

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาปฐพีวิทยา

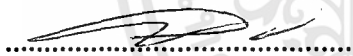
เรื่อง

ผลของการให้น้ำทางใบต่อการเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ในระบบ Aeroponic  
( Effect of Foliar Application on Broccoli Growth in Aeroponic )

โดย

นายวัฒนธรรม ประยูรหงษ์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

 3151..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ  
( รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ )

ภาควิชารับรองแล้ว



.....  
( ผศ.ดร.อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น )

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการให้ปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ในระบบ Aeroponic  
( Effect of Foliar Application on Broccoli Growth in Aeroponic )

โดย

นายวัฒนธรรม ประยูรหงษ์

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร (เกษตรศาสตร)

ว 394๗

พ.ศ. 2543

เลขหน้ 2543

เลขทะเบียน 40027

วัน, เดือน, ปี 24 ก.ค. 2544

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

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ผลของการให้น้ำทางใบต่อการเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ในระบบ Aeroponic  
โดย : นายวัฒนธรรม ประยูรหงษ์  
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)  
ภาควิชา : ปฐพีวิทยา  
อาจารย์ที่ปรึกษา :



3, 5, 99

รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ

การศึกษาการใช้น้ำปลูกใน ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Aeroponic โดยใช้เป็นน้ำทางใบกับบร็อกโคลี่ ทำการทดลองในโรงเรือนปลูกพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2543 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ได้ทำการทดลองโดย ปลูกบร็อกโคลี่ในกระโจมปลูกรูปสามเหลี่ยม ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลาย EC 1.2 mS/cm และ pH 5.8-6.0 ทำการฉีดน้ำปลูกให้แก่บร็อกโคลี่ 3 ระดับคือ control (น้ำเปล่า) , น้ำปลูก 40 cc:น้ำ 20 l และ น้ำปลูก 80 cc:น้ำ 20 l พบว่า น้ำปลูกมีผลช่วยให้การเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในพืช โดยในตำหรับที่มีการฉีดน้ำปลูก 80 cc:น้ำ 20 l มีความสูงมากที่สุด รวมถึงน้ำหนักของต้น , ใบ , ดอก และ รากก็มีน้ำหนักมากกว่าตำหรับอื่น รองลงมาคือตำหรับที่ฉีดน้ำปลูก 40 cc:น้ำ 20 l และตำหรับที่ไม่มีการฉีดน้ำปลูก (control) มีน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนปริมาณธาตุอาหารในพืชมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น เนื่องจากความอนุเคราะห์และความกรุณาให้คำแนะนำปรึกษาเป็นอย่างดี ทั้งด้านการทดลอง และทฤษฎีการจัดการและให้ความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องใช้ในระหว่างทำการทดลอง และอีกหลายๆ ด้าน

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อธิวิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาประจำภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการแนะนำ ให้คำปรึกษา และยืมอุปกรณ์ในระหว่างการทดลอง

ขอขอบคุณ สโมสรการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความสะดวก และให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีส่วนร่วมให้ปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าสำเร็จเรียบร้อย และสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ เพื่อนๆ นักศึกษาทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือเป็นอย่างดีในระหว่างการทดลอง

วัฒนธรรม ประยูรหงษ์  
มีนาคม 2544

## สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	A
สารบัญภาพ	D
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
การทำการทดลอง	13
อุปกรณ์และสารเคมี	14
วิธีการทดลอง	15
ผลการทดลอง	20
วิจารณ์ผลการทดลอง	23
ข้อเสนอแนะ	24
สรุปผลการทดลอง	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

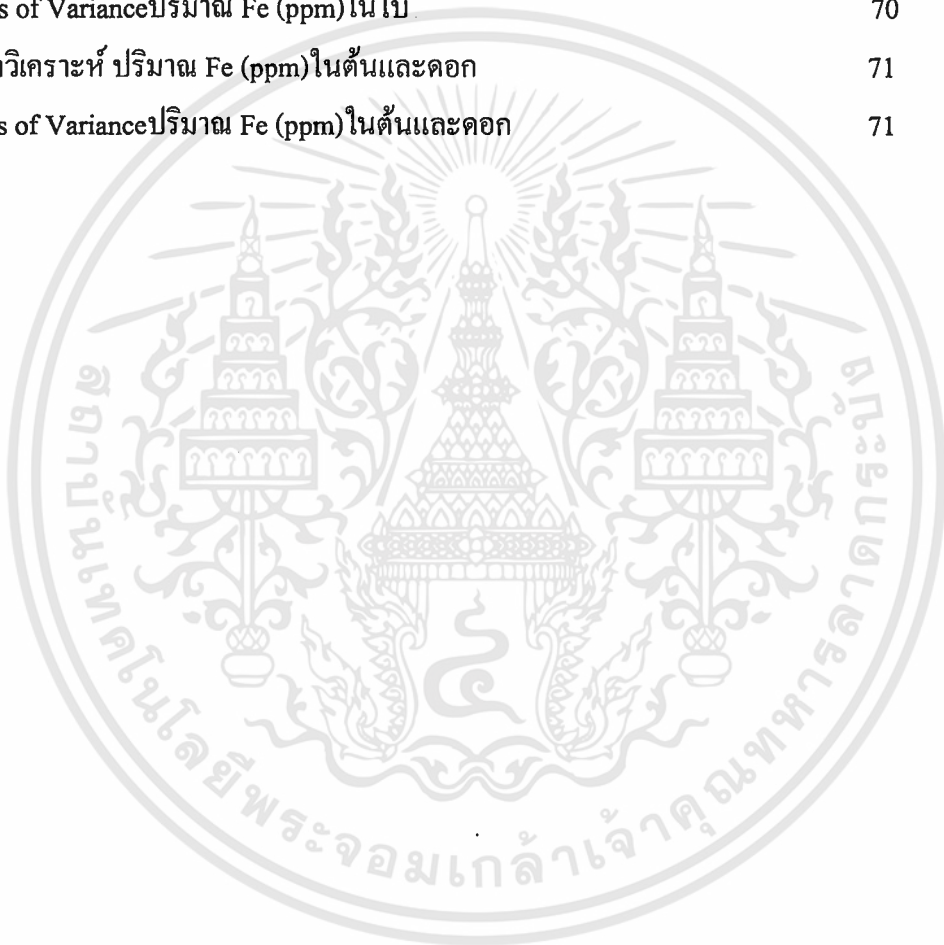
ตารางที่		หน้าที่
1	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของบร็อกโคลี่	12
2	แสดงปริมาณวิตามินในบร็อกโคลี่	12
3	แสดงสูตรสารละลายธาตุอาหาร	14
4	แสดงผลการทดลองทางด้านการเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ใน Aeroponic	20
5	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบของบร็อกโคลี่	21
6	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นและดอกของบร็อกโคลี่	22
7	แสดงปริมาณการใช้น้ำตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวของบร็อกโคลี่	29
8	แสดงความสูงของต้นบร็อกโคลี่	30
9	Analysis of Variance ความสูงของต้น	31
10	แสดงความยาวของราก	32
11	Analysis of Variance ความยาวราก	33
12	แสดงค่าคลอโรฟิลล์	34
13	Analysis of Variance ค่าคลอโรฟิลล์	35
14	แสดงน้ำหนักสดของต้น	36
15	Analysis of Variance น้ำหนักสดของต้น	37
16	แสดงน้ำหนักสดของใบ	38
17	Analysis of Variance น้ำหนักสดของใบ	39
18	แสดงน้ำหนักสดของดอก	40
19	Analysis of Variance น้ำหนักสดของดอก	41
20	แสดงน้ำหนักสดของราก	42
21	Analysis of Variance น้ำหนักสดของราก	43
22	แสดงน้ำหนักแห้งของต้น	44
23	Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของต้น	45
24	แสดงน้ำหนักแห้งของใบ	46
25	Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของใบ	47
26	แสดงน้ำหนักแห้งของดอก	- 48
27	Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของดอก	49
28	แสดงน้ำหนักแห้งของราก	50
29	Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของราก	51

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
30	แสดงน้ำหนักแห้ง ทั้งต้น (ต้น+ใบ+ดอก) ต่อราก	52
31	Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของทั้งต้น (ต้น+ใบ+ดอก) ต่อรากต้น	53
32	แสดงค่าวิเคราะห์ %N ในใบ	54
33	Analysis of Variance %N ในใบ	54
34	แสดงค่าวิเคราะห์ %N ในต้นและดอก	55
35	Analysis of Variance %N ในต้นและดอก	55
36	แสดงค่าวิเคราะห์ % P ในใบ	56
37	Analysis of Variance %P ในใบ	56
38	แสดงค่าวิเคราะห์ % P ในต้นและดอก	57
39	Analysis of Variance %P ในต้นและดอก	57
40	แสดงค่าวิเคราะห์ %K ในใบ	58
41	Analysis of Variance %K ในใบ	58
42	แสดงค่าวิเคราะห์ K ในต้นและดอก	59
43	Analysis of Variance %K ในต้นและดอก	59
44	แสดงค่าวิเคราะห์ %Ca ในใบ	60
45	Analysis of Variance %Ca ในใบ	60
46	แสดงค่าวิเคราะห์ %Ca ในต้นและดอก	61
47	Analysis of Variance %Ca ในต้นและดอก	61
48	แสดงค่าวิเคราะห์ %Mg ในใบ	62
49	Analysis of Variance % Mg ในใบ	62
50	แสดงค่าวิเคราะห์ % Mg ในต้นและดอก	63
51	Analysis of Variance %Mg ในต้นและดอก	63
52	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณ Cu (ppm) ในใบ	64
53	Analysis of Variance ปริมาณ Cu (ppm) ในใบ	64
54	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณ Cu (ppm) ในต้นและดอก	65
55	Analysis of Variance ปริมาณ Cu (ppm) ในต้นและดอก	65
56	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณ Zn (ppm) ในใบ	66
57	Analysis of Variance ปริมาณ Zn(ppm) ในใบ	66
58	แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Zn (ppm) ในต้นและดอก	67

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
59	Analysis of Variance ปริมาณ Zn (ppm) ในดินและดอก	67
60	แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Mn (ppm) ในใบ	68
61	Analysis of Variance ปริมาณ Mn (ppm) ในใบ	68
62	แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Mn (ppm) ในดินและดอก	69
63	Analysis of Variance ปริมาณ Mn (ppm) ในดินและดอก	69
64	แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Fe (ppm) ในใบ	70
65	Analysis of Variance ปริมาณ Fe (ppm) ในใบ	70
66	แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Fe (ppm) ในดินและดอก	71
67	Analysis of Variance ปริมาณ Fe (ppm) ในดินและดอก	71



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
1 แสดงโครงสร้างระบบ Aeroponic แบบกระโจมสามเหลี่ยม	15
2 แสดงปริมาณการใช้น้ำของต้นบร็อคโคลี่	29
3 แสดงความสูงของต้น	31
4 แสดงความยาวราก	33
5 แสดงค่าคลอโรฟิลล์	35
6 แสดงน้ำหนักสดของต้น	37
7 แสดงน้ำหนักสดของใบ	39
8 แสดงน้ำหนักสดของดอก	41
9 แสดงน้ำหนักสดของราก	43
10 แสดงน้ำหนักแห้งของต้น	45
11 แสดงน้ำหนักแห้งของใบ	47
12 แสดงน้ำหนักแห้งของดอก	49
13 แสดงน้ำหนักแห้งของราก	51
14 แสดงน้ำหนักแห้ง ทั้งต้น (ต้น+ ใบ+ดอก) ต่อราก	53
15 แสดงการปลูกบร็อคโคลี่ในระบบ Aeroponic	72
16 แสดงการเจริญของรากในระบบ Aeroponic	73
17 แสดงความสูงของต้นบร็อคโคลี่	74
18 แสดงความสูงของต้นบร็อคโคลี่ที่อายุ 2 สัปดาห์ และ 6 สัปดาห์	75
19 แสดงลักษณะของดอกและราก	76

## คำนำ

ระบบการปลูกพืชไร้ดิน เป็นวิธีการปลูกพืชที่สามารถควบคุมปัจจัย ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ให้เหมาะสมต่อความต้องการของพืช ระบบการปลูกพืชไร้ดิน ได้พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาด้านสภาพพื้นที่ทางการเกษตรที่ขาดแคลน หรือมีปัญหาทางด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ต้องใช้งบประมาณในการปรับปรุงสูง จึงได้มีการศึกษาระบบปลูกพืชไร้ดิน นี้ อย่างกว้างขวางมากขึ้นทั้งในต่างประเทศ และในประเทศไทย ซึ่งในประเทศไทยมักนิยมใช้ในการศึกษาวิจัยเนื่องจากการปลูกพืชแบบนี้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในระดับรากพืช และยังเป็น การป้องกัน ปัญหาแมลงศัตรูและเชื้อโรค ที่ปนเปื้อนมากับดินได้ ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้ระบบการปลูกพืชไร้ดินนี้ เพื่อนำมาศึกษา ดูอัตราการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้ง่าย

การให้น้ำทางใบ (Foliar application) เป็นการฉีดพ่นน้ำที่ละลายน้ำได้ง่าย ให้เป็นละอองน้ำจับที่ใบ ซึ่งธาตุอาหารที่ฉีดให้จะสามารถเข้าสู่พืชได้อย่างรวดเร็ว พืชสามารถนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ให้น้ำทางใบนี้ มีราคาค่อนข้างแพงจึงมีแนวคิดที่จะลดต้นทุนในการซื้อน้ำทางใบ ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีราคาแพงโดยหันมาใช้ปุ๋ยปลาแทน ซึ่งปุ๋ยปลาเป็นผลผลิตที่เหลือใช้จากโรงงาน ซึ่งมีอินทรีย์ในโตรเจน เป็นส่วนผสมอยู่ รวมทั้งกรดนิวคลีอิกต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และฮอร์โมน ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืช จึงได้มีความสนใจที่จะศึกษาการนำปุ๋ยปลา มาฉีดพ่นให้แก่พืช โดยใช้เป็นน้ำทางใบ เพื่อเพิ่มไนโตรเจนให้แก่พืชและสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำทางใบ ได้มาก และเป็นการนำผลผลิตที่เหลือใช้จากโรงงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมของปุ๋ยทางใบ ( ปุ๋ยปลา ) ที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช
2. เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยปลาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการให้ปุ๋ยทางใบ ( ปุ๋ยปลา ) ที่มีผลต่อการเจริญของบร็อคโคลี่
4. เพื่อนำสิ่งเหลือใช้จากโรงงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม
5. เพื่อพัฒนาการปลูกพืช ในระบบ Aeroponic



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ( Soiless culture )

ในทศวรรษที่ 19 Knop et Sach สามารถผสมสารละลายธาตุอาหารพืชที่สามารถใช้ปลูกพืชได้ ครั้งแรกได้ทำการทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่สถานีทดลอง Rhode Island วัสดุปลูกที่ใช้คือทราย และให้สารละลายธาตุอาหารพืช

วิลเลียม เอฟ เกริก (1929) ได้ปลูกผลไม้และไม้ดอกด้วยระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินเป็นผลสำเร็จที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย และได้ตั้งชื่อระบบปลูกพืชแบบนี้ว่า Hydroponic มาจากภาษากรีก คือ Hydro แปลว่า น้ำ และ Ponus แปลว่า การทำงานซึ่งหมายถึง การทำงานด้วยน้ำ (เอกสารเผยแพร่ : การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน )

ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แบ่งตามลักษณะการให้สารละลายธาตุอาหารพืชได้ 3 แบบ คือ

1. **แบบปลูกให้รากลอยอยู่ในอากาศ ( Aeroponic )** เป็นระบบปลูกพืชที่รากพืชลอยอยู่ในอากาศ และมีการฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารเป็นฟอยให้กับรากพืชโดยตรง

