 แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 5 ชนิดในรอบปลูกที่ 3



ภาพที่ ข.18 แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 4

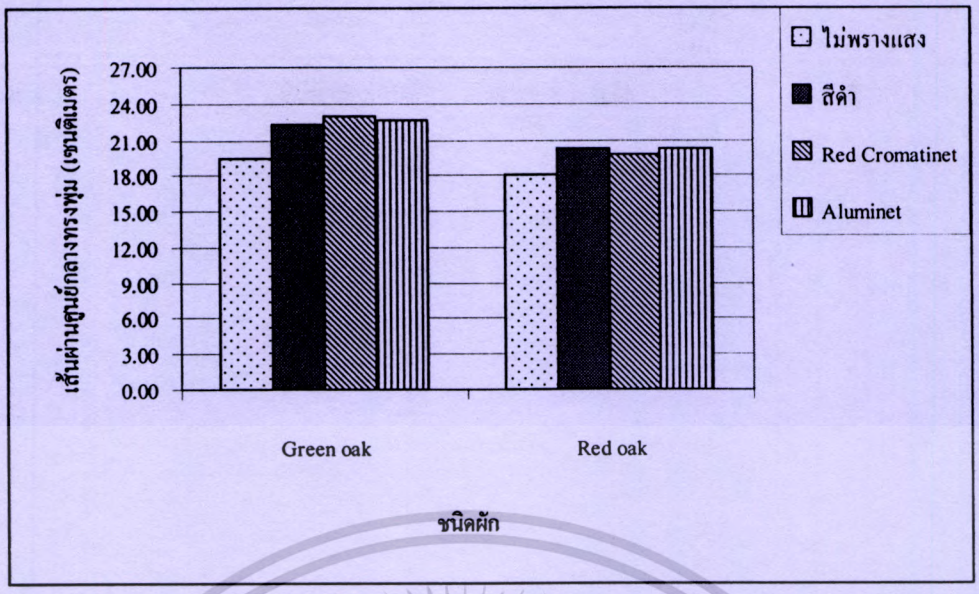
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



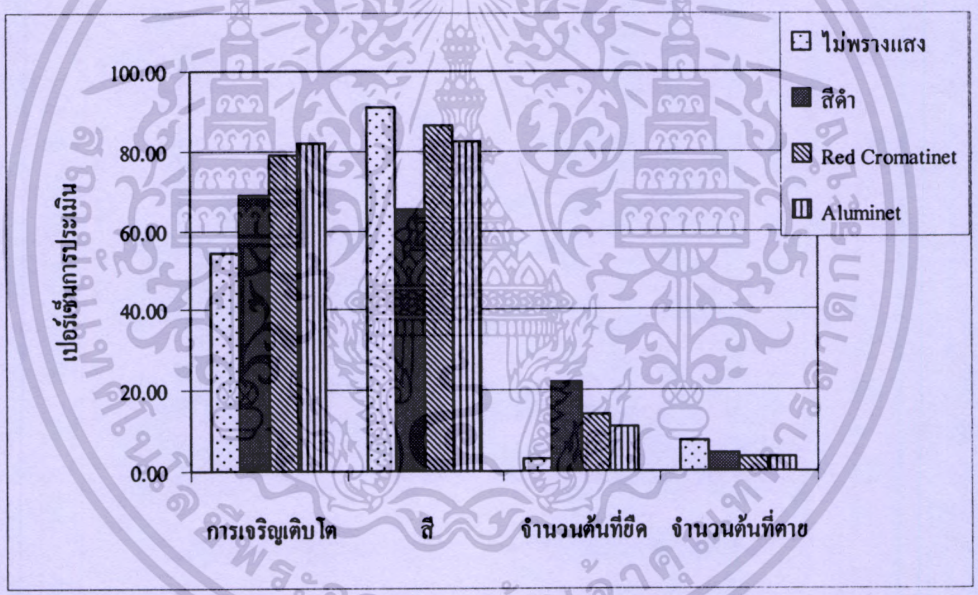
ภาพที่ ข.19 แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 5