2. **แบบปลูกในวัสดุปลูก ( Media )** การปลูกโดยใช้วัสดุปลูกเป็นตัวช่วยให้รากยึดพุงกล้าต้นแทนดิน หลักในการเลือกวัสดุปลูกคือ จะต้องให้เหมาะสมกับสภาวะต่างๆ ตามที่พืชต้องการ และต้องไม่ทำปฏิกิริยาใด กับสารละลายธาตุอาหารพืช การให้สารละลายแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

2.1 การให้สารละลายแบบท่วมภาชนะปลูก

2.2 การให้สารละลายโดยการหยด

3. **แบบปลูกในสารละลายธาตุอาหาร** เป็นแบบที่นิยมมากในทางการค้าแบ่งออกได้ดังนี้

3.1 ปลูกในสารละลายไม่หมุนเวียน มีทั้งแบบไม่เติมอากาศ และแบบเติมอากาศ โดยใช้ปั๊มลมช่วยในการให้ออกซิเจนแก่รากพืช ลักษณะเดียวกับการเลี้ยง ปลาตู้

3.2 ปลูกในสารละลายที่มีการหมุนเวียน จะปลูกแบบมีการใช้ปั๊มน้ำช่วยในการผลักดันสารละลายให้มีการไหลเวียน จึงเป็นการเพิ่มออกซิเจนแก่รากโดยตรง และการไหลเวียนของสารละลายช่วยให้ไม่เกิดการตกตะกอนของธาตุอาหารต่างๆ

3.2.1 การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง ( Nutrient Flow Technique ) มีลักษณะเหมือนการปลูกต้นพืชลอยอยู่ในธารน้ำเล็กๆ มีน้ำตื้นๆ ไหลช้าๆ อย่างสม่ำเสมอ สารละลายมีความลึกมากกว่า 5 เซนติเมตร

3.2.2 การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นสายน้ำยาวๆ ( Nutrient Film Technique ) โดยให้สารละลายหมุนเวียนตามทิศทางการไหลของน้ำจากที่สูงลงที่ต่ำกว่ามักจะใช้รางยาวๆ เป็นภาชนะปลูกซึ่งติดตั้งให้มีความลาดเท กระแสน้ำตื้นๆ ประมาณ 2 – 3 มิลลิเมตร ไหลผ่านรากซ้ำๆ โดยสามารถนำสารละลายหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้

### ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

พรชัย และวิบูลย์ ( 2531 ) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

- ปัจจัยด้านพันธุกรรม กำหนดการเจริญเติบโตของพืช ทั้งทางด้านลำต้น ผลผลิต ความสามารถของพืชที่ตอบสนองต่อธาตุอาหาร
- ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ อากาศ แสงแดด ธาตุอาหารและอุณหภูมิ วิศวะห์ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

## หลักบางประการในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินให้สำเร็จ

อินทิสุนทร ( 2535 ) รายงานว่า ในระบบการปลูกพืชไร้ดินนี้มีหลักใหญ่ ที่จะช่วยให้เกิดปัญหาในระบบการปลูกน้อยที่สุด ดังนี้

### 1. ออกซิเจนบริเวณรากพืช

ในระบบที่มีวัสดุปลูกควรให้มีการอุ้มน้ำพอสมควร ควรมีการระบายอากาศ และการเพิ่มออกซิเจนให้แก่ระบบรากด้วย รากพืชที่ได้รับออกซิเจนเพียงพอจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีด้วย

### 2. ความชื้นที่ราก

รากควรมีความชื้นที่สัมพันธ์และเหมาะสมกับลักษณะของระบบการปลูก ทั้งในด้านวัสดุปลูก และระบบการให้สารละลาย

### 3. ธาตุอาหาร

องค์ประกอบของธาตุอาหารจะต้องขึ้นกับ ชนิดของพืชที่ปลูก ช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช และภูมิอากาศภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพันธ์ เป็นต้น โดยความเข้มข้นของธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของพืช

### 4. อุณหภูมิรากและส่วนเหนือราก

พืชมีช่วงอุณหภูมิที่จำกัดในการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล ทั้งในต่างประเทศ และในประเทศไทยเอง ทำให้เกิดปัญหาทางด้านอุณหภูมิ นอกจากนี้วัสดุปลูกก็มีส่วนในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบด้วย การแก้ไขทำได้โดย ติดเครื่องทำความร้อนหรือเครื่องทำความเย็นเพิ่มให้กับระบบ ในจุดที่ผู้ดำเนินการติดตั้งสะดวก และคำนึงถึงหลักความปลอดภัย

## ประโยชน์จากการปลูกพืชในน้ำยานี้อาจกล่าวได้ว่า

1. สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี ไม่ว่าจะฤดูหนาวหรือฤดูร้อน หรือฤดูกาลใด ก็อาจทำได้ผลสำเร็จเช่นเดียวกัน
2. สามารถควบคุมดูแลรักษาได้ง่ายในเรื่องอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรดและด่าง (pH) ตามที่พืชต้องการ
3. สามารถควบคุมดูแลรักษาอาหารพืชที่ต้องการได้ง่าย ทำให้พืชได้รับอาหารโดยสมบูรณ์ตามที่ต้องการ ก่อให้เกิดผลผลิตสูง และมีมาตรฐาน ( Uniformity ) พร้อมทั้งคุณภาพและปริมาณ ตามความต้องการของตลาดและความต้องการในการผลิต
4. ลดค่าใช้จ่ายในการผลิตให้ต่ำลงในเรื่องแรงงานการเตรียมดิน การดูแลรักษาวัสดุต่างๆ ที่ใช้ ถึงแม้ว่าในการลงทุนครั้งแรกจะสูงก็ตามแต่ค่าใช้จ่ายในเวลาต่อมาต่ำกว่ามาก
5. สามารถควบคุมป้องกันโรค แมลง และศัตรูอื่นๆ ที่จะนำอันตรายมาสู่พืชที่ปลูกได้สะดวกและไม่เกิดขึ้นได้ง่ายๆ

ในโอกาสเดียวกันการปลูกพืชในน้ำยานี้ก็มีข้อเสียเช่นเดียวกัน คือ

1. ในการลงทุนครั้งแรกสูง
2. ต้องมีความรู้และวิธีการที่ละเอียดรอบคอบ และการเอาใจใส่ในทางเทคนิคสูงกว่าการปลูกพืชโดยวิธีธรรมดา
3. ทำให้ขาดสิ่งต่างๆ ตามธรรมชาติ ที่เป็นปัจจัยช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เช่น จุลินทรีย์ในดิน ( Soil microorganism ) กระแสลม แสงแดด ธรรมชาติ

## ปัญหาบางประการที่เกี่ยวกับสารละลายธาตุอาหาร

### 1. ความเข้มข้นของสารละลาย ( conductivity ) และต้นกล้าพืช

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร มีผลต่อต้นกล้าอ่อนของพืชบางชนิดซึ่งการเจริญเติบโต และอาจเป็นอันตรายต่อต้นกล้า ดังนั้นสารละลายที่ให้กับพืชในช่วงกล้าอ่อน ( อายุ 1 – 2 สัปดาห์ ) ควรมีความเข้มข้นเพียง  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  ของความเข้มข้นที่กำหนดของแต่ละธาตุแล้วจึงค่อยๆ เพิ่มส่วนที่เหลือเมื่อพืชโต

โดยปกติแล้วความเข้มข้นของสารละลายจะรักษา อยู่ในระดับ 2 ms. สำหรับการปลูกมะเขือเทศและแตงกวา ความเข้มข้นนี้จะอยู่กับชนิดของพืช การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชให้ได้ระดับความเข้มข้นที่ต้องการ ทำได้โดย การเติมสารละลาย Stock solution ลงไปในถังสารละลายของระบบจนกระทั่งได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

### 2. pH ของสารละลายธาตุอาหาร

pH มีอิทธิพลต่อการละลายและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ดังนั้น ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจำเป็นต้องมีการควบคุมระดับ pH ของสารละลายให้เหมาะสมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุต่างๆ ปกติจะกำหนดให้อยู่ในช่วง 5 – 6 สัปดาห์ ซึ่งต้องคอยตรวจสอบและเติมสารเคมีให้ pH อยู่ในช่วงที่กำหนดตลอดการดำเนินการทดลอง โดยใช้  $\text{HNO}_3$  เมื่อต้องการปรับให้สารละลายมี pH ต่ำลงและใช้ KOH หรือ NaOH เมื่อต้องการปรับให้สารละลายมี pH เพิ่มขึ้น

### 3. อุณหภูมิของสารละลาย

ในระบบปลูกพืชหากมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตโดยทั่วไป และผลผลิตของพืช

Lim ( 1985 ) พบว่า ในเขตร้อน มักมีการสะสมความร้อนในรางของระบบ NFT จึงได้มีการใช้โฟม polystyrene แทนในการทำรางเพื่อลดการสะสมความร้อนในราง

สุมิตรา ( 2537 ) ทำการทดลองปลูกพืชในระบบ Aeroponic เพื่อการเพาะเลี้ยงเชื้อราไมคอร์ไรซ่า ได้มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ เพื่อระบายความร้อนภายในกระโจม

## การปลูกพืชระบบ Aeroponic

เป็นการปลูกพืชในภาชนะปลูกที่พืชสร้างขึ้นเป็นรูปทรงลักษณะกล่อง หรือกระโจม เพื่อติดตั้งระบบการให้สารละลายแก่รากพืช โดยการฉีดพ่นสารละลายเป็นละอองฝอยให้แก่รากพืชที่ห้อยอยู่ในอากาศโดยตรง ซึ่งส่วนโคนของต้นพืชนี้จะยึดติดด้านใดด้านหนึ่งของภาชนะปลูกแล้วแต่รูปทรงของภาชนะ รากพืชจะได้รับสารอาหารพร้อมกับออกซิเจนอย่างเพียงพอมาใช้ป้อนในการสังเคราะห์แสงแก่รากพืช Aeroponic เป็นวิธีที่นำสารละลายหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

### ข้อดี ข้อเสียของการปลูกพืชในระบบ Aeroponic

#### ข้อดี

1. การให้น้ำสะดวก สามารถใช้ธาตุอาหารสม่ำเสมอ
2. ใส่ธาตุอาหารที่เหมาะสมได้ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต
3. ให้ผลผลิตเร็วกว่าปลูกในดิน
4. สามารถผสมสารป้องกันโรคพืช และแมลงในสารละลายได้
5. สามารถใช้น้ำและสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมของรากพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์ได้
7. การเพาะปลูกสามารถทำการทดลอง ได้ตลอดทั้งปี
8. ไม่มีวัชพืชรบกวน

#### ข้อเสีย

1. ถ้าเป็น โรคระบาดจะติดต่ออย่างรวดเร็ว
2. ผู้ปฏิบัติต้องมีความรู้ความชำนาญทางเคมี
3. ถ้าต้นพืชสูงต้องมีการทำให้ลำต้นมีการทรงตัวและมีการยึดเกาะดี
4. มีการสะสมความร้อนภายในกระโจมที่ปิดมิดชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บร็อกโคลี่ BROCCOLI

ชื่ออื่น	กะหล่ำดอกอิตาเลียน (SPROUTING BROCCOLI)
ประเภทผัก	อายุสองปี (BIENNIAL) แต่ปลูกเป็นผักอายุปีเดียว (ANNUAL)
ถิ่นกำเนิด	ลูกผสมทางพืชสวน (HORTICULTURAL HYBRID)
อายุปลูก	ตั้งแต่ย้ายกล้าจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 60 – 85 วัน
ขนาด	ต้นสูงประมาณ 40 – 75 ซม. ขนาดดอกหนักประมาณ 300 – 700 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 – 18 ซม.
ผลผลิต	ในสหรัฐผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 915 กก. / ไร่
ฤดูปลูก	ปลูกได้ในช่วงเดือน ต.ค. – ม.ค. แต่ปลูกได้ผลดีที่สุดช่วงเดือน พ.ย. – ธ.ค.

บร็อกโคลี่เป็นพืชผักที่เรานิยกรับประทานส่วนของดอกและก้านดอก เช่นเดียวกับ กะหล่ำดอก เป็นผักชนิดหนึ่งในตระกูลกะหล่ำ ส่วนของดอกมีสีเขียวประกอบด้วยดอกสีเหลืองจำนวนมากที่รวมตัวกันเป็นกลุ่มใหญ่ นิยมบริโภคกันมาในแถบยุโรป ส่วนในประเทศไทยไม่มีนิยมนำมารับประทานกันเท่าใดนัก

### ลักษณะโดยทั่วไป

บร็อกโคลี่ เป็นพืชผักที่อยู่ในตระกูล Cruciferae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* var. *Italica* สามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกประเภท แต่ชอบดินร่วนมีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินประมาณ 6.0 – 6.5 มีความชื้นในดินสูง ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 18° - 27°C มีอากาศค่อนข้างเย็น ช่วงปลูกที่เหมาะสม คือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม

กะหล่ำดอกอิตาเลียนหรือที่คนไทยโดยทั่วไปเรียกตาม ชื่อสามัญว่า บร็อกโคลี่ (Broccoli) เป็นพืชผักเมืองหนาวมีถิ่นเดิมอยู่ทางตอนใต้ของยุโรปหรือแถวๆ ประเทศอิตาลี และเริ่มมีผู้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อไม่นานมานี้ โดยระยะแรกๆ ทำการปลูกทางแถบภาคเหนือ ซึ่งผลผลิตมีน้อยราคาในช่วงนั้นจึงอยู่ในขั้นแพง เนื่องจากเป็นของแปลกใหม่ และมีได้เฉพาะฤดูหนาวเท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ให้ทนร้อน ได้มากขึ้นในช่วงฤดูการผลิตจึงสามารถปลูกในภาคอื่นได้ เหมือนกันแต่สำหรับนอกฤดูนั้นปลูกได้เฉพาะทางภาคเหนือที่มีอากาศเย็นบางเขตเท่านั้น

ลักษณะของบร็อกโคลี่ คือ มีใบกว้างสีเขียวเข้มออกเทา ริมของใบเป็นหยัก ทรงพุ่มใหญ่ กึ่งๆ ลำต้นใหญ่และอวบ ดอกอยู่รวมกันเป็นกลุ่มช่อหนาแน่นดูเป็นฝอยๆ สีเขียวเข้ม ดอกมีขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 16 เซนติเมตร โดยทั่วไปนิยมกินตรงส่วนที่เป็นดอกและ ลำต้น

นิยมรองลงมาแต่ในคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะวิตามินซี กลับมีมากในส่วนของลำต้น ดังนั้นหลังจากเก็บ ไร่จนดอกกลายเป็นสีเหลืองอย่าเพิ่งทิ้งนำเอาลำต้นมาทำอาหารกินยังได้และดีกว่าด้วย ความหวาน กรอบ จึงเป็นที่นิยมกัน

แหล่งที่ปลูกบร็อกโคลี่กันมาก ได้แก่ เพชรบูรณ์ กรุงเทพฯ กาญจนบุรี ช่วงที่เหมาะสมคือ เดือน ตุลาคม – มกราคม อุณหภูมิที่ชอบประมาณ 18 – 27 องศาเซลเซียส

### พันธุ์

บร็อกโคลี่มีอยู่หลายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยได้คือ

1. พันธุ์ เด ซิกโก ( De Cicco ) มีอายุประมาณ 65 วัน
2. พันธุ์ ซากาด้า หรือพันธุ์ Green duke อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 60 วัน
3. พันธุ์ กรีน โคมท ( Green Comet ) เป็นพันธุ์ที่มาจากญี่ปุ่นเก็บเกี่ยวได้เร็ว ประมาณ 40 วันให้ผลผลิตสูง มีลักษณะตรงตามความต้องการของตลาด
4. พันธุ์ของเจียไต๋ ให้ผลผลิตสูง

### วิธีปลูก

การเพาะกล้า หว่านเมล็ดให้กระจายสม่ำเสมอแล้วกลบด้วยดินผสม หรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว หนาประมาณ 0.6 – 1 ซม. หรือหยอดเมล็ดเป็นแถว ถึกลงไปในดินประมาณ 0.6 – 1.25 ซม. ห่างกันแถวละ 15 ซม. เมล็ดในแต่ละแถวควรห่างกันประมาณ 4 ซม. กลบด้วยดินผสมหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วเช่นกัน รดน้ำด้วยบัวฝอยละเอียดคลุมฟางสะอาดบางๆ เพื่อช่วยรักษาความชื้นในดิน เมื่อต้นกล้าออกควรตรวจดูแล ถอนต้นอ่อนแอและเบียดชิดกันแน่นเกินไปทิ้ง ใช้ปุ๋ยพวกสตาร์ตเตอร์โซลูชั่นรด เพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรง หมั่นตรวจดูแลป้องกันโรคและแมลงที่เกิดขึ้น

การย้ายกล้า ก่อนทำการย้ายกล้า ควรทำให้ต้นกล้าแข็งแรง ต้นกล้าที่จะย้ายควรมีอายุประมาณ 4 – 5 อาทิตย์ ไม่ควรใช้กล้าที่แก่เกินไป ย้ายปลูกให้ต้นกล้าอยู่ในระดับดินลึกพอควรควรย้ายในช่วงเวลาบ่ายๆ ถึงเย็น หรือช่วงที่อากาศมีดริ่มรอน้ำ หรือรดสารละลายปุ๋ยสตาร์ตเตอร์โซลูชั่นเจือจางทันที คลุมฟางบางๆ เพื่อช่วยพรางแสงต้นกล้าระยะแรกและรักษาความชื้นในดิน

### การปฏิบัติดูแล

การให้น้ำ ปริมาณและธาตุอาหารที่บร็อกโคลี่ดูดไปจากดิน คือ ไนโตรเจน ( N ) เท่ากับ 3.6 กก./ไร่ ฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.36 กก./ไร่ และโปแตสเซียม เท่ากับ 8.1 กก./ไร่ เมื่อให้ผลผลิตจำนวน 100 คอก จะเห็นได้ว่า ใช้โปแตสเซียมในปริมาณที่สูงและไนโตรเจนรองลงมา ดังนั้นอาจกล่าวได้อย่างกว้างๆ ว่า สัดส่วนของปุ๋ยที่จะใช้กับบร็อกโคลี่ในบ้านเราควรประกอบด้วยไนโตรเจน ( N ) 1 ส่วน , ฟอสฟอรัส (  $P_2O_5$  ) 1 ส่วน และโปแตสเซียม 2 ส่วน เช่น ปุ๋ยสูตร 10 - 10 - 20 , 13 - 13 - 21 เป็นต้น ในอัตราประมาณ 50 -150 กก./ไร่ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ดินและปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ ทั้งนี้โดยการแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ใส่ครั้งแรกครึ่งหนึ่ง เพื่อเป็นปุ๋ยรองพื้น รองกันหลุมปลูก หรือกลบฝังข้างร่องแถวปลูกและเหลือใส่ครั้งที่สอง เมื่ออายุประมาณ 20 วัน แบบโรยข้างแถว แล้วพรวนกลบลงในดิน

ให้ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น ยูเรีย , แอมโมเนียมไนเตรด เป็นปุ๋ยเสริมแบบโรยข้าง อัตราประมาณ 20 กก./ไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง คือ ครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 7 วันและครั้งที่สองเมื่ออายุประมาณ 30 วัน และควรจะให้พวกธาตุอาหารรอง เช่น โบรอน ( B ) และ โมลิบดีนัม ( Mo ) เพราะมีความสำคัญต่อบร็อกโคลี่เช่นเดียวกับกะหล่ำดอก หากไม่ได้รับอย่างเพียงพอ จะทำให้เกิดอาการโรค วิปเทล ( Whiptail ) และบราวนิ่ง ( Browning ) ขึ้นเช่นกัน

การให้น้ำ บร็อกโคลี่ ควรได้รับอย่างเพียงพอ และสม่ำเสมอเพื่อให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อต้นตั้งตัวดีแล้วหลังย้ายกล้า ต้องการน้ำประมาณ 1 ถึง 1.5 นิ้ว ต่อสัปดาห์ แต่สภาพอากาศเขตร้อนอย่างบ้านเรา อาจต้องการมากขึ้น

### โรคที่สำคัญ

โรคของผักตระกูลกะหล่ำที่พบบ่อยก็คือ โรคเน่าและ ทำให้ต้นเน่ายุบลงไปทั้งต้น สันนิษฐานว่า เกิดจากมีเชื้อแบคทีเรียเข้าไปทางบาดแผลที่หนอนหรือเชื้อราทำลายไว้ก่อน โรคเน่าและมักพบเกิดร่วมกับโรคอื่น หรือโรคไส้ดำที่เกิดจากขาดธาตุโบรอน โรคนี้ทำความเสียหายแก่ต้นผักทั้งต้น เมื่อพบเห็นต้นที่เป็นโรคควรรีบถอนไปทำลายทิ้งเสีย และหากมีโรคระบาดมากไม่ควรจะปลูกพืชตระกูลนี้ซ้ำที่อีก ควรเปลี่ยนไปปลูกพืชตระกูลอื่นหมุนเวียนบ้าง

### แมลงที่สำคัญ

จุดที่แมลงศัตรูของผักบร็อกโคลี่เข้าทำลายคือใบและดอก โดยทั่วไปผักที่เรานิยมรับประทานดอกและลำต้น เกษตรกรจึงไม่กังวลถึงความสวยงามของใบเวลาขาย แต่ถ้าหากพบว่ามีแมลงศัตรูพืชระบาดก็จำเป็นต้องฉีดพ่นยาป้องกันกำจัดเสียเพื่อมิให้ระบาดไปยังดอกหรือระบอบไป

ต้นอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ผักเจริญเติบโตได้ไม่ดี แมลงศัตรูพืชที่พบ ได้แก่ หนอนคืบกะหล่ำ, หนอนใยผัก, หนอนกะหล่ำ, หนอนกระทู้หอม

### การเก็บเกี่ยว

อายุของบร็อกโคลี่นับตั้งแต่วันย้ายปลูกจนถึงวันตัดขายได้ ประมาณ 70 – 90 วัน โดยเลือกตัดดอกที่มีกลุ่มดอกเกาะตัวกันแน่น โดยขนาดประมาณ 10 – 19 เซนติเมตร และต้องรีบตัดดอกก่อนที่จะบานกลายเป็นสีเหลือง ซึ่งจะขายไม่ได้ราคาเพราะผู้ซื้อมักเข้าใจว่าเป็นผักที่ไม่สดไม่น่ารับประทานให้มีดตัดต้นชิดโคนแล้วขนออกมาตัดแต่งข้างนอกแปลงตัดแต่งให้เหลือทั้งต้นและดอกยาวประมาณ 16 – 20 เซนติเมตร ตัดใบออกให้เหลือติดดอกประมาณ 2 ใบ เพื่อเอาไว้พันรอบดอก ในระหว่างการขนส่ง ผลผลิตในฤดูร้อนจะได้ประมาณ 1,300 – 1,500 กก./ไร่ แต่ถ้าในฤดูหนาวจะได้ผลผลิตถึง 2,000 – 3,000 กก./ไร่

### ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของ บร็อกโคลี่

น้ำหนัก (g)	พลังงาน (แคลอรี)	โปรตีน (g)	ไขมัน (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)	แคลเซียม (g)	เหล็ก (mg)
120	40	5	1	7	136	1.2

### ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินใน บร็อกโคลี่

น้ำหนัก (g)	วิตามินเอ (IV)	ไทามิน (mg)	ไรโบฟลาวิน (mg)	ไนอาซิน (mg)	วิตามินซี (mg)
155	3,880	0.14	0.31	1.2	140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทำการทดลอง

1. ใช้แผนการทดลองแบบ CRD
2. ดำเนินการทดลอง 3 ดำหรับ , ดำหรับละ 20 ซ้ำ
  - Treatment 1 : ฉีดน้ำเปล่า ( Control )
  - Treatment 2 : ฉีดปุ๋ยปลา ( ปุ๋ยปลา 40 cc : น้ำ 20 ลิตร )
  - Treatment 3 : ฉีดปุ๋ยปลา ( ปุ๋ยปลา 80 cc : น้ำ 20 ลิตร )
3. ความคุมให้สารละลายมี  $EC = 1.2 \text{ mS/cm}$  ,  $pH 5.8 - 6.0$
4. เปลี่ยนถ่ายสารละลายใหม่ทุกสัปดาห์
5. ฉีดปุ๋ยทางใบ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

### อุปกรณ์

1. ชุดระบบ Aeroponic
2. ท่อ PVC
3. หัวฉีด spray
4. แผ่น โฟม
5. ป้อนน้ำ
6. หม้อกรอง ( filter )
7. pH meter
8. EC meter
9. วัสดุเพาะกล้า ( perlite )
10. ถ้วยเพาะ

### สารเคมี

1. Monopotassium phosphate (  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  )
2. Potassium nitrate (  $\text{KNO}_3$  )
3. Magnesium sulfate (  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  )
4. Ammonium molybdate [ (  $\text{NH}_4$  )  $\text{MoO}_4$  ]
5. Boric acid (  $\text{H}_3\text{BO}_3$  )
6. Manganese sulfate (  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  )
7. Zinc sulfate (  $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  )
8. Copper sulfate (  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  )
9. Calcium nitrate [  $\text{Ca} (\text{NO}_3)_2$  ]
10. Fe – EDTA
11. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ ในห้องปฏิบัติการ

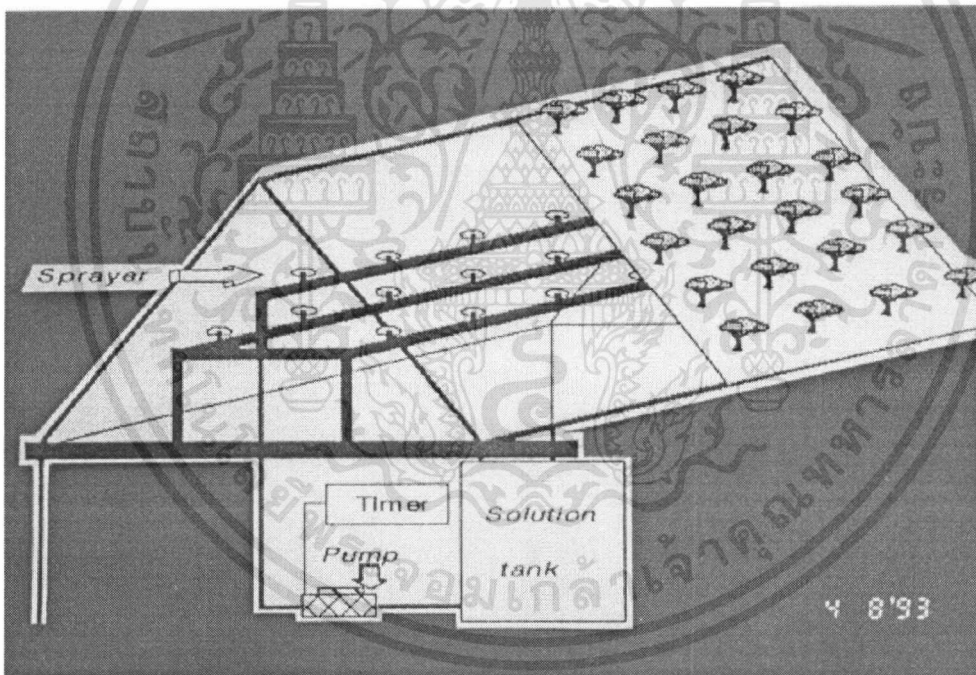
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

### 1. การเตรียมระบบปลูก Aeroponic

ระบบปลูกแบบ Aeroponic จะมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม มีลักษณะคล้าย พีระมิดโดยจะทำการต่อเหล็กให้เป็นฐานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากนั้นนำกระเบื้องสีดำทำเอาไว้มองรับสารละลายมาประกอบ จากนั้นนำเหล็กจากมา ต่อเป็นโครงสามเหลี่ยมด้านบน นำโฟมมาตัดให้ได้ขนาดพอดี และเจาะรู โดยแต่ละรูห่างกันประมาณ 25 cm

นำท่อ PVC มาต่อเป็นโครง 2 ชั้น แล้วใช้สว่านเจาะรูเพื่อติดหัวฉีดจำนวน 27 หัว แล้วต่อท่อเข้ากับปั้มน้ำ โดยผ่านหม้อกรองก่อน



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบ Aeroponic แบบกระโจมสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช โดยทั่วไป จะเตรียมจากสูตรต่างๆ จากน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์มีสารต่างๆ ละลายเจือปนอยู่น้อย เช่น น้ำฝน น้ำกรอง แต่ถ้าในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อเป็นการค้า จำเป็นจะต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำในท้องถิ่น เช่น น้ำประปา น้ำบาดาล หรือน้ำจากแม่น้ำลำธาร ( ที่ผ่านการกรองเอาสารแขวนลอยต่างๆ เหล่านี้ออกได้ แต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง วิธีการหนึ่งที่สามารถนำน้ำเหล่านี้มาใช้ได้โดยตรงต่อการคำนวณปริมาณสารอาหาร และกรดนี้จะใส่ลงในน้ำเพื่อเพิ่มเติมธาตุอาหาร & ปรับค่า pH ให้ได้ตามต้องการ การเตรียมสารละลายธาตุอาหารตามวิธีของ “Coic – Lasaint” อาศัยข้อมูลพื้นฐานดังนี้

1. ค่า pH & ค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายที่เราต้องการ
2. วัด pH & ค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารดั้งเดิมในน้ำที่เราจะใช้เตรียม ( ค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ )
3. ชนิดของกรดและธาตุอาหารที่จะใช้เตรียม ( คำนึงถึงราคา & ความยากง่ายในการจัดหา & รักษา )

### การเตรียมน้ำธาตุอาหาร

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูก บร็อคโคลี่ จะใช้สูตรสารละลาย stock solution โดยการเตรียมต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลายซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

## ตารางที่ 3 สูตรสารละลายธาตุอาหาร

Stock Solution	
เตรียมสารละลาย 50 ลิตร	
<b>Solution A</b> ใส่ตามลำดับดังนี้	
1. ใส่น้ำ	10 ลิตร
2. ใส่ $\text{KNO}_3$ โดยละลายในน้ำ 10 ลิตรก่อน	4550 กรัม
3. ใส่ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ โดยละลายในน้ำ 10 ลิตรก่อน	9500 กรัม
4. ใส่ Fe – EDTA ( 4.5 % Fe ) โดยละลายในน้ำ 5 ลิตรก่อน	500 กรัม
5. ใส่น้ำให้ครบ	50 ลิตร
<b>Solution B</b> ใส่ตามลำดับนี้	
1. ใส่ $\text{KNO}_3$ โดยละลายในน้ำก่อน	4550 กรัม
2. ใส่ Potassium phosphate โดยละลายในน้ำก่อน	2720 กรัม
3. $\text{MgSO}_4$	2460 กรัม
4. $\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ( 24 % Mn )	17 กรัม
5. Borax	28.5 กรัม
6. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ( 22 % Zn )	11.5 กรัม
7. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ( 25 % Cu )	1.9 กรัม
8. Sodium molybdate ( 40 % Mo )	1.2 กรัม
9. ใส่น้ำให้ครบ	50 ลิตร

### 3. การเพาะต้นกล้า

การเพาะต้นกล้า ของบร็อกโคลี่ทำได้โดยการ นำเมล็ดมาห่อด้วยกระดาษทิชชู แล้วพรมน้ำให้ชุ่มใส่ไว้ในจานเพาะ เมื่อเมล็ดงอก จึงนำมาใส่ในถ้วยเพาะที่ใช้เพอร์ไลต์เป็นวัสดุปลูก เมื่อต้นกล้าอายุได้ 5 สัปดาห์ จึงย้ายลงระบบ