ภาพที่ ข.20 แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

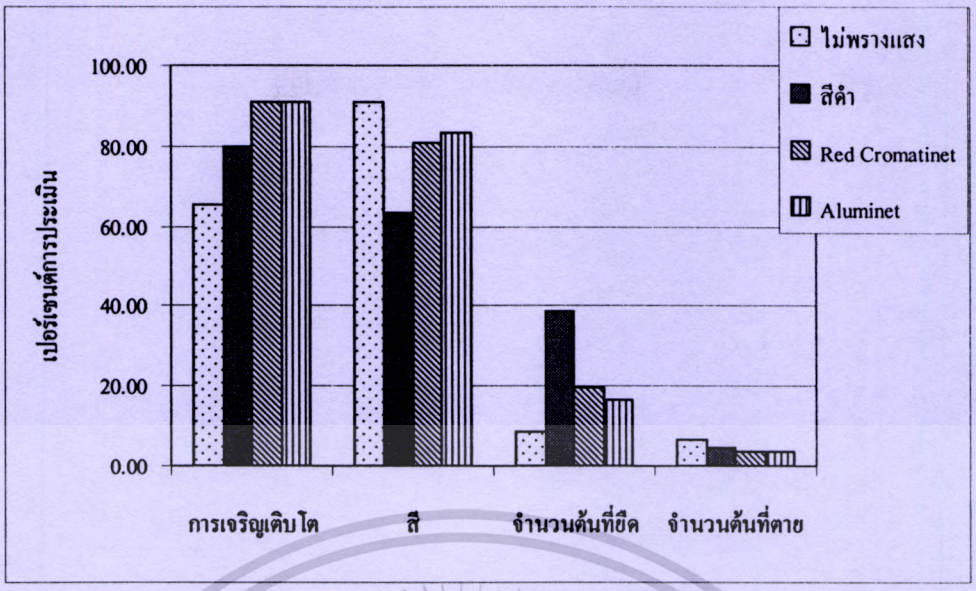


ภาพที่ ข.21 แสดงการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 7

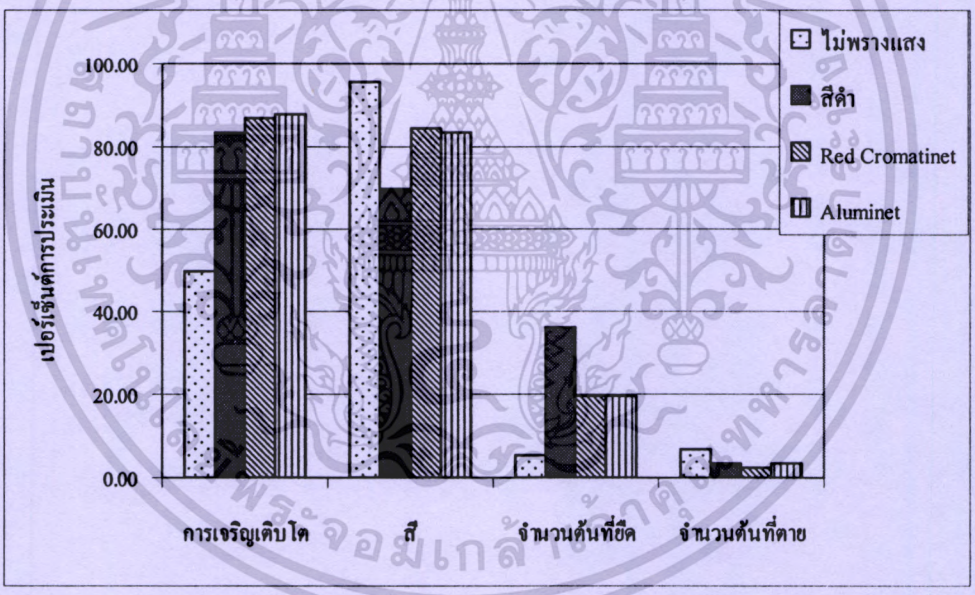


ภาพที่ ข.22 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

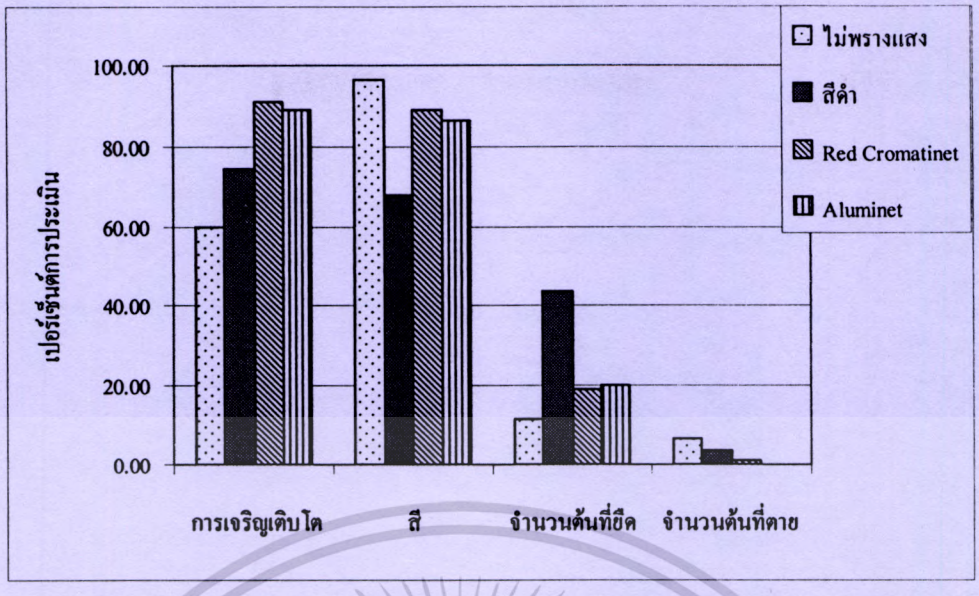


ภาพที่ ข.23 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 2

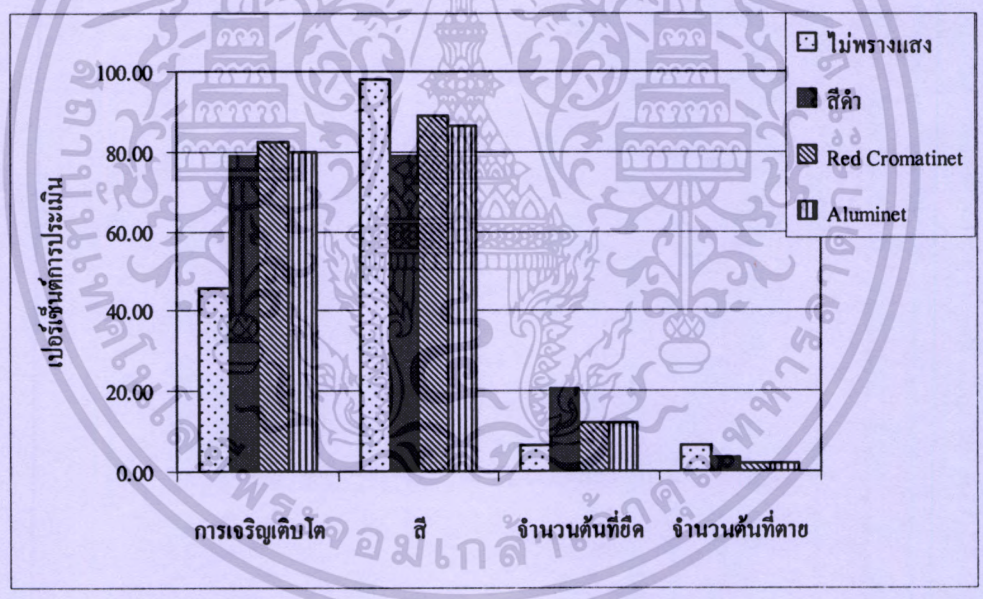


ภาพที่ ข.24 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

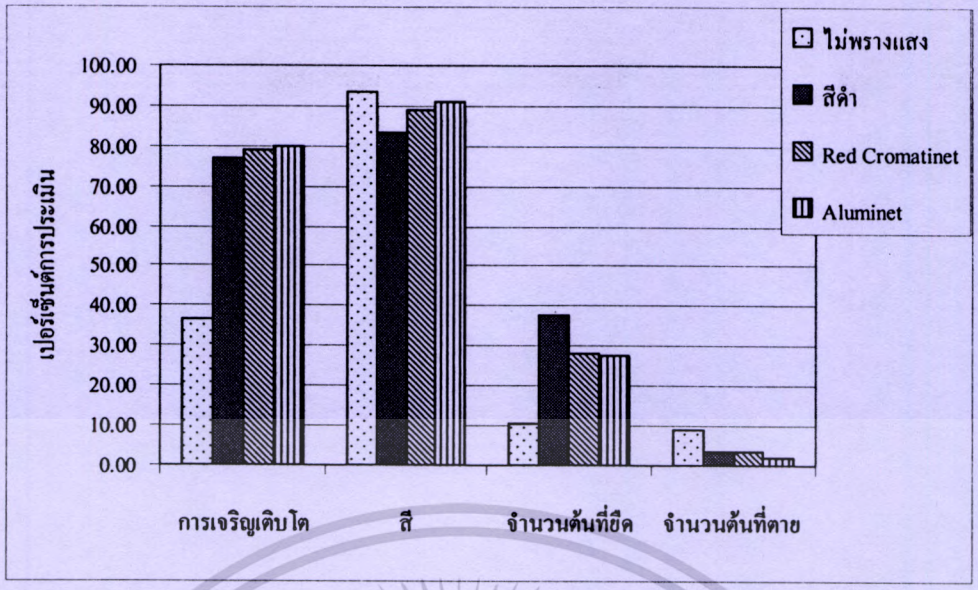


ภาพที่ ข.25 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 4

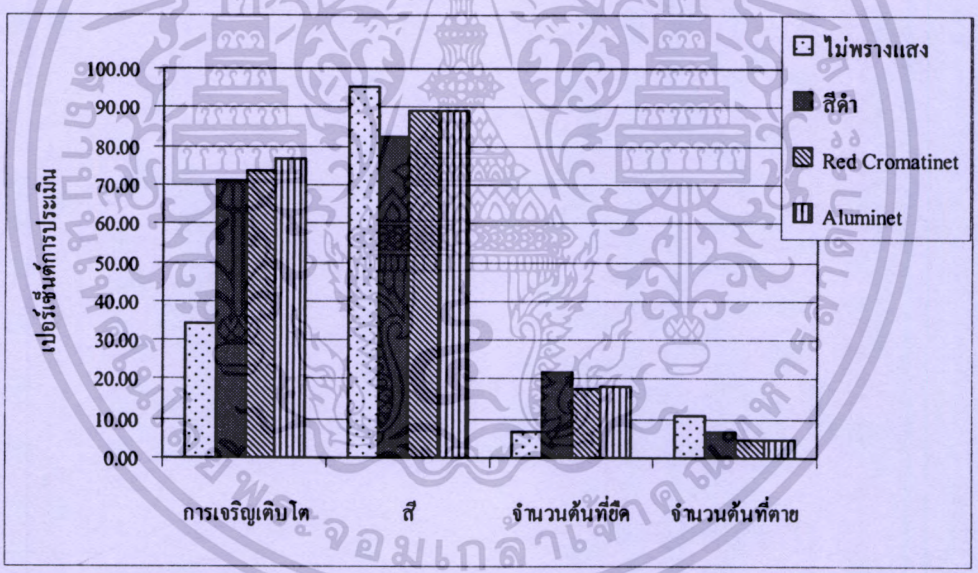


ภาพที่ ข.26 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

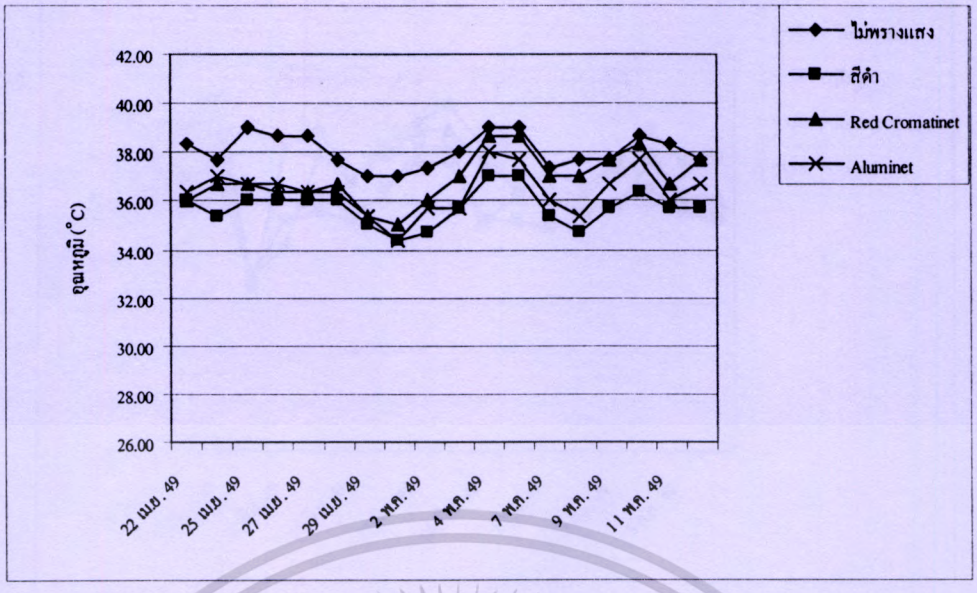


ภาพที่ ข.27 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 6

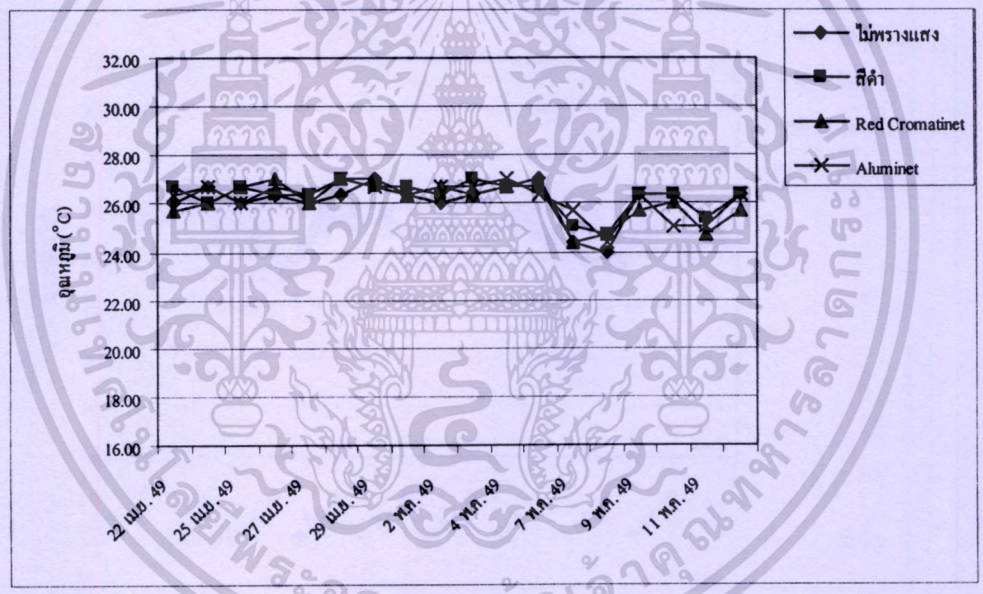


ภาพที่ ข.28 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินด้วยสายตาและจำนวนต้นที่ตายของผักสลัดในรอบปลูกที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