### 4. การดูแลในระหว่างทำการทดลอง

การดูแลรักษาพืชขณะที่อยู่ในกระโจมปลูกควรดูแล และตรวจเช็คสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ตรวจสอบว่ามีสารละลายไหลรั่วซึม ออกจากระบบปลูกหรือไม่
2. เช็คดูว่าหัว spray อุดตันหรือไม่
3. ถอดเครื่องกรองล้างทุกๆ 1 สัปดาห์
4. ดูแรงดันน้ำที่หัวฉีด และทิศทางว่าเหมาะสมหรือไม่ เพื่อให้รากได้รับสารละลายทั่วถึง
5. ดูว่าค่า EC และ pH ว่าอยู่ในระดับที่ต้องการหรือไม่
6. ดูแลไม่ให้ลมพัดจนพืชล้มเสียหาย
7. ตรวจสอบว่ามีโรคและแมลงรบกวนหรือไม่

### 5. การบันทึกผลการทดลอง

1. บันทึกปริมาณการใช้น้ำของ บร็อก โคลี่
2. วัดความสูงของต้น และความยาวของราก
3. ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นบร็อกโคลี่
4. ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของราก
5. วัดค่าคลอโรฟิลล์
6. วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในพืช

### 6. การแสดงข้อมูลจากการทดลอง

นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผล โดย ตารางและกราฟ

## 7. สถานที่ทำการทดลอง

บริเวณชั้น 5 ตึก เจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 8. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

วันเริ่มทำการทดลอง 16 สิงหาคม 2543

วันสิ้นสุดการทดลอง 28 กุมภาพันธ์ 2544



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดลองทางด้านการเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ใน Aeroponic

การบันทึกผล	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1. ความสูงของลำต้น (cm) <sup>ns</sup>	47.55	52.10	53.45
2. ความยาวของราก (cm) <sup>ns</sup>	121.85	124.95	119.30
3. ปริมาณคลอโรฟิลล์ <sup>ns</sup>	67.46	68.17	66.99
4. น้ำหนักสดของลำต้น (กรัม)*	101.72 a	129.77 ab	138.82 b
5. น้ำหนักสดของใบ (กรัม)*	130.78 a	179.76 ab	208.02 b
6. น้ำหนักสดของดอก (กรัม) <sup>ns</sup>	49.91	64.23	75.49
7. น้ำหนักสดของราก (กรัม)*	18.79 a	29.74 ab	31.21 b
8. น้ำหนักแห้งของลำต้น (กรัม)*	7.24 a	9.25 ab	10.25 b
9. น้ำหนักแห้งของใบ (กรัม)*	11.71 a	15.78 ab	19.07 b
10. น้ำหนักแห้งของดอก (กรัม) <sup>ns</sup>	4.76	6.33	7.13
11. น้ำหนักแห้งของราก (กรัม) <sup>ns</sup>	2.39	3.30	3.95
12. น้ำหนักแห้งของต้น+ใบ+ดอก ต่อราก <sup>ns</sup>	12.42	10.01	16.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโบของบร็อคโคลี่

การบันทึกผล	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1. ปริมาณ %N ในใบ <sup>ns</sup>	5.92	6.02	5.91
2. ปริมาณ %P ในใบ <sup>ns</sup>	0.60	0.65	0.63
3. ปริมาณ %K ในใบ <sup>ns</sup>	4.07	4.11	4.62
4. ปริมาณ %Ca ในใบ <sup>ns</sup>	5.49	5.67	5.90
5. ปริมาณ %Mg ในใบ <sup>ns</sup>	0.40	0.41	0.43
6. ปริมาณ Cu ในใบ (ppm) <sup>ns</sup>	7.32	9.50	9.64
7. ปริมาณ Zn ในใบ (ppm) <sup>ns</sup>	205.57	215.52	214.94
8. ปริมาณ Mn ในใบ (ppm) <sup>ns</sup>	147.77	153.38	156.94
9. ปริมาณ Fe ในใบ (ppm) <sup>ns</sup>	513.41	324.73	327.05

\* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นและดอกของบร็อกโคลี่

การบันทึกผล	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1. ปริมาณ %N ในต้น และดอก <sup>ns</sup>	4.18	4.29	4.37
2. ปริมาณ %P ในต้น และดอก*	0.63 a	0.77 b	0.76 b
3. ปริมาณ %K ในต้น และดอก*	6.85 b	6.64 b	4.63 a
4. ปริมาณ %Ca ในต้น และดอก <sup>ns</sup>	1.32	1.33	1.18
5. ปริมาณ %Mg ใน ต้นและดอก	0.28	0.32	0.31
6. ปริมาณ Cu ในต้น และดอก (ppm) <sup>ns</sup>	2.76	3.54	2.86
7. ปริมาณ Zn ในต้น และดอก (ppm) <sup>ns</sup>	107.82	120.01	106.97
8. ปริมาณ Mn ในต้น และดอก (ppm) <sup>ns</sup>	23.04	27.66	28.03
9. ปริมาณ Fe ในต้น และดอก(ppm) <sup>ns</sup>	95.20	99.17	232.98

\* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองปลูกบร็อกโคลี่ในระบบ Aeroponic พบว่า การเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก ต้นบร็อกโคลี่มีลักษณะพอมสูง เนื่องจากทำการปลูกในโรงเรือนทำให้ปริมาณแสงน้อยและระยะเวลาการปลูกถี่เกินไป นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆอีกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ซึ่งอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ ดังนี้คือ

1.ระบบการปลูก Aeroponic นี้มีการให้น้ำโดยใช้หัวฉีด spray ให้สารละลายมีลักษณะเป็นฝอย ซึ่งการกระจายของหัวฉีดบางครั้งอาจจะไม่สม่ำเสมอและไม่ทั่วถึง บางครั้งหัวฉีดมีการอุดตันก็อาจมีผลต่อการทดลองได้

2.ลมมีผลต่อลำต้นอาจทำให้ต้นล้มได้ ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตเพราะต้นมีลักษณะสูงและรากไม่มีที่ยึดเกาะ

3.ระบบนี้ไม่มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศทำให้อุณหภูมิในกระโจมสูง รวมทั้งอุณหภูมิของโรงเรือนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก เนื่องจากเป็นโรงเรือนที่อากาศถ่ายเทไม่สะดวก ดังนั้นอุณหภูมิที่สูงจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ ซึ่งเป็นพืชที่ชอบอากาศเย็นทำให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

4.ในช่วงของการย้ายต้นกล้าลงระบบปลูกต้องใช้ต้นกล้าที่โตพอสมควรและมีรากยาวแล้ว เนื่องจากต้นกล้าที่ไม่มีรากหรือมีรากสั้น จะทำให้พืชโตช้าหรือตายได้ เพราะพืชต้องใช้รากในการดูดสารละลายธาตุอาหาร

5.ในการฉีดปุ๋ยปลาในแต่ละความเข้มข้นจำเป็นต้องผสมสารจับใบด้วย เนื่องจากบร็อกโคลี่มีสารเคลือบใบ ถ้าไม่ผสมสารจับใบ ปุ๋ยทางใบที่ฉีดไปก็ไม่สามารถยึดเกาะกับใบได้ และในการฉีดปุ๋ยปลาในแต่ละต้น จำเป็นต้องฉีดทีละต้น และหาวัสดุกันเพื่อไม่ให้ละอองของปุ๋ยปลาที่ฉีดปลิวไปโดนต้นอื่น ซึ่งอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้

## ข้อเสนอแนะจากการทำการทดลอง

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ควรมีการปรับปรุงขั้นตอนและระบบปลูกให้เหมาะสมมากขึ้นดังนี้

1. ควรมีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ เพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงมลดลง และอากาศภายในถ่ายเทมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้รากเจริญเติบโตได้ดีขึ้น รวมถึงทำการปลูกในโรงเรือนที่มีการถ่ายเทอากาศดี ไม่สะสมความร้อนในเวลากลางวัน ซึ่งเมื่ออุณหภูมิสูงจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และพืชจะมีอัตราการใช้น้ำมากขึ้น ซึ่งอาจแก้โดยการปลูกในโรงเรือนที่มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ
2. ควรปลูกในบริเวณที่มีแสงสว่างเพียงพอ และควรเพิ่มระยะปลูกให้ห่างมากยิ่งขึ้น เนื่องจากบร็อกโคลี่มีลักษณะทรงพุ่มแผ่กว้าง
3. ควรใช้สูตรสารละลายที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบร็อกโคลี่ ซึ่งจะช่วยให้บร็อกโคลี่มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น รวมทั้งค่า EC และ pH ที่เหมาะสมด้วย
4. สามารถใช้ระบบควบคุมความเข้มข้นและ pH ของสารละลายแบบอัตโนมัติควบคู่กับระบบปลูกแบบ Aeroponic ได้
5. ควรปรับความแรงในการฉีดพ่นสารละลายของหัวฉีด ( spray ) ให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะ และสามารถฉีดพ่นได้ทั่วถึงทั้งระบบ
6. ควรระวังการยึดเกาะทรงตัวของพืช เนื่องจากรูปทรงกระโจมทำให้พืชทรงตัวได้ยาก จึงต้องคอยระวังโคนต้นของพืชอาจหัก จะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยทางใบ โดยใช้บร็อคโคลี่เป็นพืชทดสอบในระบบ Aeroponic พบว่า การฉีดปุ๋ยปลาทางใบมีผลต่อการเจริญเติบโตของบร็อคโคลี่ ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดลองทางด้านการเจริญเติบโตที่ให้ผลแตกต่างกัน และมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีขึ้น เมื่อมีการฉีดพ่นปุ๋ยปลาในอัตราความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น

จากการทดลองพบว่าความสูงของลำต้นทั้ง 3 คำหรับไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่ความสูงในคำหรับที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยปลา 80 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร มีค่าสูงสุด คือ เท่ากับ 53.45 ซม. เมื่อเทียบกับคำหรับที่ไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ยปลา มีความสูงเพียง 47.55 ซม. ส่วนความยาวรากและปริมาณคลอโรฟิลล์ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักสดของลำต้นในแต่ละคำหรับให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในคำหรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา 80 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักมากที่สุดคือ 138.82 กรัม ในคำหรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา 40 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักรองลงมาถึง 129.77 กรัม และคำหรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา มีน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 101.72 กรัม ส่วนน้ำหนักสดของใบและรากให้ผลในทำนองเดียวกัน คือในคำหรับที่ฉีดปุ๋ยปลา 80 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักมากที่สุดแต่น้ำหนักสดในดอกให้ผลที่ไม่ต่างกันทางสถิติ

น้ำหนักแห้งของทั้งต้น ใบ ดอก และ ราก ก็ให้ผลเช่นเดียวกันคือ มีน้ำหนักมากที่สุดในการฉีดปุ๋ยปลา 80 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร และเมื่อพิจารณา น้ำหนักแห้งของต้น ใบ ดอก รวมกันเทียบกับน้ำหนักแห้งของราก ทำให้ทราบว่าในคำหรับที่ฉีดปุ๋ยปลา 80 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร มีการเจริญทางส่วนบน (ต้น + ใบ + ดอก) เทียบกับส่วนล่าง (ราก) มากที่สุดคือ 16.84 ในคำหรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา 40 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร การเจริญของส่วนบนเมื่อเทียบกับส่วนล่าง น้อยที่สุดคือ 10.01 และคำหรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลาเลยเท่ากับ 12.42 แสดงให้เห็นว่าในคำหรับที่ฉีดปุ๋ยปลา 80 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร มีการเจริญของส่วนบนดีกว่าคำหรับอื่นๆ

ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆในบร็อคโคลี่พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณธาตุอาหารในต้นและดอกนั้นมีเพียง P และ K เท่านั้นที่ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การปลูกบร็อคโคลี่ในระบบ Aeroponic นี้พบว่าพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยเฉพาะการเจริญเติบโตของรากจะดีมาก จากการทดลองบร็อคโคลี่ที่ปลูกมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย เท่ากับ 297 ลิตร /สัปดาห์ หรือประมาณ 42 ลิตร /วัน ดังนั้นจากการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยปลาฉีดพ่นทางใบให้แก่บร็อคโคลี่จะทำให้ผลผลิตดีขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของปุ๋ยปลา 80 cc ต่อ น้ำ 20 ลิตร ร่วมกับการปลูกในระบบ Aeroponic

## เอกสารอ้างอิง

- ไฉน ยอดเพชร . 2513 : สวนผัก . โรงพิมพ์การศาสนา , กรุงเทพฯ
- ประเสริฐ ขมมรคา . 2512 : คู่มือวิชาสวนผัก . แผนกสวนผัก โรงเรียนเกษตรกรรมนครปฐม.
- วารสารวิชาการเกษตร . ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2543 : การทดสอบปลูก บร็อกโคลี่ และกะหล่ำปลี เป็นผักอนามัยปลอดภัยสารพิษในช่วงฤดูฝนจังหวัดสงขลา
- กองบรรณาธิการ ฐานเกษตรกรรม . 2529 : รวมเรื่องผัก . พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์ ฐานเกษตรกรรม . 21 – 24
- สมภพ วิฑูระสันต์ . 2526 : หลักการปลูกผัก . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพฯ , 3 – 51
- กลุ่มหนังสือเกษตร : สวนผัก . พิมพ์ครั้งที่ 1 , 22 – 125
- มูลนิธิตระการศักดิ์ มณีภาค . 2529 : ความรู้เรื่องการปลูกผัก , ผลงานลำดับที่ 2 สำนักพิมพ์นลิน พิมพ์ครั้งที่ 1 , 81 – 83
- โกสินทร์ สายแสงจันทร์ : การเพาะและปลูกผักต่างๆ , 70 – 75
- อุดม โกสินสุก . 2529 : การปลูกผักกินดอกและกินหัว , กรุงเทพฯ . 22 – 24
- อินธิสุนทร นันทกิจ . 2535 : การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน . ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพฯ
- พรชัย จุฑามาศ . 2531 : การปลูกพืชปราศจากดิน . วารสารดินและปุ๋ย , 10
- รัชดา เรื่องวรรณ . 2536 : การปลูกเมล็ดดีโอดีในระบบ NFT และ Aeroponic ปัญหาพิเศษปริญญาตรี . ภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . กรุงเทพฯ
- สมิตรา วัฒนา . 2537 : การเลี้ยง วิ – เอ ไมโครไรซา ในระบบ Aeroponic ปัญหาพิเศษปริญญาตรี . ภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง . กรุงเทพฯ
- สุริสา ตั้งสุนทรธรรม . 2539 : การพัฒนา ระบบ Aeroponic เพื่อการเพาะเลี้ยงเชื้อรา วิ – เอ ไมโครไรซา . ปัญหาพิเศษปริญญาตรี . ภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . กรุงเทพฯ .

Sutherland Alan : **Vegetable Growing.**

Anonymus , 1978 . **Comercial Applications of NFT.** Grower books London, 98 p

Benoit , F. And N , Ceustermans. 1985 **Basic Principles of Nutrient Film Technique (NFT) For Grasshouse Vegetables** , 13 p

Benoit , F. And N , Cestermans, 1986 . **Survey of a decade of Research ( 1974 – 1984 ) with NFT on glasshouse vegetable** , 2 ( 1 ) : 5 – 17

Benoit , F. And N , Cestermans, 1988 . **Poly – Urethane ether foam ( PU ) as an ecologically suoud growing substrate .**

Broyer . C. Theodore . 1983 . **Hydroponics . Mcgraw – Hill Encyclopedia of Science and Technology** . New York . 762 – 765 p.

Hewitt , E.J. 1966 . **Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition .**  
Common – wealth Bureau Hort and Plantation Crop Tech . Communication No. 22  
( Revised ) Common – wealth Agric . Bureau , East Malling , Kent . U.K.

Lim , E.S. 1985 . **Hydroponic production of vegetable in Malaysia usng** : The Nutrient Film Technique Soiless Culture , 2 ( 2 ) : 29 – 39 p

Resh , H.M. 1981 . **Hydroponic food production** . woodbrige Press Publishing Company ,  
California . 2<sup>th</sup> ed. 355 p

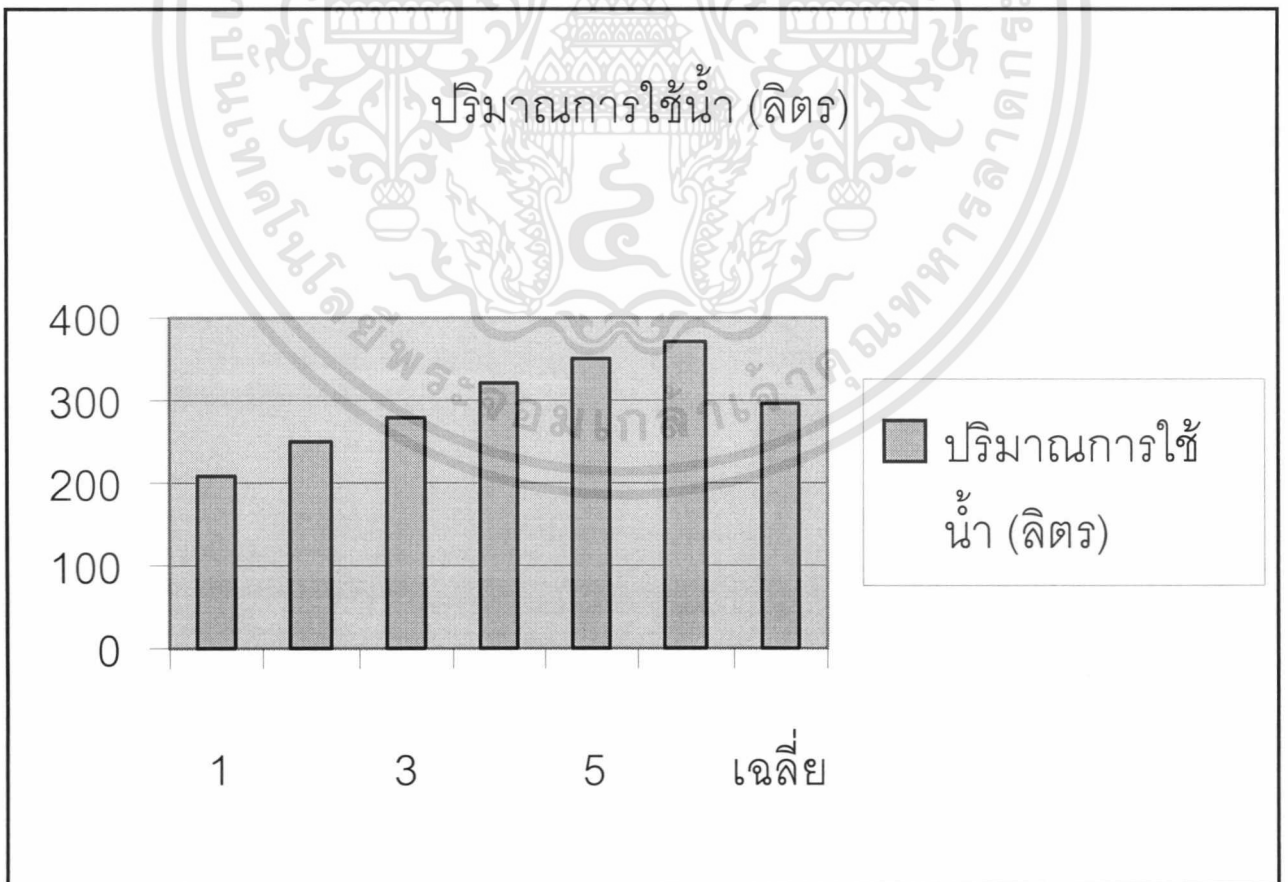


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณการใช้น้ำตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวของบร็อคโคลี่

สัปดาห์ที่	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลิตร)
1	210
2	250
3	280
4	320
5	350
6	370
เฉลี่ย	297

กราฟ 2 แสดงปริมาณการใช้น้ำของต้นบร็อคโคลี่



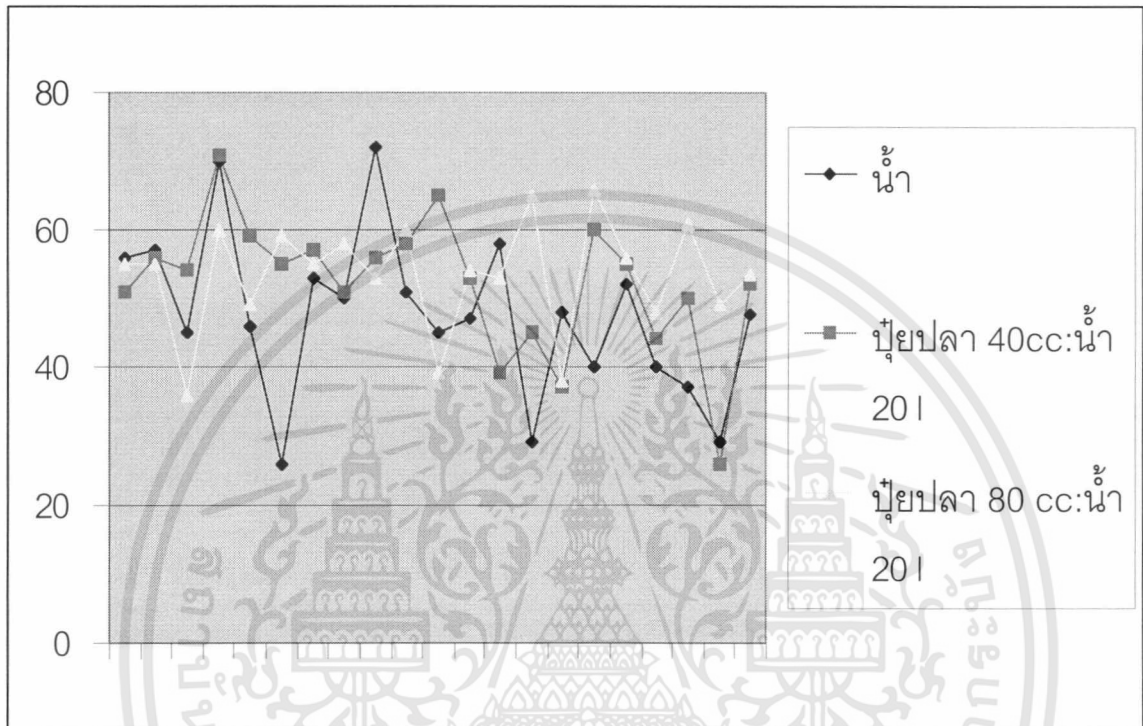
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงความสูงของต้นบร็อคโคลี่

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (cm)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	56	51	55
2	57	56	55
3	45	54	36
4	70	71	60
5	46	59	49
6	26	55	59
7	53	57	55
8	50	51	58
9	72	56	53
10	51	58	60
11	45	65	39
12	47	53	54
13	58	39	53
14	29	45	65
15	48	37	38
16	40	60	66
17	52	55	56
18	40	44	48
19	37	50	61
20	29	26	49
เฉลี่ย	47.55	52.1	53.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 3 แสดงความสูงของต้น



ตารางที่ 9 Analysis of Variance ความสูงของต้น

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	382.23	191.11	1.78 <sup>ns</sup>
Error	57	6101.70	107.04	
Total	59	6483.93		

CV = 20.53

NS = not significant

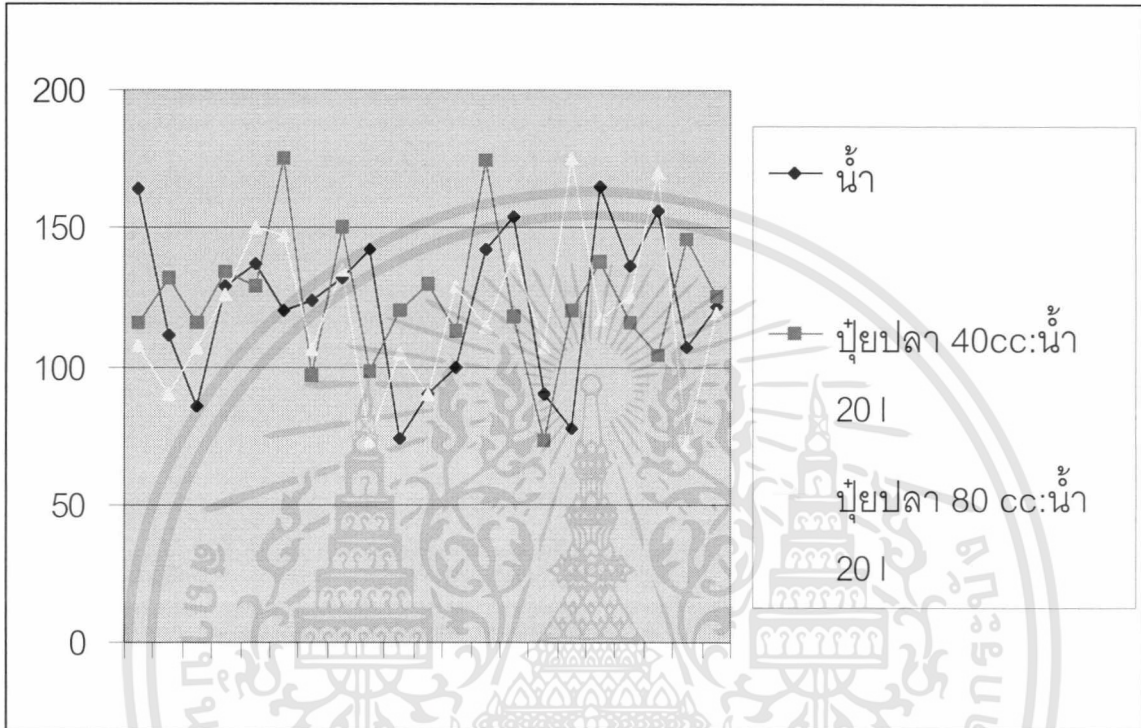
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงความยาวของราก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (cm)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	164	116	108
2	111	132	90
3	86	116	107
4	129	134	126
5	137	129	150
6	120	175	147
7	124	97	106
8	132	150	135
9	142	98	73
10	74	120	105
11	90	130	90
12	100	113	129
13	142	174	114
14	154	118	140
15	90	73	107
16	78	120	175
17	165	138	117
18	136	116	125
19	156	104	170
20	107	146	72
เฉลี่ย	121.85	124.95	119.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 4 แสดงความยาวราก



ตารางที่ 11 Analysis of Variance ความยาวราก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	320.23	160.11	0.21 <sup>ns</sup>
Error	57	42207.70	740.48	
Total	59	42527.93		

CV = 22.00

NS = not significant

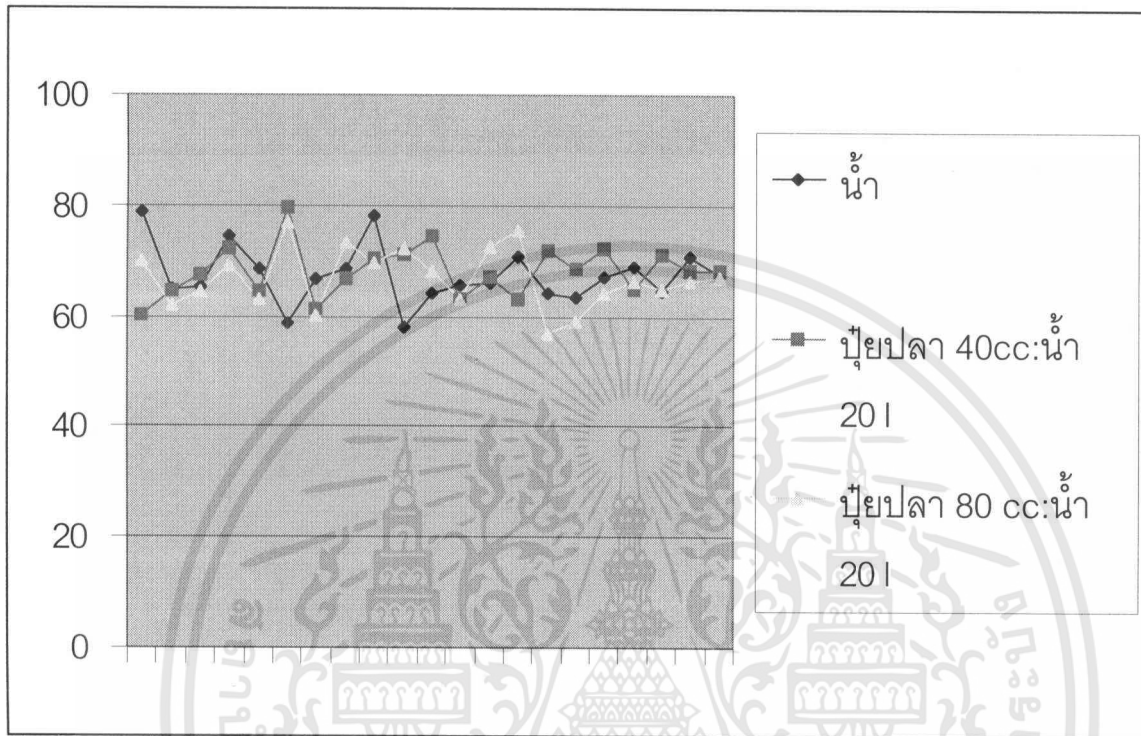
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงค่าคลอโรฟิลล์

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	79	60.1	70
2	64.9	64.7	61.9
3	65.3	67.4	64.6
4	74.4	72.3	69.4
5	68.7	64.5	63.1
6	58.7	79.5	77.1
7	66.9	61.4	60.1
8	68.7	66.9	73.4
9	78.2	70.6	69.8
10	58	71.3	72.1
11	64.4	74.3	68.2
12	65.8	63.1	63.3
13	66	67	72.8
14	70.9	63.2	75.4
15	64.3	71.9	57
16	63.4	68.5	59.3
17	67.3	72.1	64.3
18	68.9	65	66.4
19	64.6	71.3	65.1
20	70.8	68.3	66.6
เฉลี่ย	67.46	68.17	66.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 5 แสดงค่าคลอโรฟิลล์



ตารางที่ 13 Analysis of Variance ค่าคลอโรฟิลล์

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	14.00	7.00	0.25 <sup>ns</sup>
Error	57	1566.20	27.47	
Total	59	1580.20		

CV = 7.76

NS = not significant

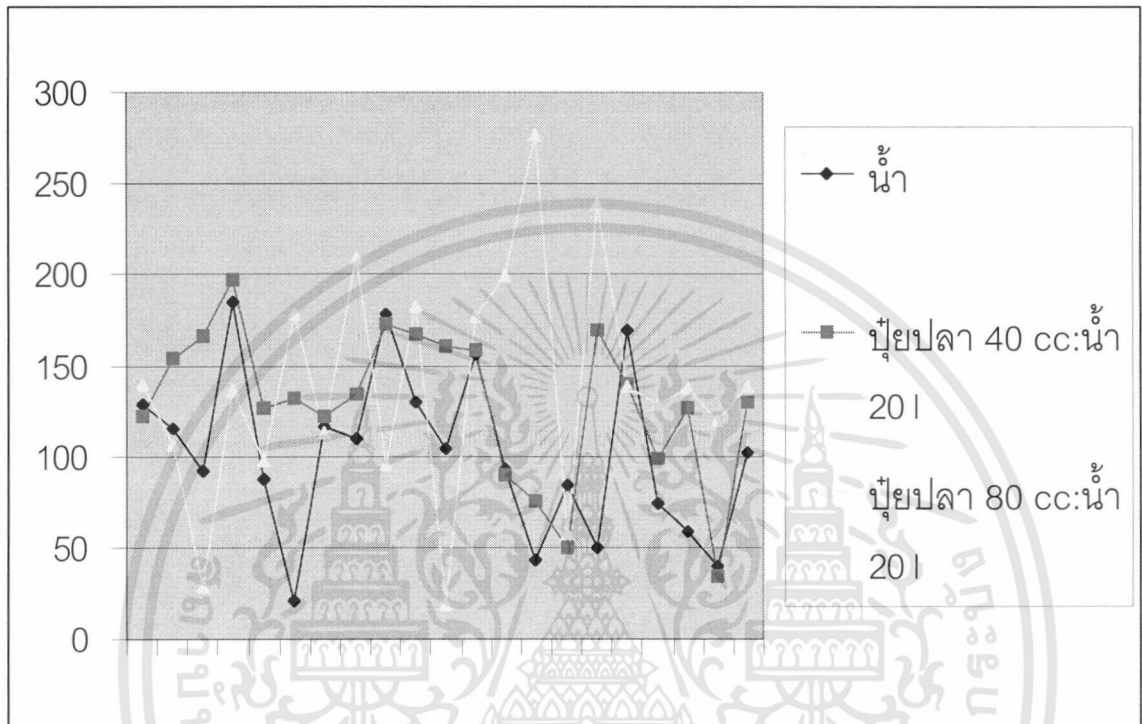
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงน้ำหนักสดของดิน