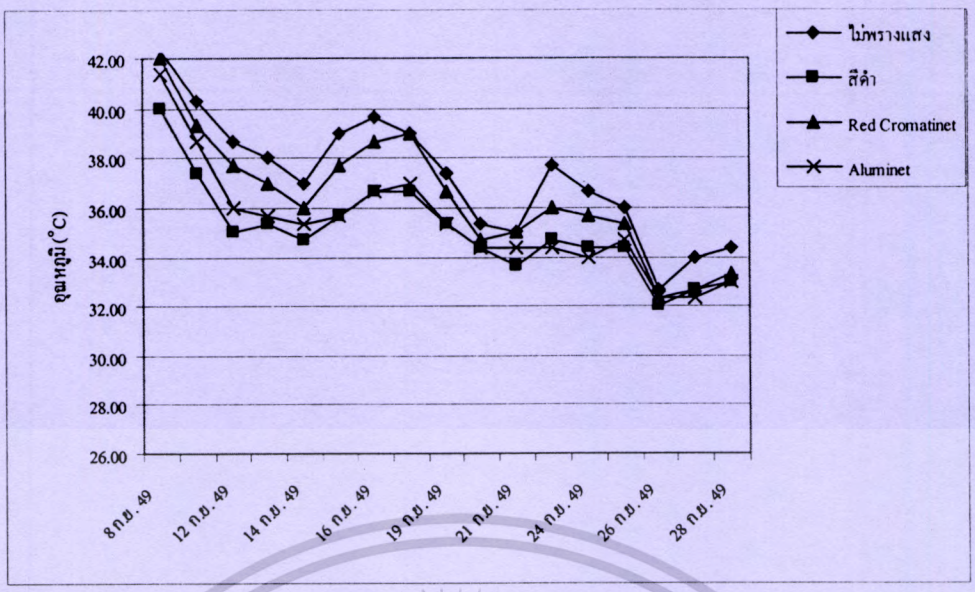


ภาพที่ ข.29 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 1

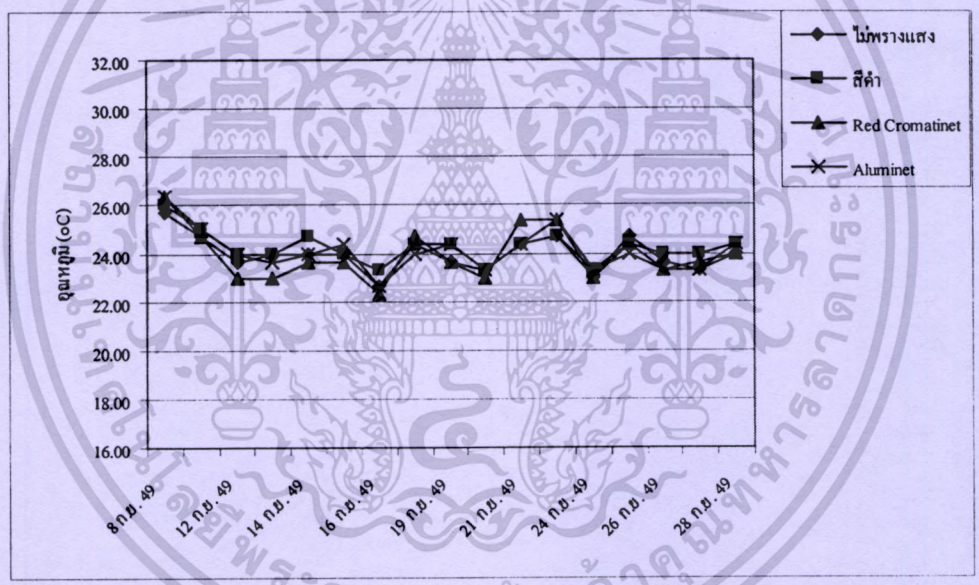


ภาพที่ ข.30 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

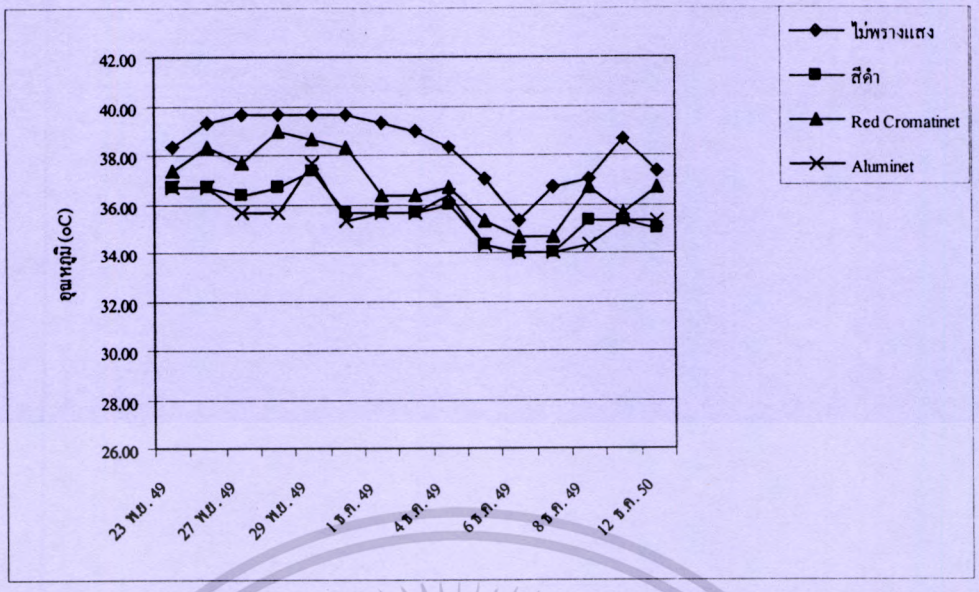


ภาพที่ ข.33 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 3

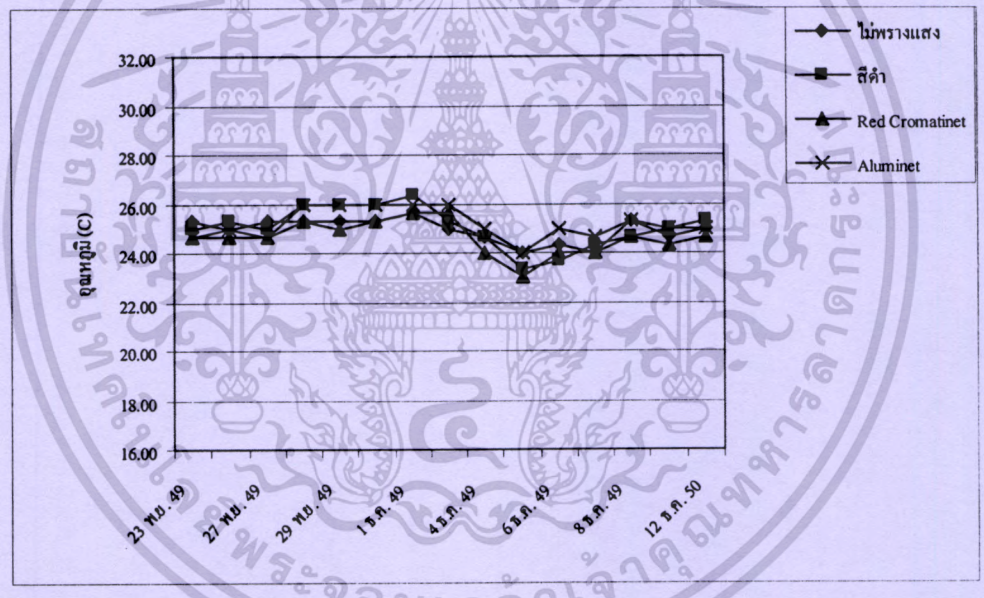


ภาพที่ ข.34 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

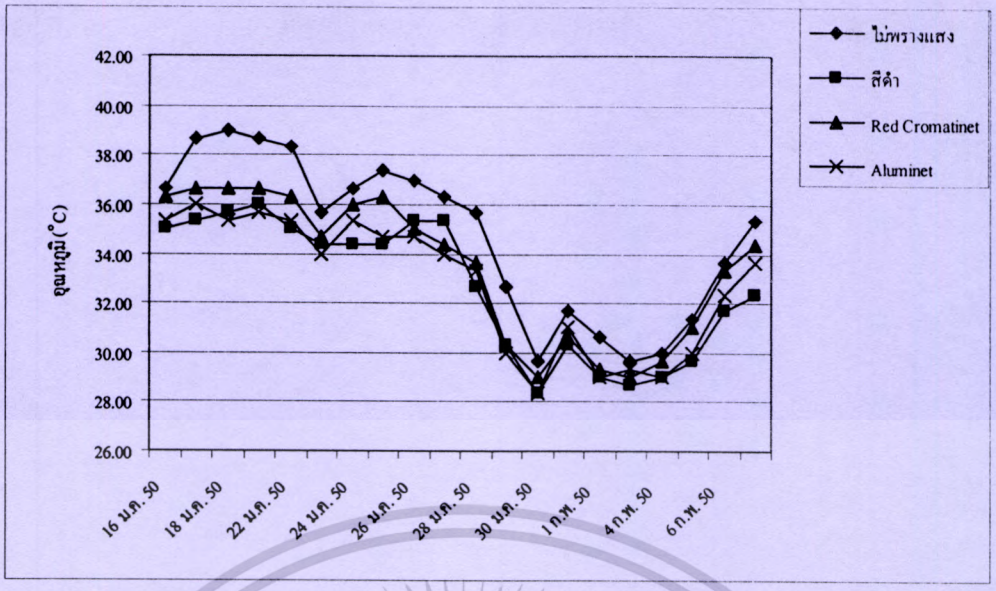


ภาพที่ ข.35 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 4

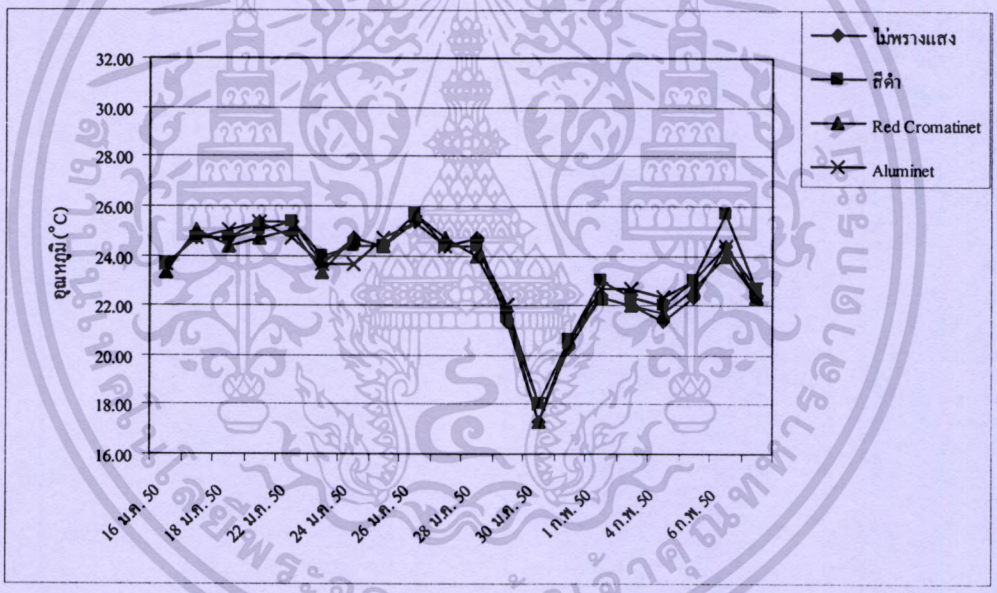


ภาพที่ ข.36 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

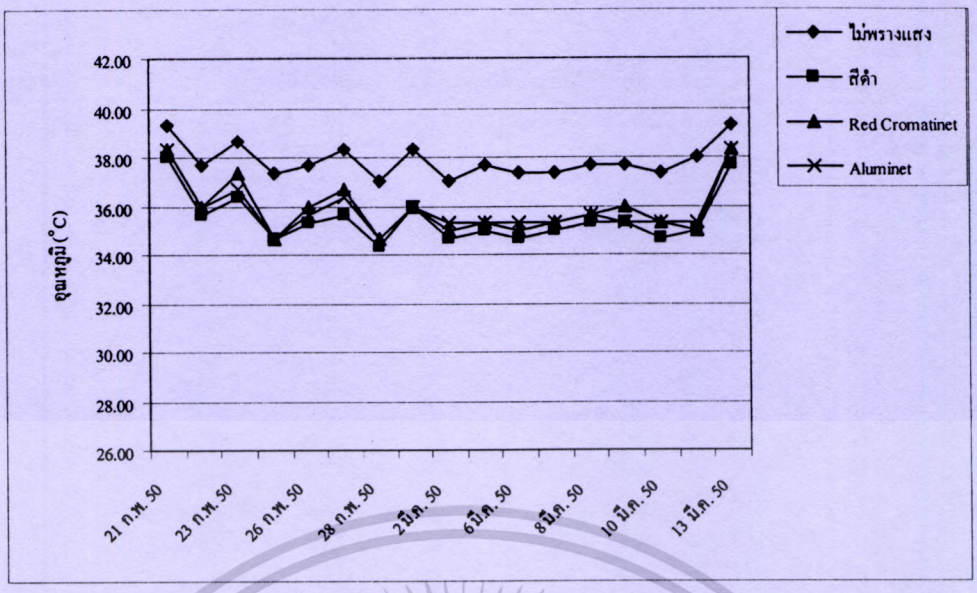