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	128.77	121.83	139.22
2	115.47	154.4	106.72
3	92.27	165.82	28.69
4	184.62	197.26	136.31
5	87.07	126.3	97.59
6	21.23	131.39	178.71
7	115.78	122.27	113.2
8	109.05	133.5	209.24
9	177.95	172.7	94.8
10	129.33	166.81	182.26
11	104.28	160.46	19.25
12	156.45	158.09	177.17
13	92.87	89.69	198.83
14	42.99	75.64	276.2
15	83.94	50.2	57.77
16	50.29	169.55	238.64
17	169.15	139.96	137.83
18	74.6	98.68	128.04
19	58.52	126.4	137.06
20	39.92	34.56	119.03
เฉลี่ย	101.72	129.77	138.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 6 แสดงน้ำหนักสดของต้น



ตารางที่ 15 Analysis of Variance น้ำหนักสดของต้น

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	14967.23	7483.61	2.71*
Error	57	157207.80	2758.03	
Total	59	172175.00		

CV = 42.54

\* = significant

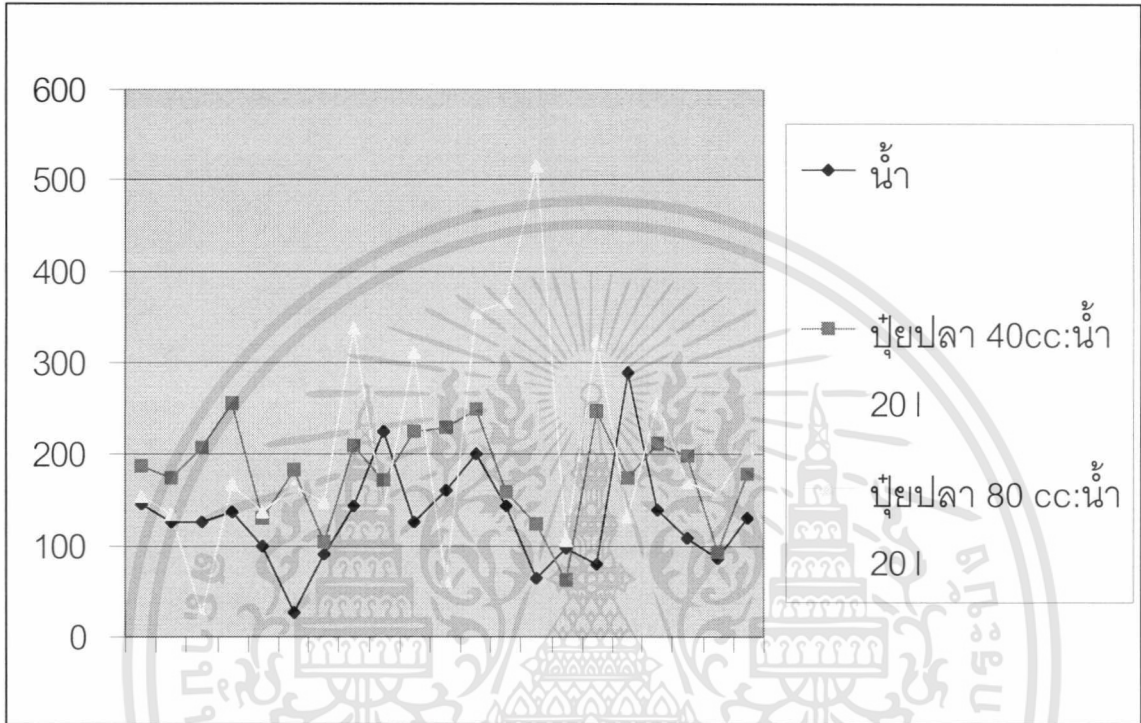
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงน้ำหนักสดของใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	145.17	186.94	154.74
2	125.98	173.19	134.14
3	126.45	206.52	24.27
4	137.65	256.02	167.78
5	98.94	129.68	136.31
6	26.14	183.2	165.06
7	90.42	103.85	147.66
8	144.29	210.49	336.4
9	225.4	172.52	141.41
10	126.52	225.01	309.93
11	160.65	229.24	62.23
12	201.79	248.75	355.57
13	143.47	158.86	365.47
14	64.81	123.67	516.29
15	96.94	61.7	105.01
16	78.31	247.49	323.36
17	289.72	174.62	133.12
18	139.58	212.59	256.59
19	107.99	197.57	169.37
20	85.49	93.48	155.81
เฉลี่ย	130.78	179.75	208.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 7 แสดงน้ำหนักสดของใบ



ตารางที่ 17 Analysis of Variance น้ำหนักสดของใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	61093.04	30546.52	4.28*
Error	57	405997.90	7122.77	
Total	59	467091.00		

CV = 48.82

\* = significant

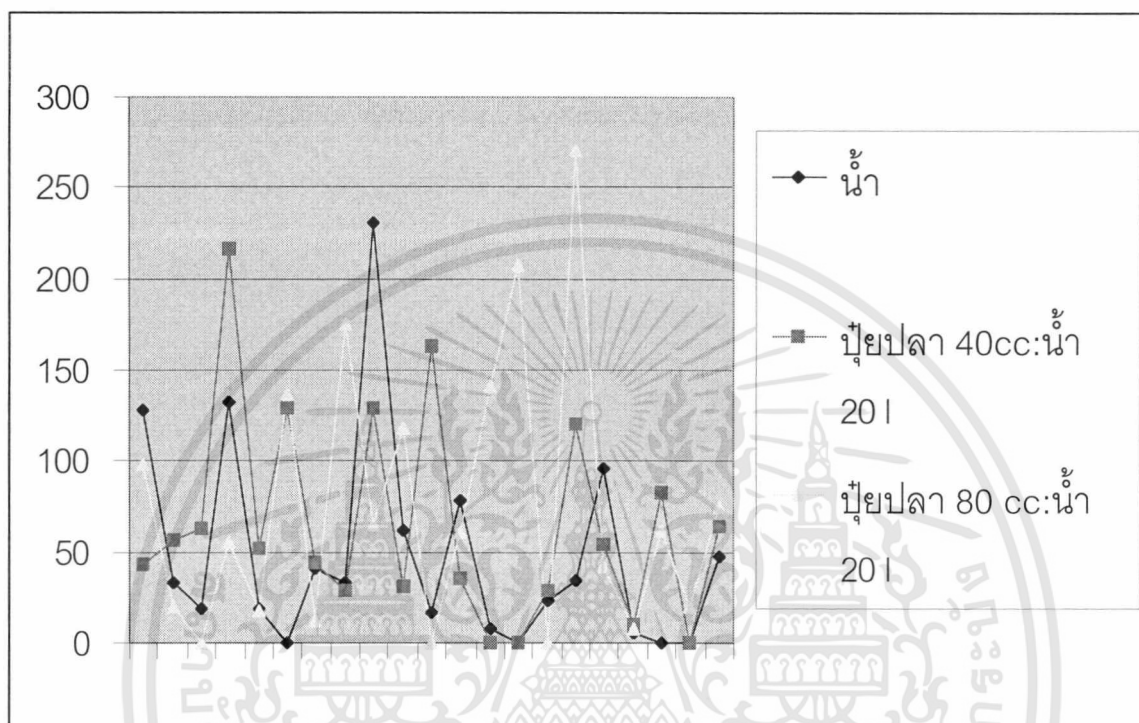
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงน้ำหนักสดของดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	127.97	43.13	98.09
2	33.36	56.29	19.88
3	18.63	62.45	0
4	132.01	216.59	55.44
5	19.05	51.53	17.89
6	0	128.72	136.86
7	40.47	43.95	12.68
8	33.17	28.38	175.7
9	230.41	129.5	64.69
10	62.28	30.7	118.34
11	16.11	163.15	0
12	78.38	35.08	60.5
13	7.75	0	140.75
14	0	0	207.34
15	23.07	28.96	0
16	34.36	119.81	270.48
17	95.72	53.63	42.31
18	5.5	9.75	7.85
19	0	83.12	61.35
20	0	0	19.72
เฉลี่ย	47.91	64.23	75.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 8 แสดงน้ำหนักสดของดอก



ตารางที่ 19 Analysis of Variance น้ำหนักสดของดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	7693.02	3846.51	0.89 <sup>ns</sup>
Error	57	245697.40	4310.48	
Total	59	253390.40		

CV = 104.97

NS = not significant

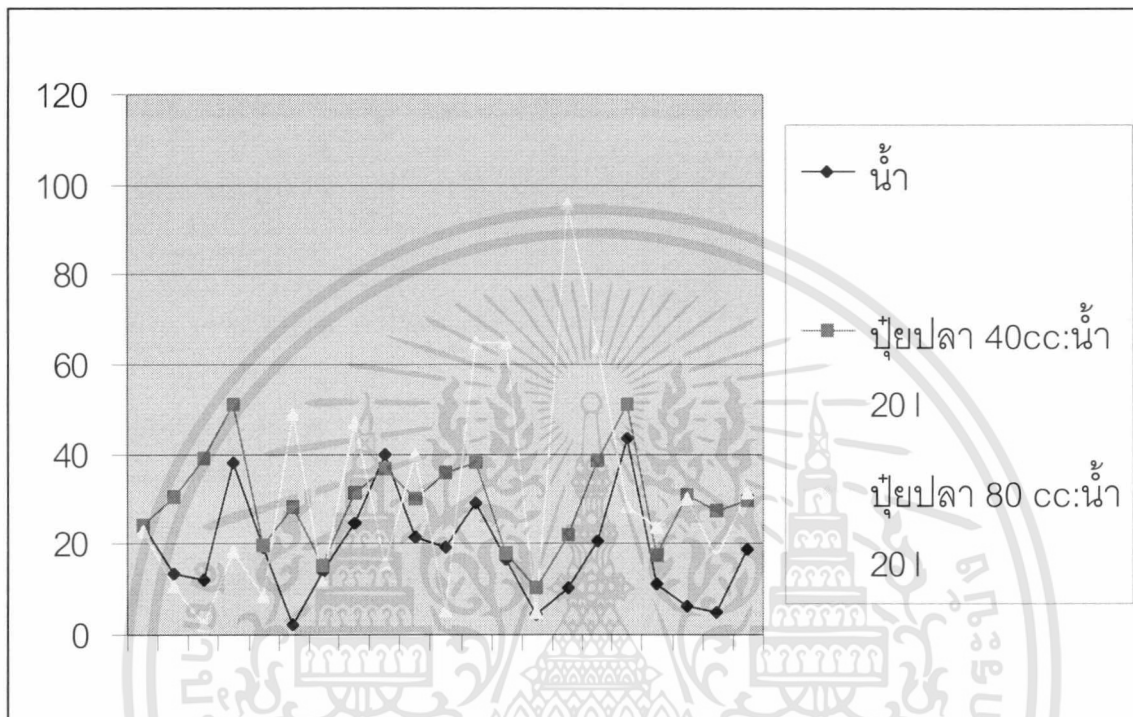
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงน้ำหนักสดของราก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	24.11	24.25	22.98
2	13.51	30.57	10.81
3	12.08	38.86	2.3
4	37.91	50.88	18.29
5	19.35	19.87	8.36
6	2.26	28.1	49.02
7	13.79	15.34	11.59
8	24.6	31.36	47.22
9	39.82	36.68	15.54
10	21.63	29.79	39.75
11	19.44	35.97	5.26
12	28.97	37.99	64.85
13	16.72	17.87	64.79
14	4.56	10.26	4.91
15	10.35	21.76	95.77
16	20.61	38.35	64.18
17	43.48	50.99	28.02
18	11.13	17.44	23.75
19	6.46	31.09	29.98
20	5.08	27.43	17.02
เฉลี่ย	18.79	29.74	31.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 9 แสดงน้ำหนักสดของราก



ตารางที่ 21 Analysis of Variance น้ำหนักสดของราก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	1843.27	921.63	3.02*
Error	57	17371.02	304.75	
Total	59	19214.29		

CV = 67.87

\* = significant

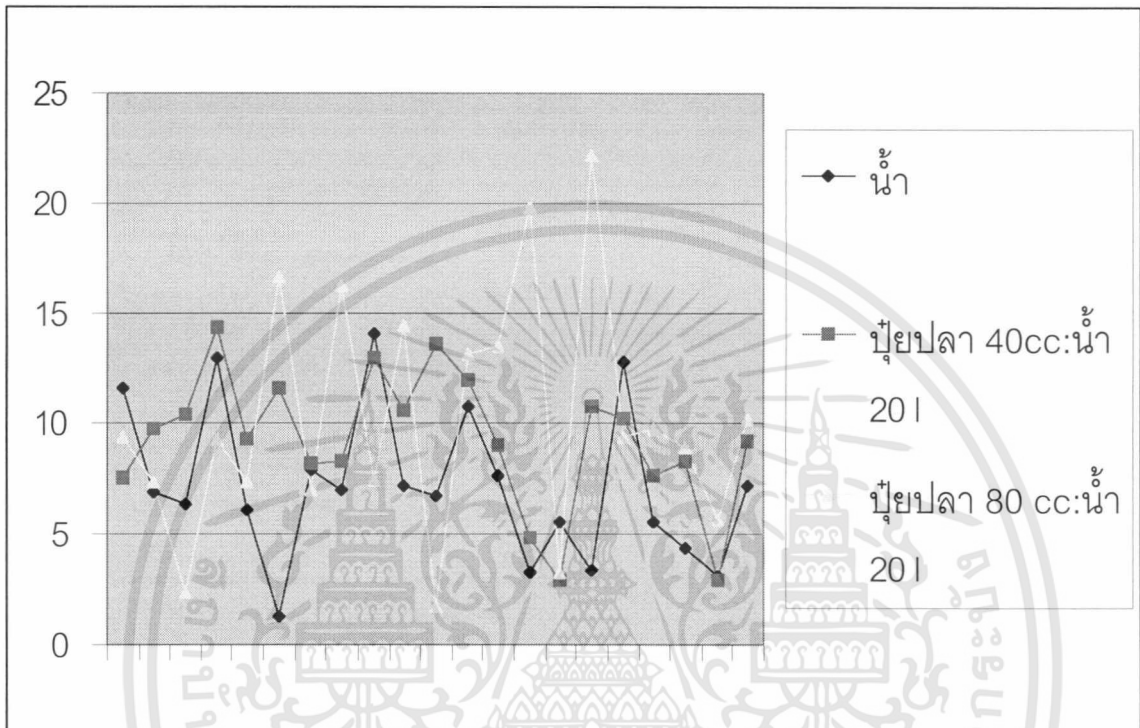
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงน้ำหนักแห้งของดิน

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	11.58	7.61	9.39
2	6.97	9.72	7.43
3	6.41	10.41	2.35
4	12.93	14.34	9.31
5	6.09	9.32	7.42
6	1.25	11.56	16.65
7	7.96	8.18	6.99
8	7.05	8.31	16.28
9	14.09	13	7.46
10	7.18	10.56	14.38
11	6.75	13.63	1.77
12	10.78	11.92	13.18
13	7.69	9	13.51
14	3.33	4.85	19.76
15	5.58	2.91	3.25
16	3.36	10.81	22.15
17	12.75	10.18	9.4
18	5.58	7.63	9.72
19	4.37	8.28	8.95
20	3.13	2.92	5.69
เฉลี่ย	7.24	9.25	10.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 10 แสดงน้ำหนักแห้งของต้น