ภาพที่ ข.37 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 5

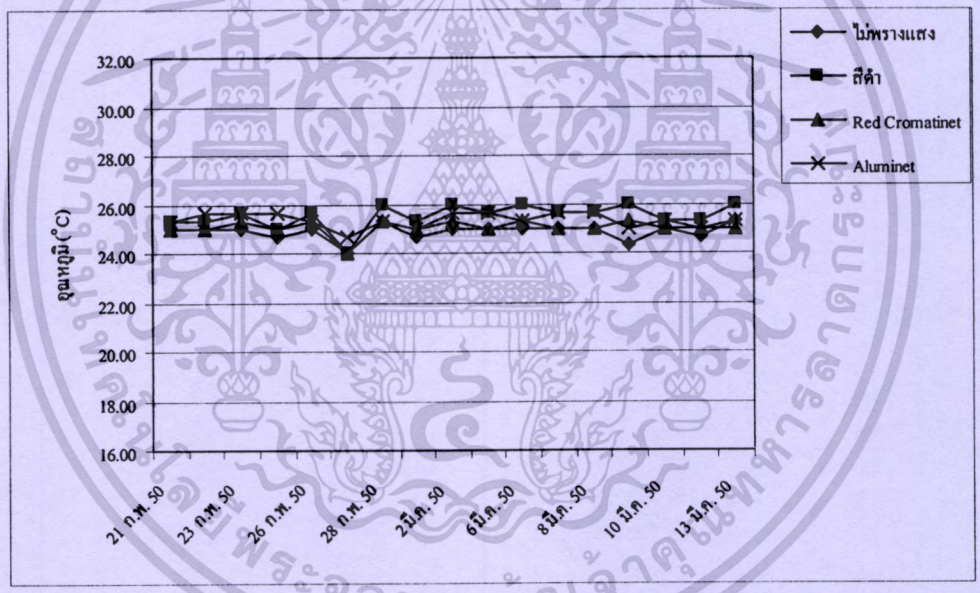


ภาพที่ ข.38 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

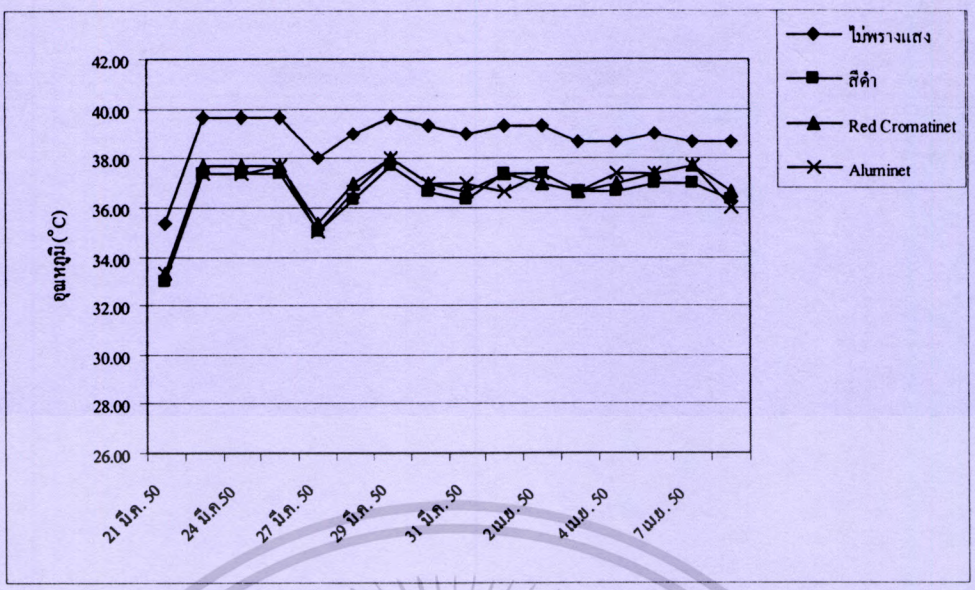


ภาพที่ ข.39 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 6

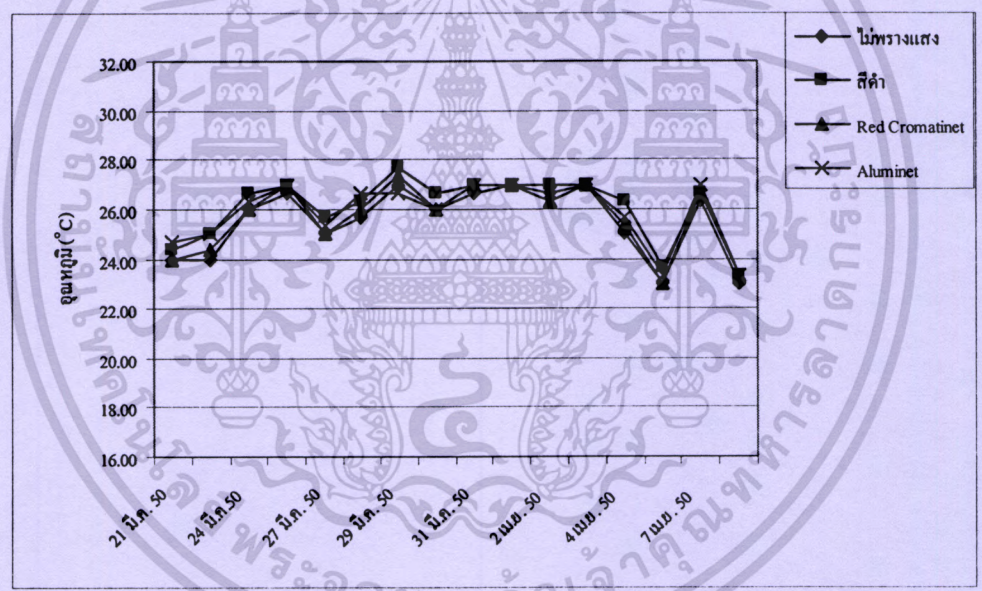


ภาพที่ ข.40 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

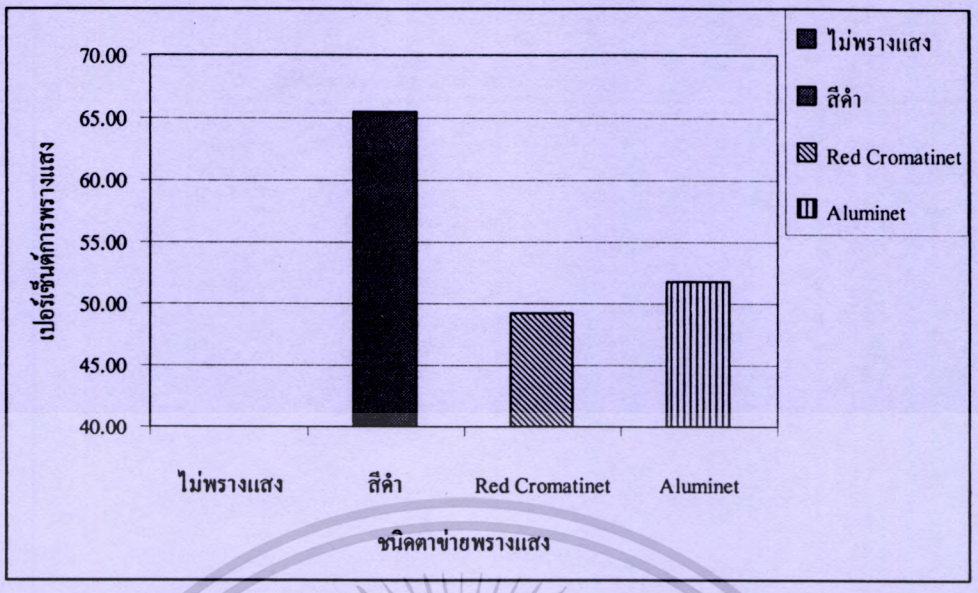


ภาพที่ ข.41 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 7

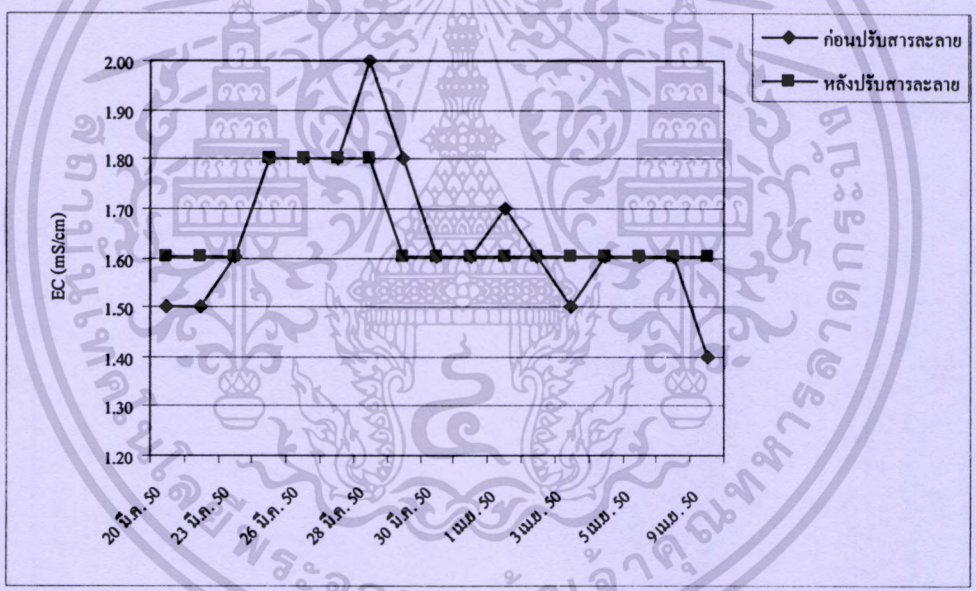


ภาพที่ ข.42 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดภายใต้ตาข่ายพรางแสงในรอบปลูกที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