ตารางที่ 23 Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของต้น

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	94.10	47.05	2.64*
Error	57	1015.59	17.81	
Total	59	1109.69		

CV = 48.59

\* = significant

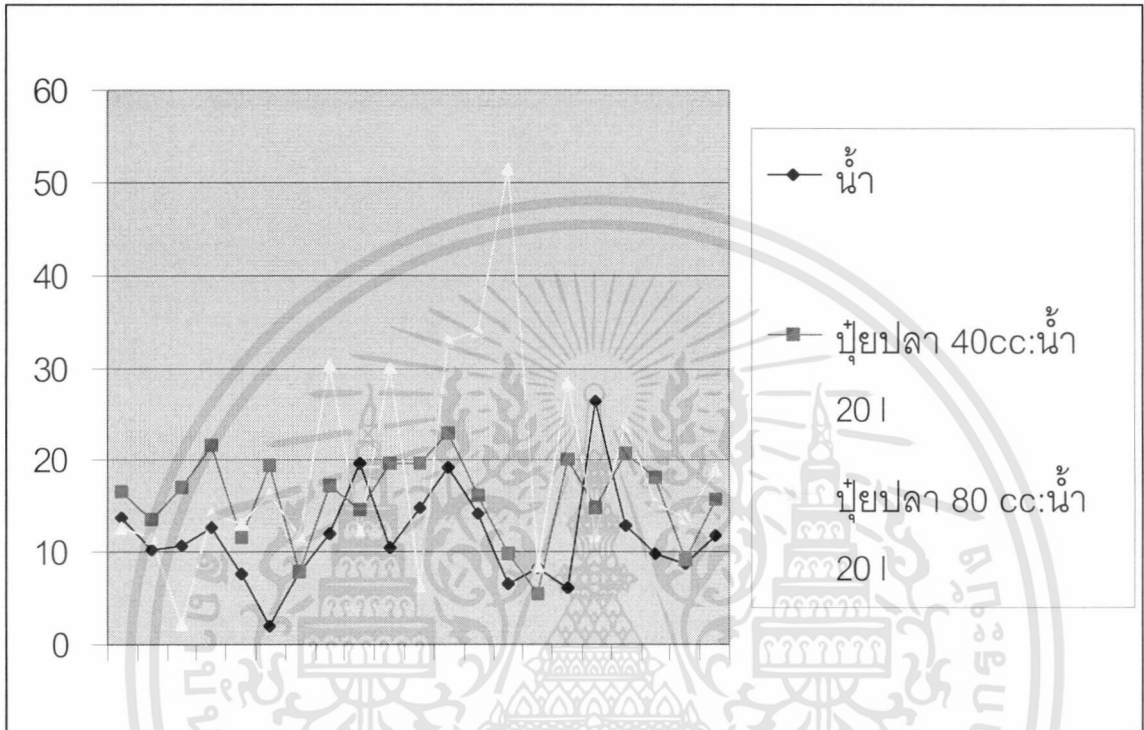
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงน้ำหนักแห้งของใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	13.7	16.51	12.71
2	10.18	13.49	11.54
3	10.69	17	2.16
4	12.61	21.63	14.24
5	7.67	11.48	13
6	2.07	19.32	16.32
7	7.82	7.93	11.89
8	12.05	17.3	30.29
9	19.64	14.53	12.51
10	10.49	19.6	30.17
11	14.81	19.71	6.39
12	19.21	22.95	32.96
13	14.29	16.11	34.02
14	6.55	9.71	51.4
15	8.37	5.52	8.6
16	6.2	20.03	28.36
17	26.45	14.88	11.87
18	12.85	20.8	23.88
19	9.85	18.09	15.33
20	8.8	9.17	13.85
เฉลี่ย	11.71	15.78	19.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 11 แสดงน้ำหนักแห้งของใบ



ตารางที่ 25 Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	543.68	271.84	4.13*
Error	57	3752.05	65.82	
Total	59	4295.73		

CV = 54.96

\* = significant

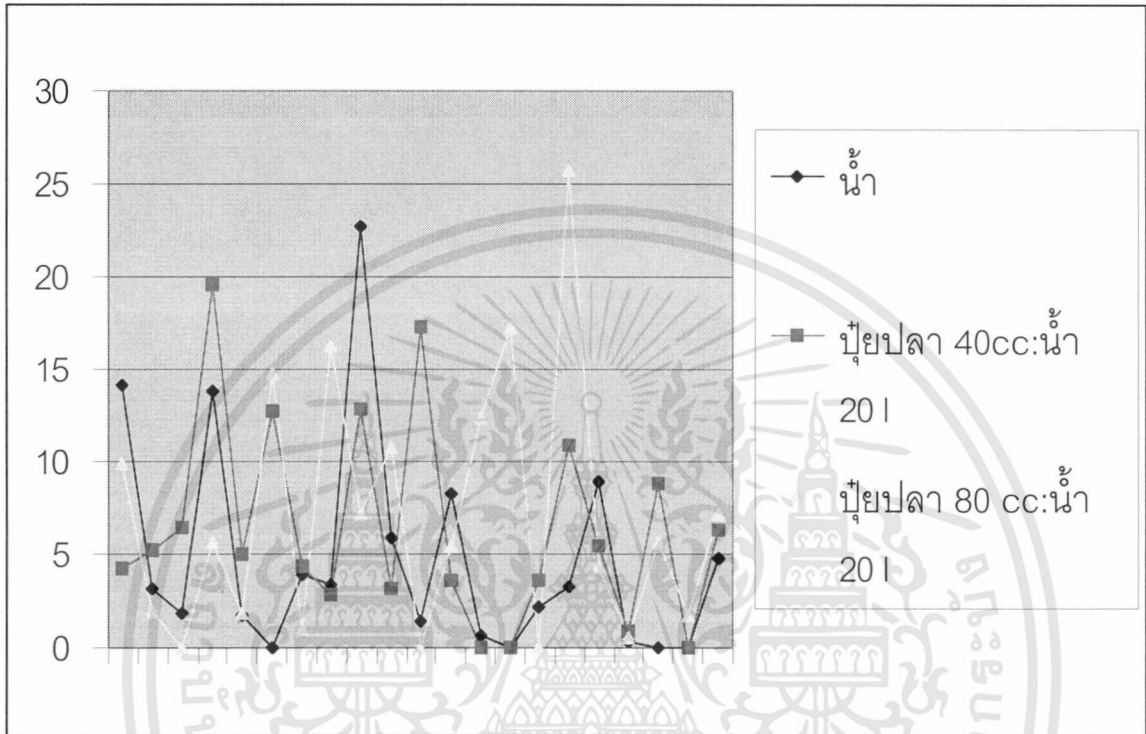
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 แสดงน้ำหนักแห้งของดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	14.09	4.25	9.94
2	3.11	5.19	1.95
3	1.83	6.36	0
4	13.81	19.56	5.62
5	1.71	5.01	1.82
6	0	12.75	14.8
7	3.96	4.38	1.01
8	3.32	2.85	16.27
9	22.76	12.79	7.16
10	5.83	3.17	10.72
11	1.45	17.25	0
12	8.21	3.58	5.48
13	0.61	0	12.35
14	0	0	17.32
15	2.22	3.57	0
16	3.21	10.85	25.77
17	8.9	5.43	4.39
18	0.3	0.86	0.52
19	0	8.81	5.69
20	0	0	1.79
เฉลี่ย	4.76	6.33	7.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 12 แสดงน้ำหนักแห้งของดอก



ตารางที่ 27 Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	57.86	28.93	0.72 <sup>ns</sup>
Error	57	2270.68	39.83	
Total	59	2328.54		

CV = 103.45

NS = not significant

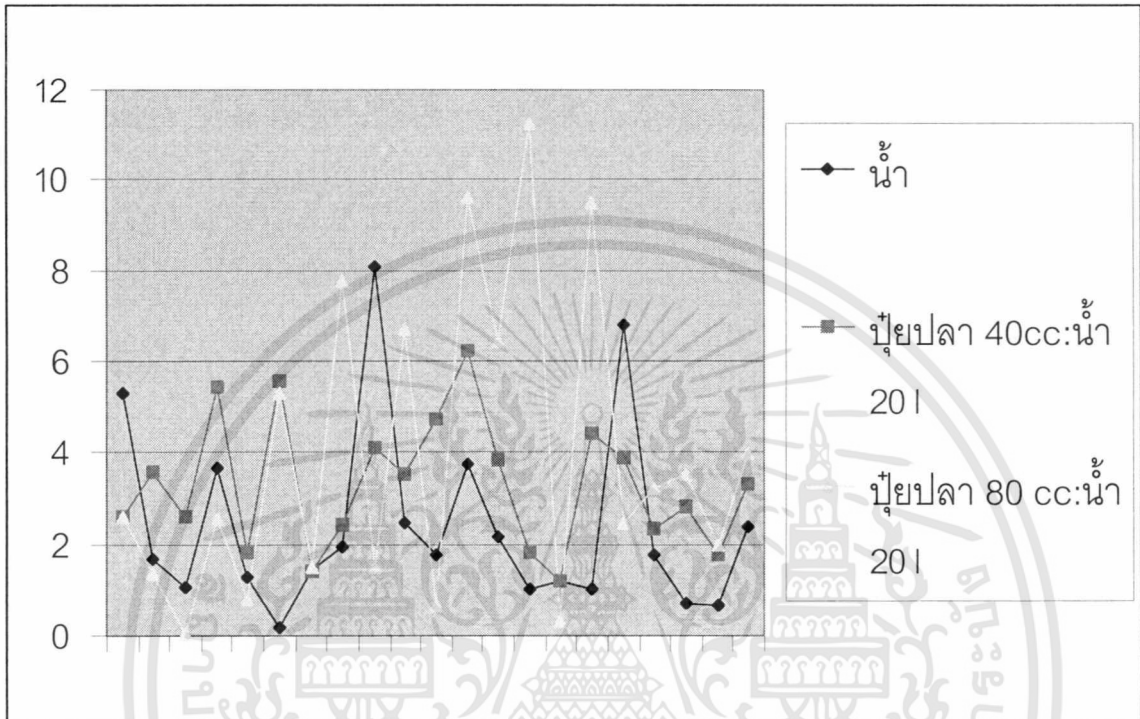
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 แสดงน้ำหนักแห้งของราก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	5.29	2.61	2.6
2	1.68	3.57	1.35
3	1.05	2.59	0.05
4	3.65	5.41	2.54
5	1.28	1.8	0.78
6	0.16	5.57	5.28
7	1.46	1.43	1.48
8	1.96	2.42	7.76
9	8.09	4.1	1.52
10	2.47	3.55	6.72
11	1.77	4.7	0.68
12	3.73	6.24	9.61
13	2.16	3.86	6.45
14	1.02	1.83	11.24
15	1.18	1.18	0.3
16	1.02	4.4	9.47
17	6.8	3.87	2.49
18	1.77	2.35	3.21
19	0.7	2.84	3.51
20	0.65	1.77	1.99
เฉลี่ย	2.39	3.30	3.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 13 แสดงน้ำหนักแห้งของราก



ตารางที่ 29 Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของราก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	24.47	12.23	1.99 <sup>ns</sup>
Error	57	350.08	6.14	
Total	59	374.55		

CV = 78.19

NS = not significant

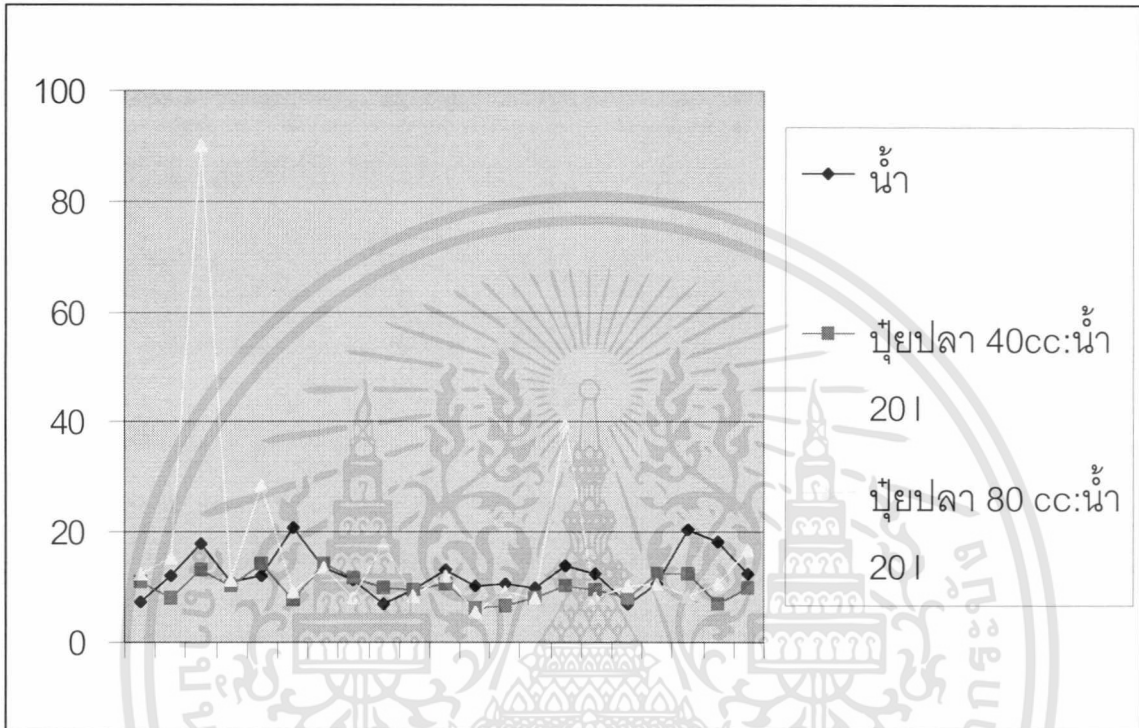
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 แสดงน้ำหนักแห้ง ทั้งต้น (ต้น+ใบ+ดอก) ต่อราก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ (กรัม)	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l (กรัม)	ปุ๋ยปลา 80cc :น้ำ 20 l (กรัม)
1	7.44	10.87	12.32
2	12.06	7.96	15.50
3	18.03	13.04	90.20
4	10.78	10.26	11.48
5	12.09	14.34	28.51
6	20.75	7.83	9.05
7	13.52	14.33	13.44
8	11.44	11.76	8.10
9	6.98	9.83	17.85
10	9.51	9.39	8.22
11	13.00	10.76	12.00
12	10.24	6.16	5.37
13	10.46	6.51	9.28
14	9.69	7.96	7.87
15	13.70	10.17	39.50
16	12.52	9.48	8.05
17	7.07	7.88	10.31
18	10.58	12.46	10.63
19	20.31	12.39	8.54
20	18.35	6.83	10.72
เฉลี่ย	12.42	10.01	16.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 14 แสดงน้ำหนักแห้ง ทั้งต้น (ต้น+ใบ+ดอก) ต่อราก



ตารางที่ 31 Analysis of Variance น้ำหนักแห้งของทั้งต้น (ต้น+ใบ+ดอก) ต่อรากต้น

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	480.78	240.39	1.87 <sup>ns</sup>
Error	57	7298.24	128.03	
Total	59	7779.03		

CV = 87.70

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 แสดงค่าวิเคราะห์ %N ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	5.78	6.17	5.94
2	6.23	6.28	6.56
3	5.08	5.95	5.79
4	5.83	6.03	5.85
5	6.00	5.70	5.86
6	6.32	6.17	5.76
7	6.13	5.29	5.53
8	6.06	5.68	6.06
เฉลี่ย	5.92	5.90	5.91

ตารางที่ 33 Analysis of Variance %N ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.0524	0.0262	0.286 <sup>ns</sup>
Error	21	1.925	0.0916	
Total	23	1.978		

CV = 4.29

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 แสดงค่าวิเคราะห์ %N ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	4.56	4.03	4.25
2	3.93	4.91	3.93
3	4.96	2.57	4.55
4	3.98	4.65	4.57
5	3.42	4.01	4.14
6	4.44	5.05	4.40
7	3.93	4.75	4.51
8	4.24	4.39	4.67
เฉลี่ย	4.18	4.29	4.37