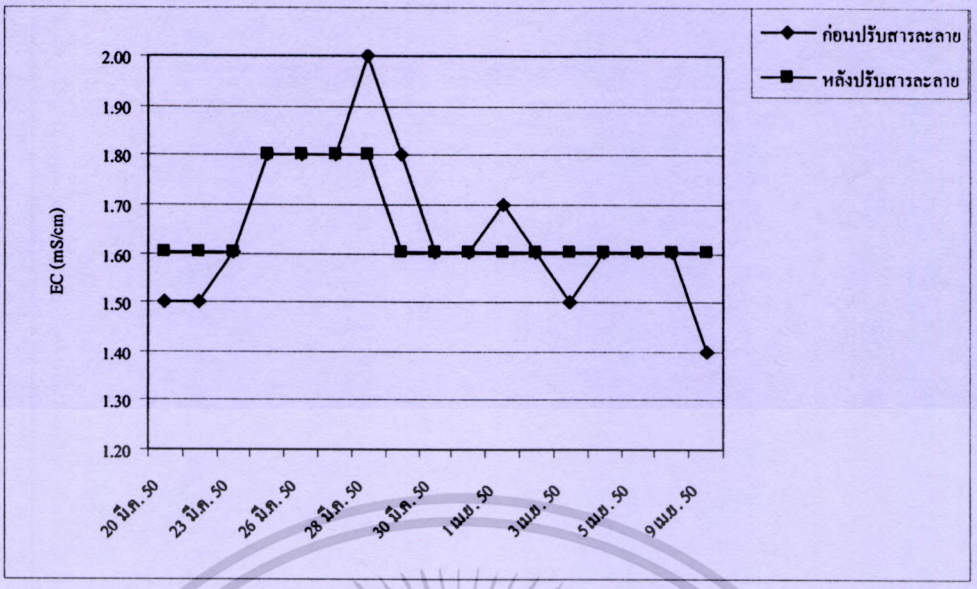


ภาพที่ ข.43 แสดงแสดงเปอร์เซ็นต์การพรางแสงของตาข่ายพรางแสงแต่ละชนิด

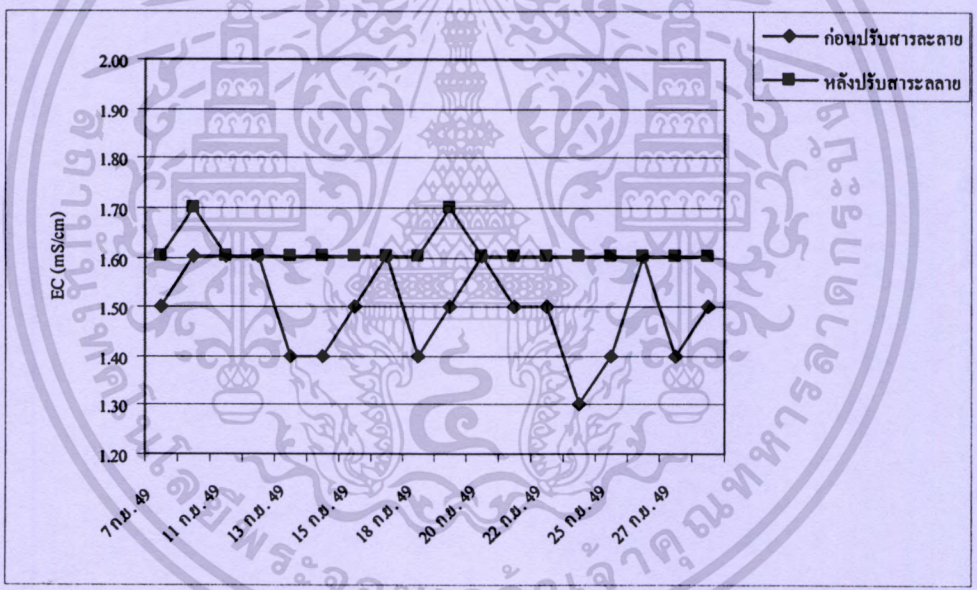


ภาพที่ ข.44 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

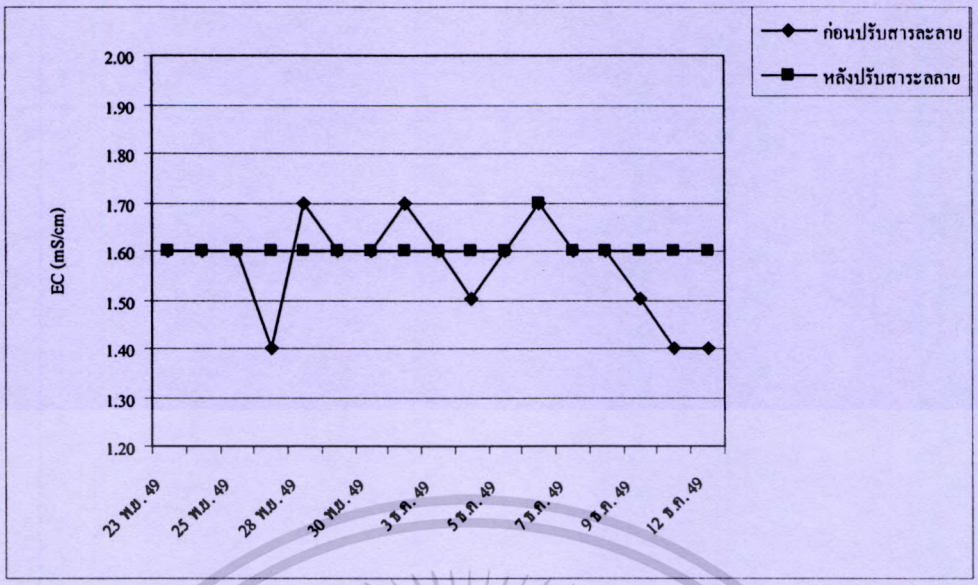


ภาพที่ ข.45 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 2

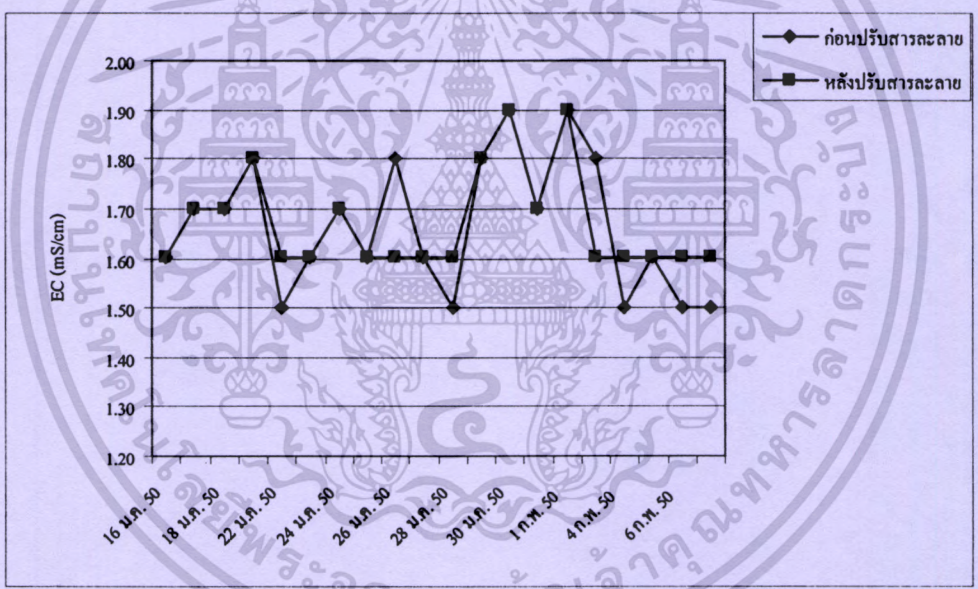


ภาพที่ ข.46 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

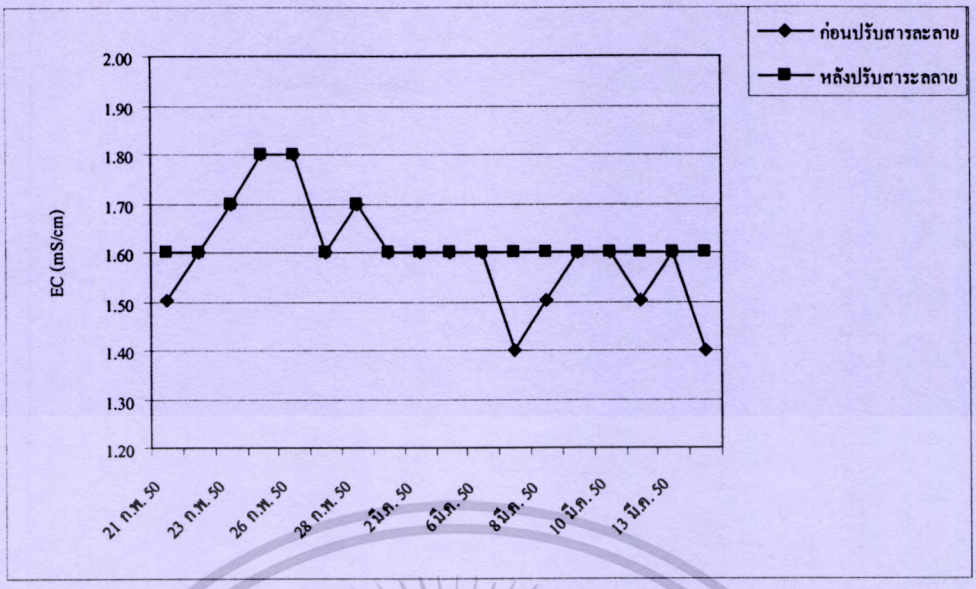


ภาพที่ ข.47 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 4

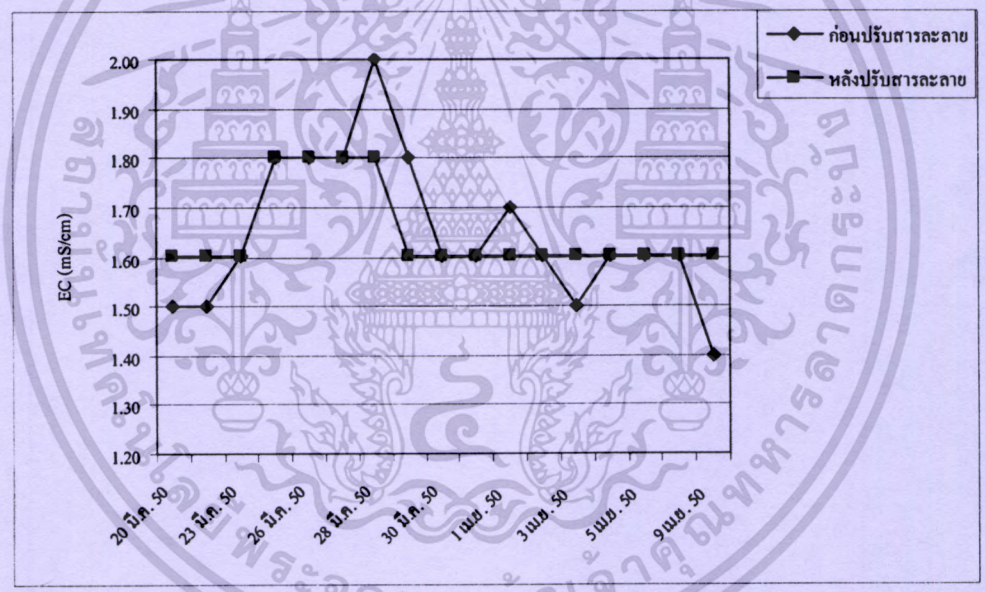


ภาพที่ ข.48 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

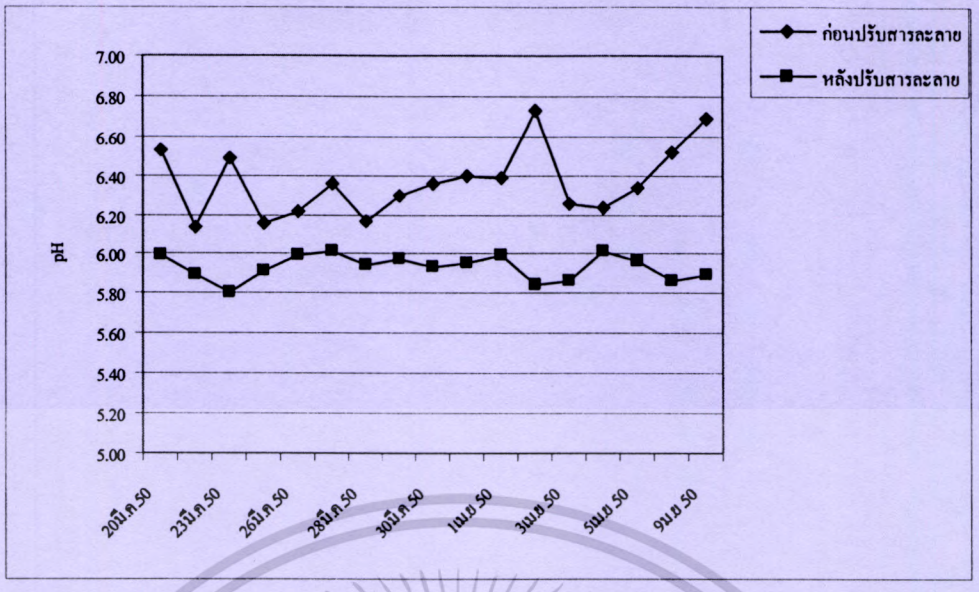


ภาพที่ ข.49 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 6

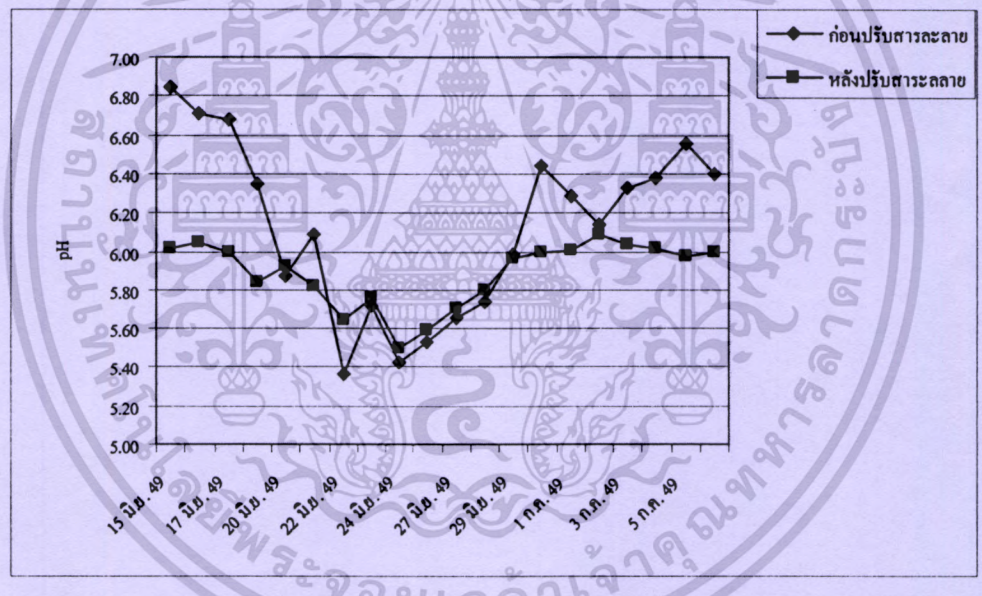


ภาพที่ ข.50 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

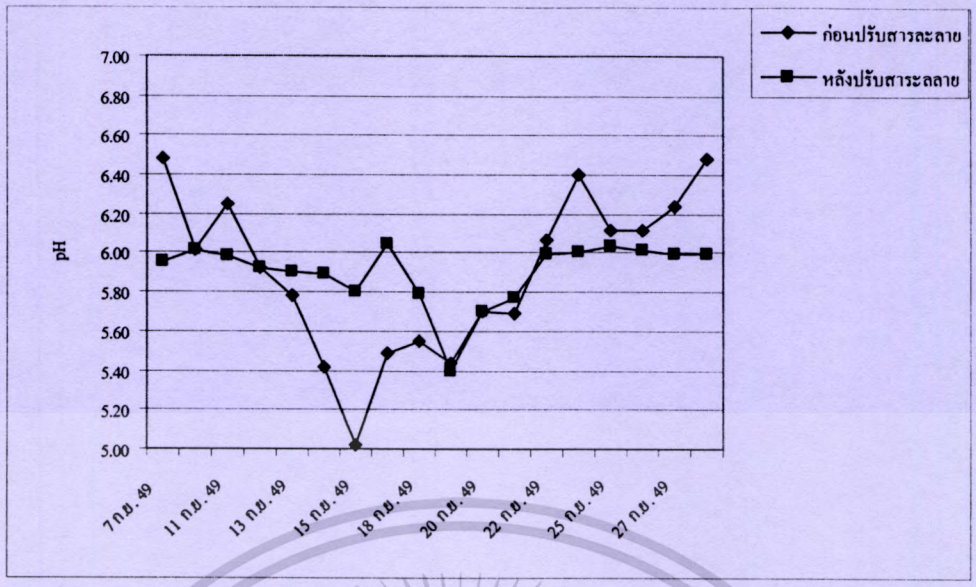


ภาพที่ ข.51 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 1

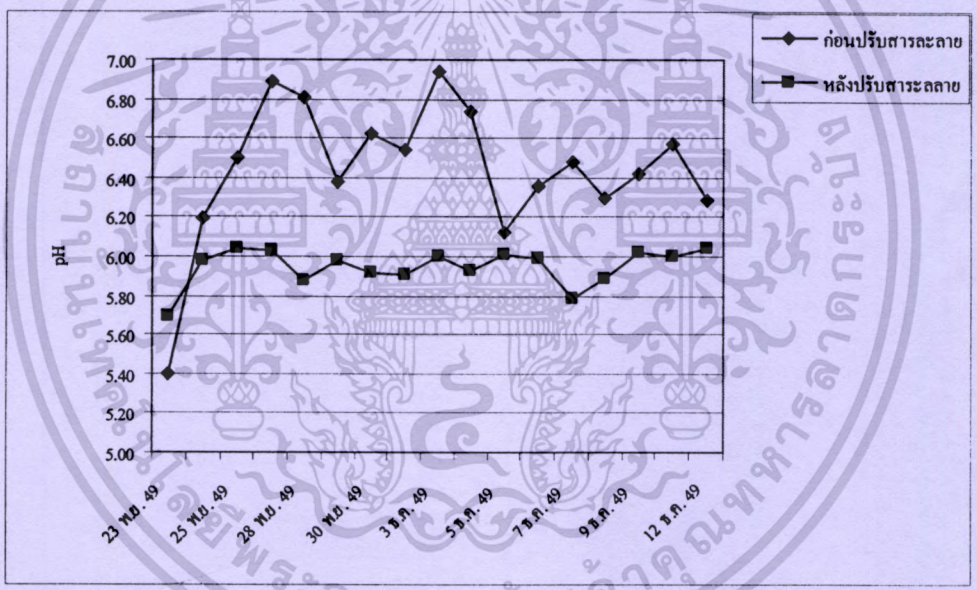


ภาพที่ ข.52 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

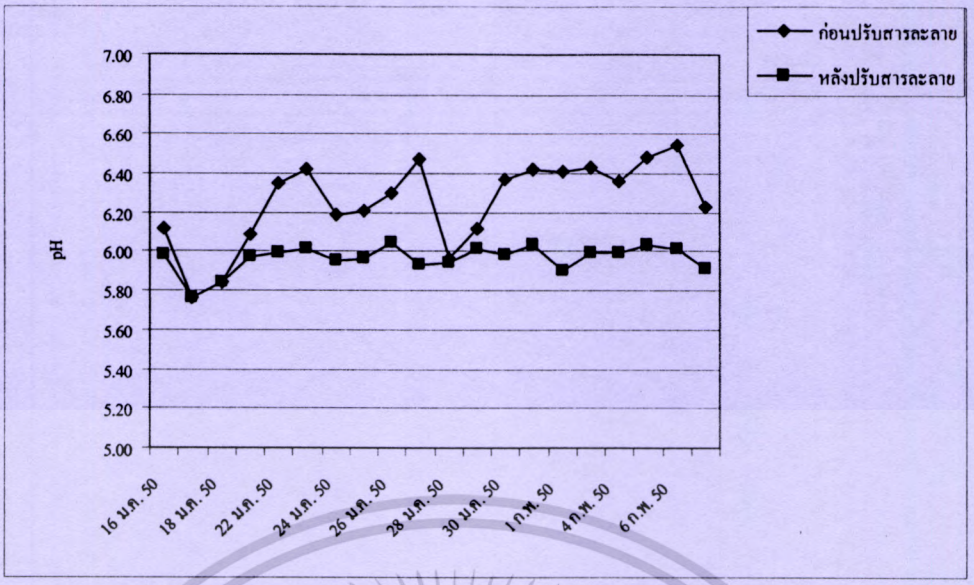


ภาพที่ ข.53 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 3

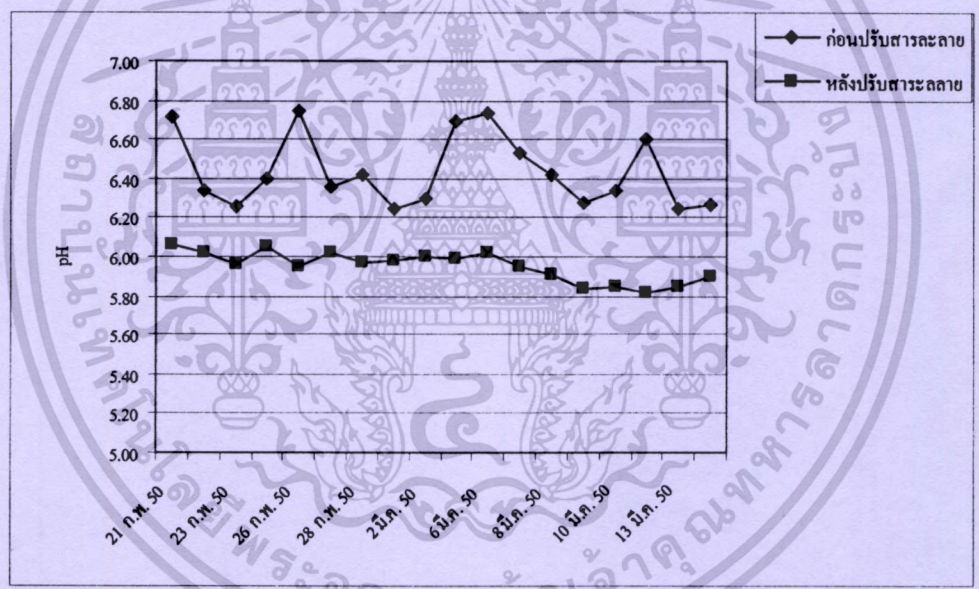


ภาพที่ ข.54 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

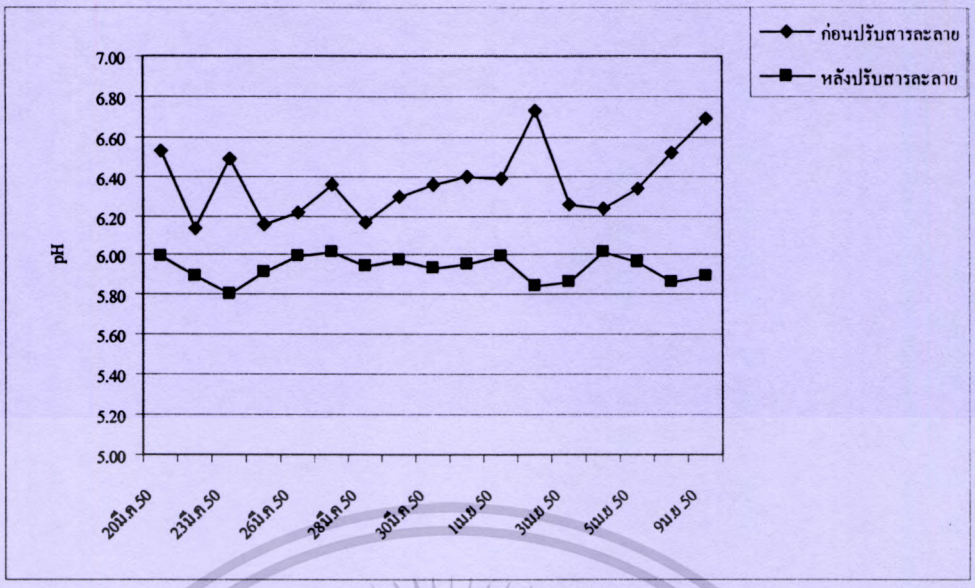


ภาพที่ ข.55 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 5



ภาพที่ ข.56 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 6

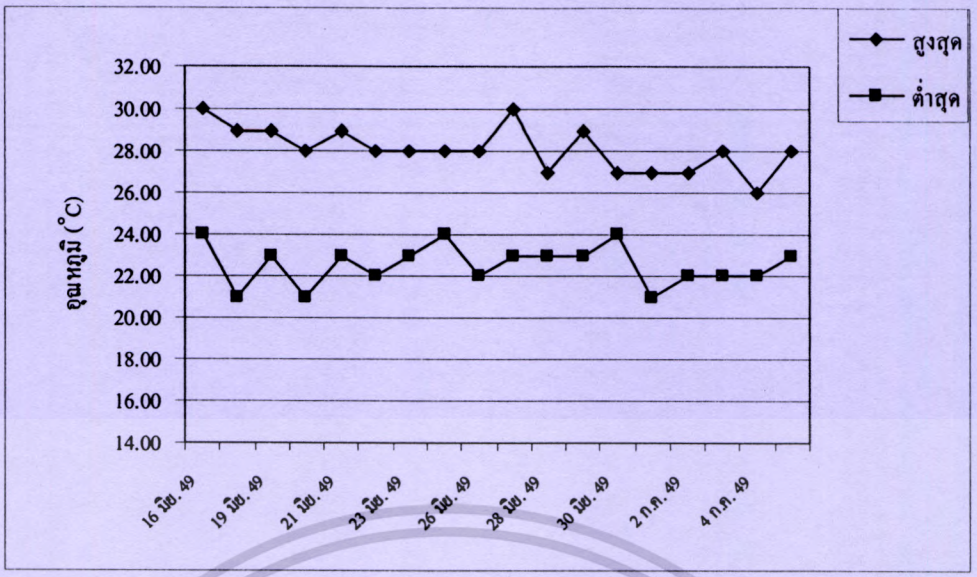
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