ตารางที่ 35 Analysis of Variance %N ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.153	0.0766	0.25 <sup>ns</sup>
Error	21	6.427	0.306	
Total	23	6.581		

CV = 12.48

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 แสดงค่าวิเคราะห์ %P ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	0.46	0.76	0.59
2	0.69	0.60	0.69
3	0.46	0.69	0.63
4	0.60	0.63	0.57
5	0.60	0.72	0.70
6	0.68	0.60	0.74
7	0.75	0.57	0.53
8	0.59	0.68	0.60
เฉลี่ย	0.60	0.65	0.63

ตารางที่ 37 Analysis of Variance %P ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.0110	0.0055	0.805 <sup>ns</sup>
Error	21	0.144	0.0068	
Total	23	0.155		

CV = 13.01

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38 แสดงค่าวิเคราะห์ %P ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	0.63	0.85	0.82
2	0.63	0.79	0.78
3	0.79	0.77	0.83
4	0.67	0.79	0.71
5	0.58	0.68	0.78
6	0.72	0.79	0.83
7	0.67	0.65	0.61
8	0.39	0.86	0.76
เฉลี่ย	0.63	0.77	0.76

ตารางที่ 39 Analysis of Variance %P ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.009563	0.04782	5.77*
Error	21	0.174	0.00828	
Total	23	0.270		

CV = 14.95

\* = significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 แสดงค่าวิเคราะห์ %K ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	4.27	3.83	4.16
2	4.87	4.68	3.70
3	4.06	4.40	3.53
4	4.68	5.02	3.72
5	3.29	3.66	4.07
6	3.86	3.83	4.77
7	3.40	3.84	7.18
8	4.18	3.68	5.85
เฉลี่ย	4.07	4.11	4.62

ตารางที่ 41 Analysis of Variance %K ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	1.480	0.740	1.005 <sup>ns</sup>
Error	21	15.467	0.737	
Total	23	16.947		

CV = 20.09

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 แสดงค่าวิเคราะห์ K ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	5.73	7.81	5.90
2	7.92	6.48	5.26
3	7.01	7.12	6.15
4	6.15	5.47	4.20
5	6.87	5.49	6.88
6	6.46	6.32	1.06
7	6.31	9.04	3.52
8	8.37	5.46	4.13
เฉลี่ย	6.84	6.64	4.63

ตารางที่ 43 Analysis of Variance %K ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	23.98	11.99	6.13*
Error	21	41.03	1.95	
Total	23	65.01		

CV = 27.80

\* = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44 แสดงค่าวิเคราะห์ %Ca ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	5.97	5.63	5.61
2	5.18	5.54	5.04
3	7.13	5.44	6.00
4	5.51	5.89	6.09
5	4.13	5.46	5.53
6	5.81	4.66	6.06
7	4.71	7.02	6.51
8	5.50	5.78	6.38
เฉลี่ย	5.49	5.67	5.9

ตารางที่ 45 Analysis of Variance %Ca ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.675	0.337	0.692 <sup>ns</sup>
Error	21	10.23	0.487	
Total	23	10.904		

CV = 12.10

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 แสดงค่าวิเคราะห์ %Ca ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	1.14	1.31	1.32
2	1.12	1.37	1.36
3	3.13	1.63	0.99
4	1.11	1.38	1.27
5	1.08	1.03	1.01
6	1.30	1.42	1.23
7	1.06	1.17	1.01
8	0.63	1.38	1.30
เฉลี่ย	1.32	1.33	1.18

ตารางที่ 47 Analysis of Variance %Ca ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.109	0.0546	0.26 <sup>ns</sup>
Error	21	4.385	0.209	
Total	23	4.494		

CV = 34.50

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48 แสดงค่าวิเคราะห์ %Mg ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	0.41	0.44	0.40
2	0.38	0.40	0.41
3	0.46	0.41	0.42
4	0.41	0.39	0.37
5	0.38	0.41	0.42
6	0.40	0.43	0.40
7	0.37	0.42	0.55
8	0.39	0.40	0.48
เฉลี่ย	0.40	0.41	0.43

ตารางที่ 49 Analysis of Variance % Mg ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.00395	0.00197	1.366 <sup>ns</sup>
Error	21	0.03044	0.00144	
Total	23	0.03440		

CV = 9.31

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50 แสดงค่าวิเคราะห์ % Mg ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	0.31	0.42	0.34
2	0.28	0.29	0.35
3	0.31	0.33	0.31
4	0.32	0.28	0.29
5	0.34	0.32	0.31
6	0.29	0.37	0.32
7	0.27	0.32	0.25
8	0.17	0.26	0.33
เฉลี่ย	0.28	0.32	0.31

ตารางที่ 51 Analysis of Variance %Mg ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	0.00592	0.00296	1.39 <sup>ns</sup>
Error	21	0.0445	0.00212	
Total	23	0.0504		

CV = 15.22

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณ Cu (ppm) ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	8.95	7.77	9.25
2	8.59	11.71	12.45
3	9.68	7.65	8.49
4	5.85	5.89	15.30
5	5.79	7.34	7.70
6	7.35	17.67	6.88
7	5.59	7.50	7.59
8	6.76	10.52	9.47
เฉลี่ย	7.32	9.51	9.64

ตารางที่ 53 Analysis of Variance ปริมาณ Cu (ppm) ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	27.16	13.58	1.62 <sup>ns</sup>
Error	21	175.45	8.35	
Total	23	202.61		

CV = 33.64

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 54 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณ Cu (ppm) ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	3.98	2.98	2.92
2	1.91	4.83	2.74
3	4.90	2.87	2.95
4	2.01	1.92	2.85
5	1.96	1.93	1.93
6	3.73	6.94	3.90
7	2.65	2.96	2.84
8	0.98	3.94	2.80
เฉลี่ย	2.76	3.54	2.86

ตารางที่ 55 Analysis of Variance ปริมาณ Cu (ppm) ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	2.88	1.44	0.89 <sup>ns</sup>
Error	21	33.79	1.60	
Total	23	36.67		

CV = 41.27

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 56 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณ Zn (ppm) ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	208.83	193.28	206.18
2	247.14	246.83	203.98
3	200.39	247.75	218.83
4	162.93	210.01	308.80
5	145.70	203.56	177.20
6	220.51	203.72	207.27
7	205.11	185.74	195.52
8	253.96	233.27	201.78
เฉลี่ย	205.57	215.52	212.01

ตารางที่ 57 Analysis of Variance ปริมาณ Zn(ppm) ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	499.13	249.56	0.211 <sup>ns</sup>
Error	21	24816.52	1181.73	
Total	23	25315.66		

CV = 15.64

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 58 แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Zn (ppm) ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	95.58	122.19	95.33
2	122.18	116.84	96.93
3	103.84	111.81	109.06
4	82.35	99.79	135.85
5	78.26	105.33	94.56
6	110.84	149.62	127.66
7	195.09	123.40	79.65
8	74.44	131.11	116.78
เฉลี่ย	107.82	120.01	106.97

ตารางที่ 59 Analysis of Variance ปริมาณ Zn (ppm) ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	851.08	425.54	0.60 <sup>ns</sup>
Error	21	14851.04	707.19	
Total	23	15702.13		

$$CV = 23.41$$

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 60 แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Mn (ppm) ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	166.07	149.57	134.99
2	148.85	159.02	144.61
3	168.44	153.05	174.50
4	142.44	144.26	174.95
5	101.31	145.79	129.04
6	155.27	167.44	154.22
7	121.20	146.34	181.28
8	178.64	161.57	161.99
เฉลี่ย	147.77	153.38	156.94

ตารางที่ 61 Analysis of Variance ปริมาณ Mn (ppm) ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	341.87	170.93	0.458 <sup>ns</sup>
Error	21	7837.24	373.20	
Total	23	8179.12		

$$CV = 12.34$$

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 62 แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Mn (ppm) ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	34.85	29.80	23.35
2	18.14	29.93	14.63
3	39.18	17.20	32.42
4	22.09	17.27	32.30
5	13.70	17.39	28.95
6	27.01	48.55	38.98
7	17.66	26.65	24.65
8	11.75	34.50	28.96
เฉลี่ย	23.04	27.66	28.03

ตารางที่ 63 Analysis of Variance ปริมาณ Mn (ppm) ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	123.32	61.26	0.69 <sup>ns</sup>
Error	21	1873.06	89.19	
Total	23	1996.39		

CV = 35.49

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 64 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณ Fe (ppm) ในใบ

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	1439.94	1001.36	224.67
2	244.27	213.66	224.10
3	341.72	174.10	198.08
4	1332.68	156.04	1030.59
5	161.13	193.47	178.16
6	178.24	304.19	203.34
7	165.02	319.89	256.26
8	244.30	235.18	301.25
เฉลี่ย	513.41	324.73	327.05

ตารางที่ 65 Analysis of Variance ปริมาณ Fe (ppm) ในใบ

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	187554.0	93777.016	0.618 <sup>ns</sup>
Error	21	3184646	151649.8	
Total	23	3372200		

CV = 98.58

NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 66 แสดงค่าวิเคราะห์ ปริมาณ Fe (ppm) ในต้นและดอก

ลำดับที่	Treatment		
	น้ำ	ปุ๋ยปลา 40 cc:น้ำ 20 l	ปุ๋ยปลา 80 cc:น้ำ 20 l
1	126.44	108.29	67.12
2	111.68	94.63	79.55
3	96.98	132.84	108.08
4	121.51	74.84	74.10
5	82.18	72.48	121.57
6	87.56	122.87	1235.63
7	88.28	92.79	87.24
8	47.01	94.64	90.62
เฉลี่ย	95.20	99.17	232.98

ตารางที่ 67 Analysis of Variance ปริมาณ Fe (ppm) ในต้นและดอก

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	98418.18	49209.18	0.89 <sup>ns</sup>
Error	21	1158825.00	55182.12	
Total	23	1257243.00		

CV = 164.12

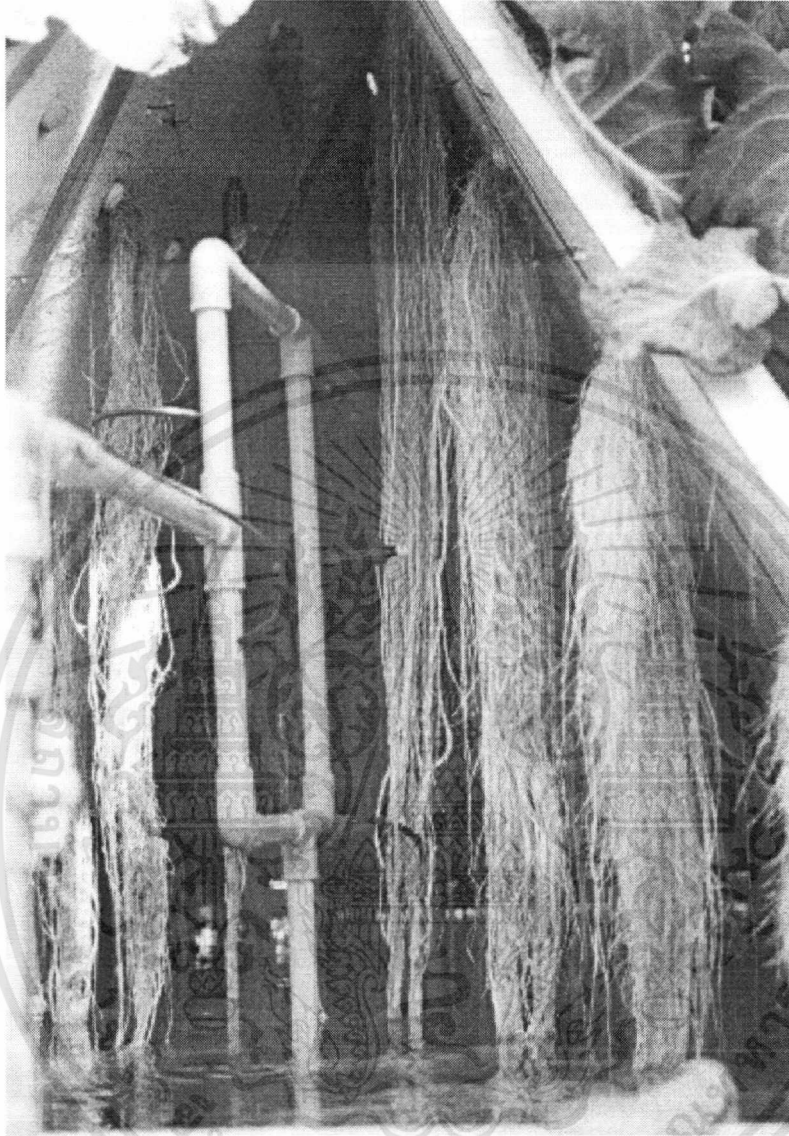
NS = not significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



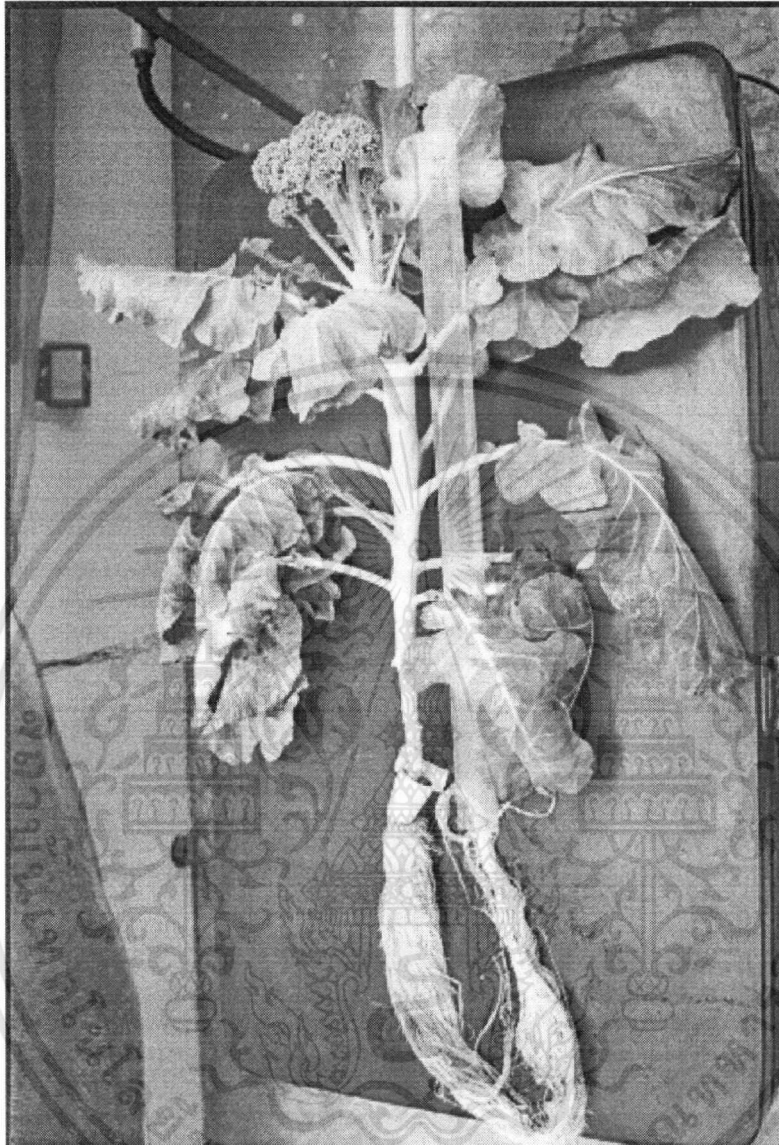
ภาพที่ 15 แสดงการปลูกบร็อกโคลี่ในระบบ Aerponic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 แสดงการเจริญของรากในระบบ Aerponic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 แสดงความสูงของต้นบร็อกโคลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 แสดงความสูงของบร็อกโคลี่ที่อายุ 2 สัปดาห์ และ 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 แสดงลักษณะดอกและราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้