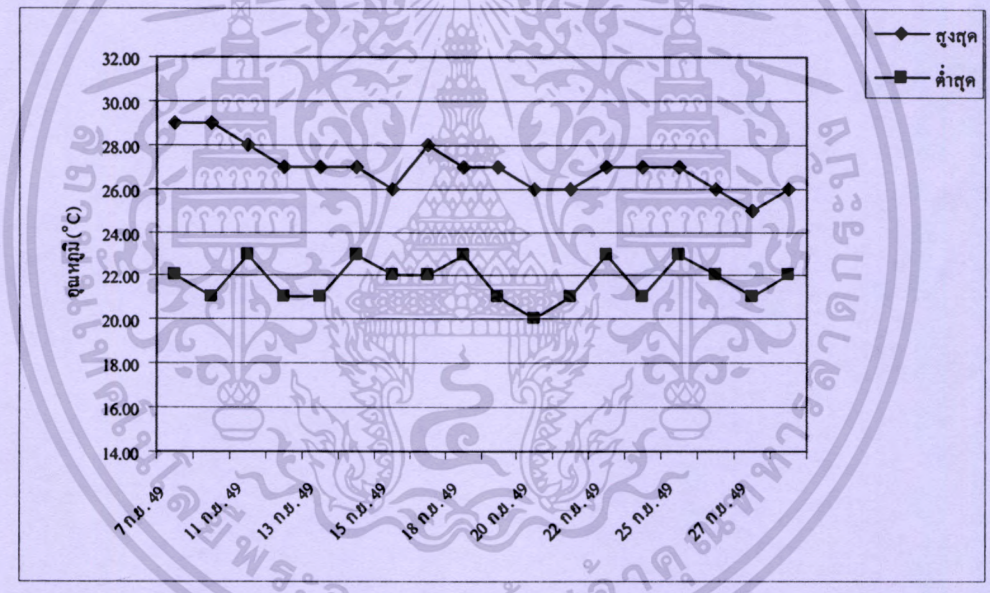
ภาพที่ ข.57 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังปรับสารละลายในรอบปลูกที่ 7

ภาพที่ ข.58 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

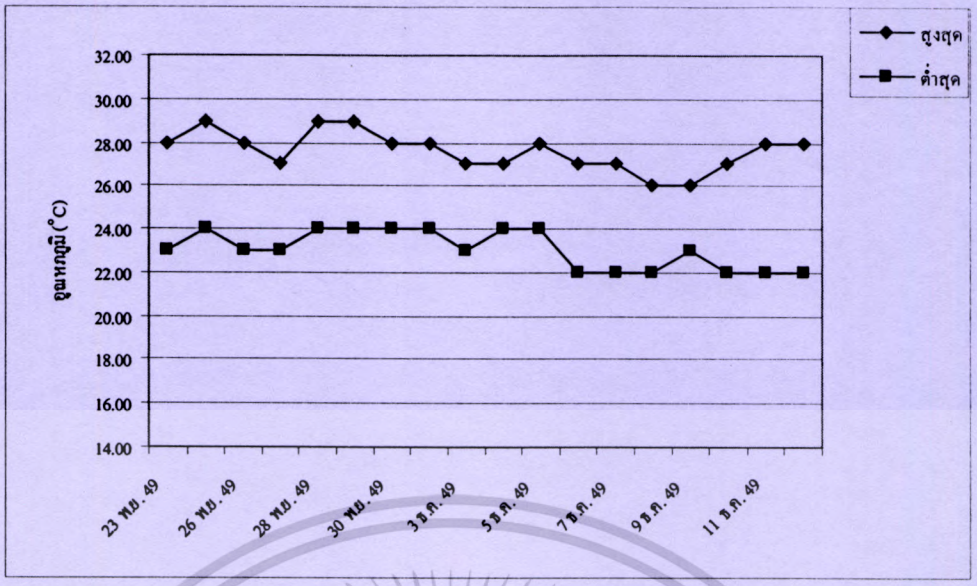


ภาพที่ ข.59 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 2

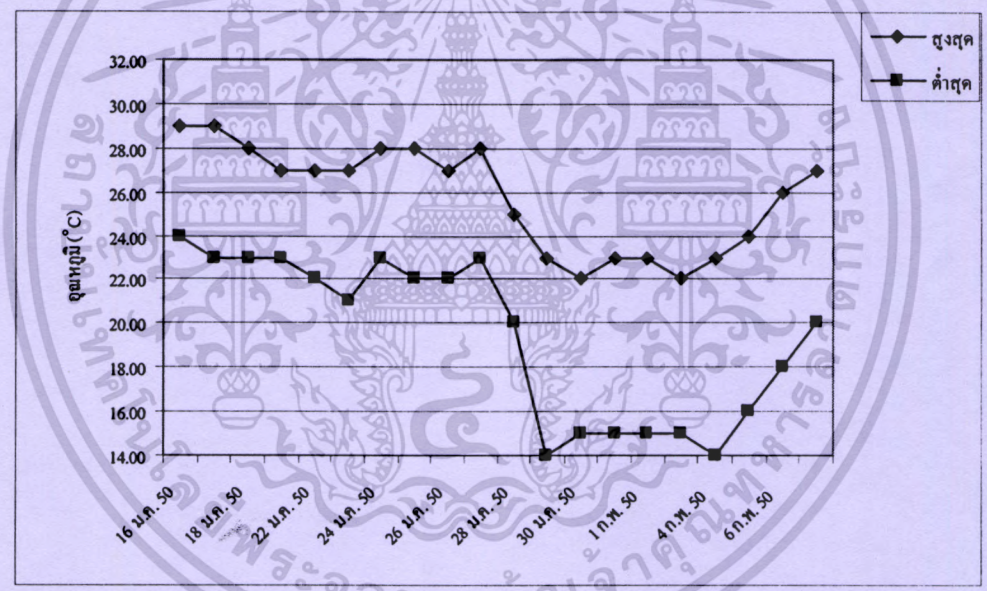


ภาพที่ ข.60 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

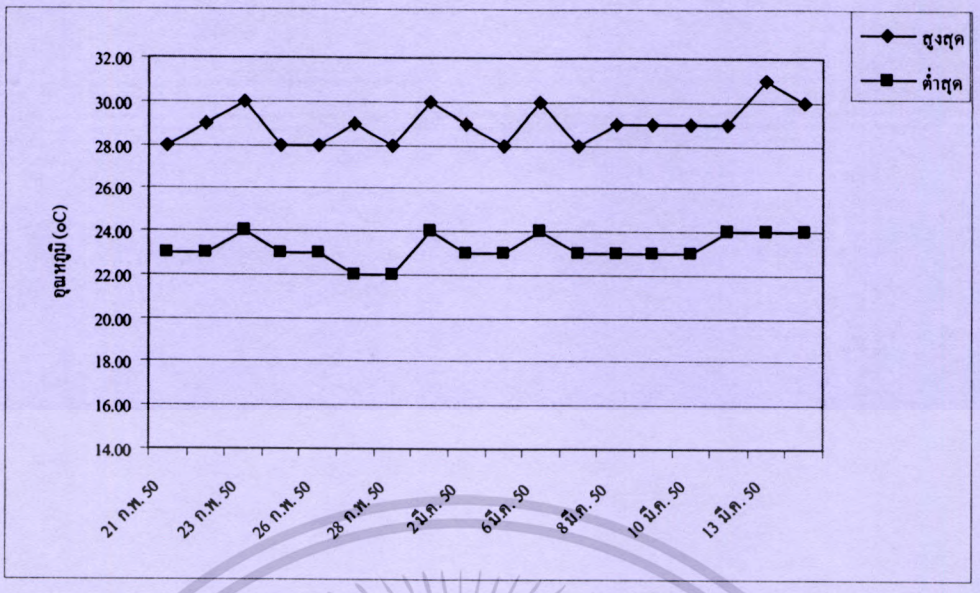


ภาพที่ ข.61 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 4

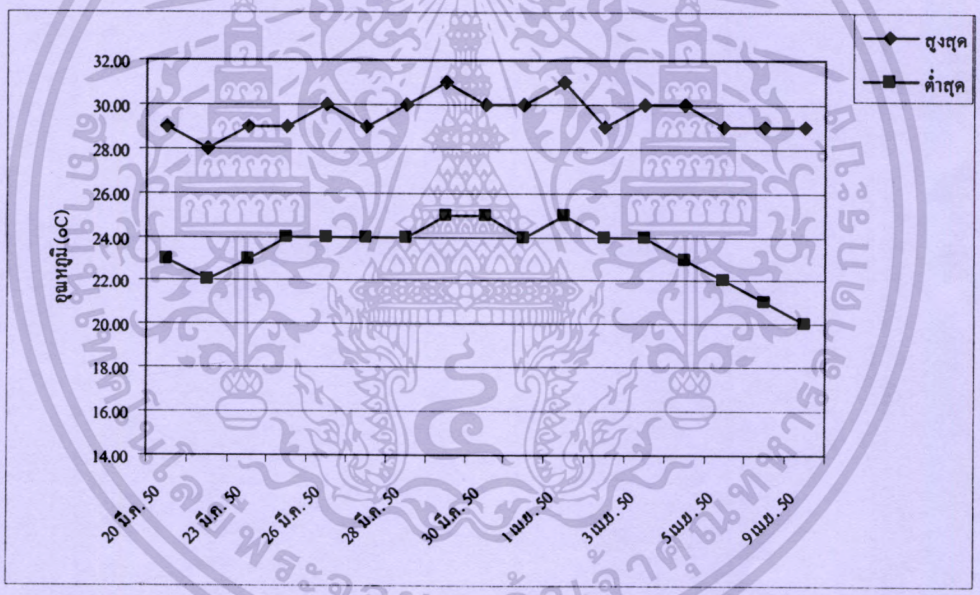


ภาพที่ ข.62 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

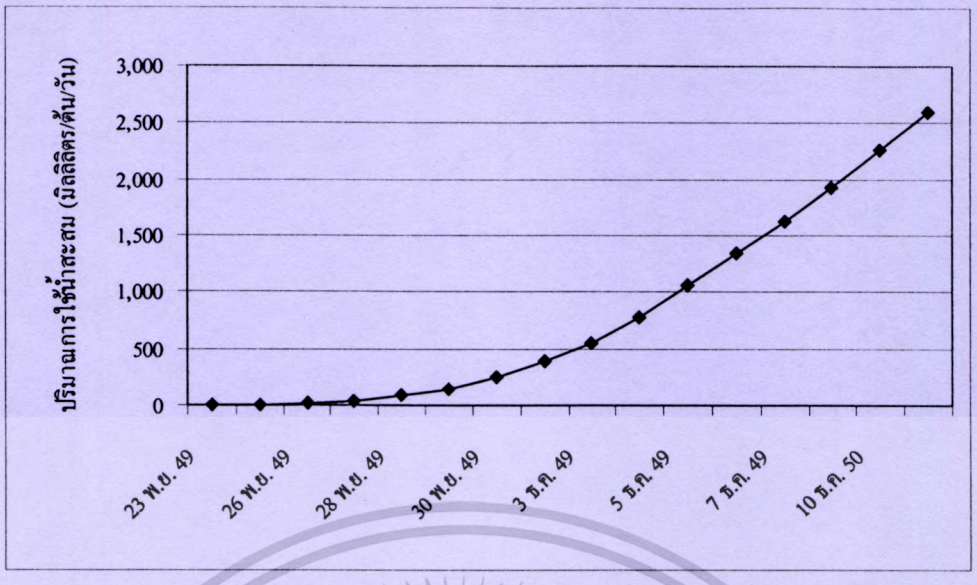


ภาพที่ ข.63 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 6

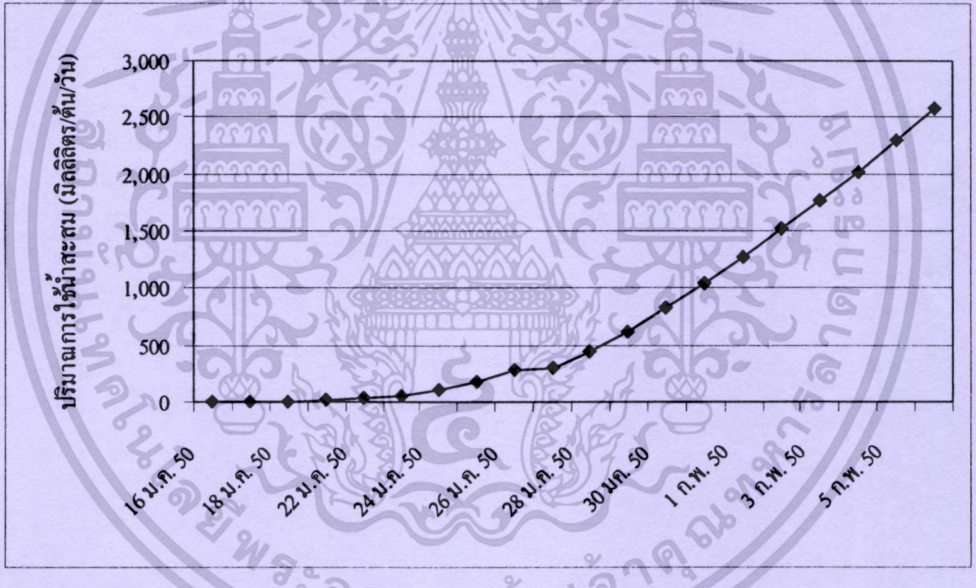


ภาพที่ ข.64 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในสารละลายในรอบปลูกที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

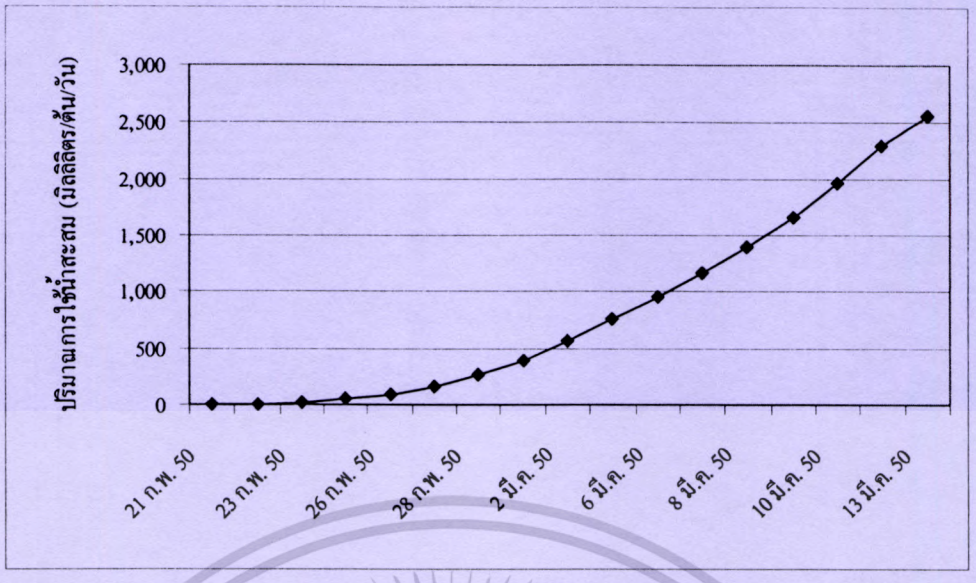


ภาพที่ ข.65 แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 4

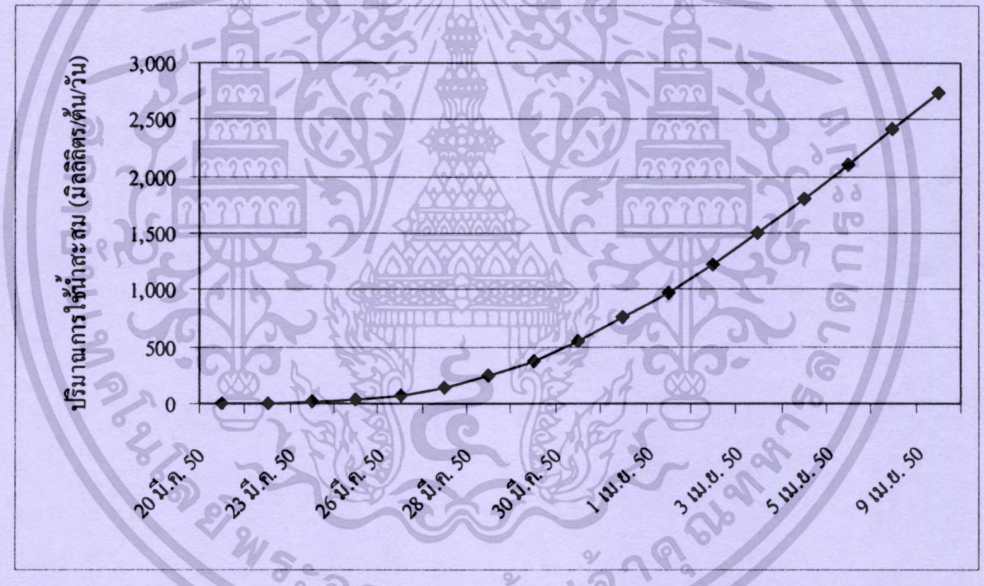


ภาพที่ ข.66 แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.67 แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 6



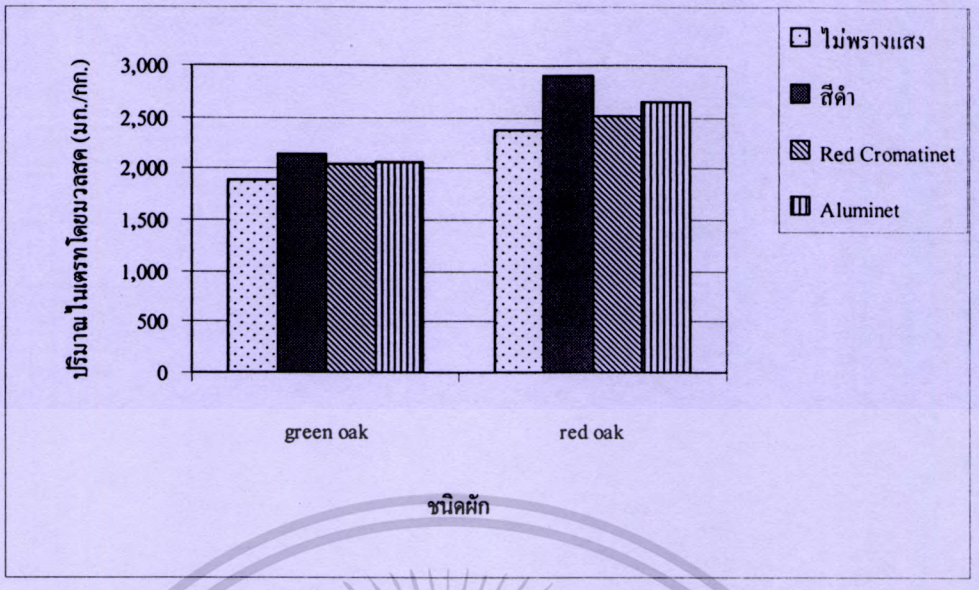
ภาพที่ ข.68 แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของผักสลัดในรอบปลูกที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

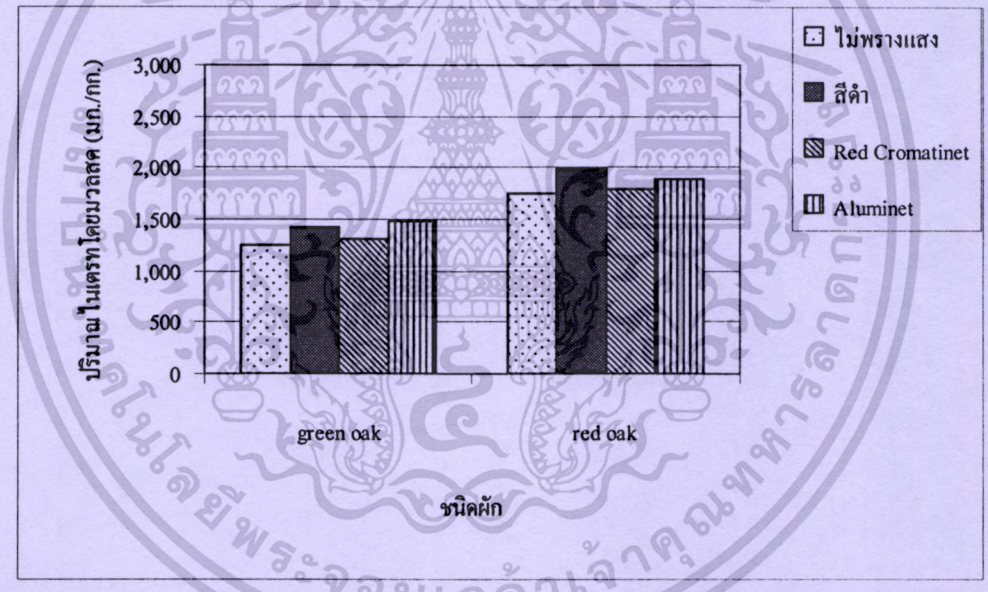
ภาคผนวก ค.

ปริมาณไนเตรทในผักสลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

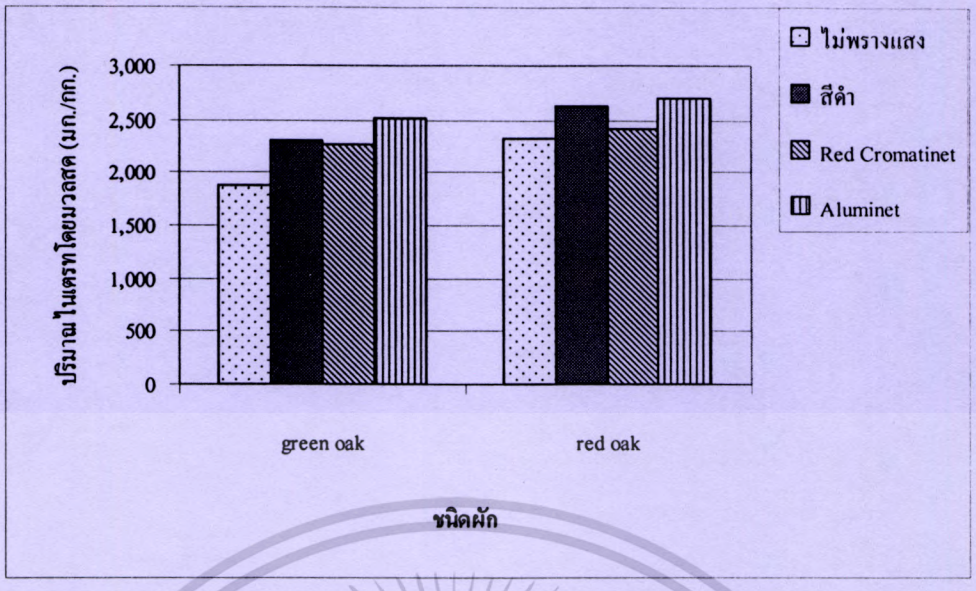


ภาพที่ ค.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 2 (ฤดูฝน)



ภาพที่ ค.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 5 (ฤดูหนาว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักสลัด 2 ชนิดในรอบปลูกที่ 6 (ฤดูร้อน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายชนะวัฒน์ เทียมบุญประเสริฐ
วัน เดือน ปี เกิด	24 สิงหาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดชัยภูมิ
ที่อยู่	4/97 หมู่ 4 ซอย 5 หมู่บ้านสหกรณ์ ถนนเสรีไทย แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10240
ประวัติการศึกษา	2544 มัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
	2548 ปริญญาตรีวิทยาศาตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตรเกษตร สถาบันเทคโนโลพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้