ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

อิทธิพลของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT และ DFT ที่มีต่อการสะสมของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก

Effect of Nutrient Film Technique (NFT) and Deep Flow Technique (DFT) on Nitrate Accumulate in Vegetable

โดย

นายณรงค์เดช ฮองกูล รหัส 43040026

นางสาวสุชาดา ปัตแวว รหัส 43040112

.....

(รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

10 / พ.ค. / 47

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

10 / พ.ค. / 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19934

ห้องสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

อิทธิพลของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT และ DFT ที่มีต่อการสะสมของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก

Effect of Nutrient Film Technique (NFT) and Deep Flow Technique (DFT) on Nitrate Accumulate in Vegetable

T099683

โดย

นายณรงค์เดช ฮองกูล รหัส 43040026

นางสาวสุชาดา ปัตแวว รหัส 43040112

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปีการศึกษา 2546

ปพ.
ณ2190
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99683
วัน.เดือน.ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ประจำภาควิชาปฐพี-วิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนวิชาการความรู้ต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลอง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาในการทดลองครั้งนี้จนกระทั้งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดีและขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่าง ๆ ตลอดจนทั้งแนวคิด คำปรึกษา คำแนะนำเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้กำเนิด ผู้ให้การช่วยเหลือในด้านกำลังทรัพย์และเป็นผู้ที่อยู่เคียงข้าง ค่อยให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษเรื่อยมา

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง และคุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำแนะนำในการทดลอง การทำการวิเคราะห์ในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณ คุณสมจิตร มั่งนาค ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาปฐพีวิทยารุ่น 16 และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ลุล่วงสมบูรณ์ด้วยดี

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ฝึกให้เรียนรู้ระบบการทำงาน การทำงานร่วมกัน การจัดระบบกระบวนการคิด การวางแผน การปฏิบัติงาน ซึ่งอาจจะมีทั้งสิ่งที่ลงตัวและผิดพลาด ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่จะแก้ไขปัญหา เผชิญหน้ากับปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนฝึกให้มีความอดทนมากขึ้น เข้าใจชีวิตมากขึ้น ข้าพเจ้าจะนำประสบการณ์นี้ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตต่อไป จึงขอขอบ พระคุณไว้เป็นพิเศษ ณ ที่นี้

ณรงค์เดช ฮองกูล

สุชาดา ปัตแวว

เมษายน 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
สารบาญตาราง	I
สารบาญกราฟ	V
สารบาญภาพ	IX
เนื้อความย่อปัญหาพิเศษปริญญาตรี	X
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	37
สรุปผลการทดลอง	43
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงข้อเด่นและข้อด้อยของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน	11
2	แสดงน้ำหนักปุ๋ยในการเตรียม Stock Solution A ปริมาตร 20 ลิตร	15
3	แสดงน้ำหนักปุ๋ยในการเตรียม Stock Solution B ปริมาตร 20 ลิตร	16
4	แสดงอุณหภูมิในโรงเรือนปลูกพืชระบบ NFT และ DFT (Crop 1)	49
5	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)	51
6	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)	52
7	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)	53
8	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)	54
9	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)	55
10	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)	56
11	แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ NFT (Crop 2)	57
12	แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ DFT (Crop 2)	59
13	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในระบบ NFT และ DFT (Crop 2)	61
14	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงจาก pH 5.5 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)	63
15	แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า EC ในสารละลายธาตุอาหารจากค่า 1.8 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)	64
16	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	65
17	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)	67
19	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	68
20	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	69
21	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	70
22	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	71
23	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	72
24	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)	73
25	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	74
26	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	75
27	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	76
28	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	77
29	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
30	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)	79
31	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	80
32	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	81
33	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	82
34	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	83
35	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	84
36	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)	85
37	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	86
38	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	87
39	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	88
40	แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผัก Crop 1	89
41	Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 1)	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสารบาญ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
42	แสดงความเข้มข้นของไนเตรท ต่อน้ำหนักสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)	91
43	Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)	92
44	แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	93
45	Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	94
46	แสดงความเข้มข้นของไนเตรท ต่อน้ำหนักสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)	95
47	Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)	96
48	แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	97
49	Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	98
50	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	99
51	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	100
52	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนและหลังลดค่า EC (Crop2)	101
53	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนและหลังลดค่า EC (Crop2)	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญกราฟ

กราฟที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิอากาศในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)	50
2	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)	51
3	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)	52
4	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)	53
5	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)	54
6	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)	55
7	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)	56
8	แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ NFT (Crop 2)	58
9	แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ DFT (Crop 2)	60
10	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในระบบ NFT และ DFT (Crop 2)	62
11	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงจาก pH 5.5 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)	63
12	แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า EC ในสารละลายธาตุอาหารจากค่า 1.8 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)	64
13	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	65
14	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	66
15	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
16	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	68
17	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	69
18	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	70
19	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	71
20	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	72
21	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)	73
22	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	74
23	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	75
24	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	76
25	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	77
26	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)	78
27	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
28	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	80
29	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)	81
30	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	82
31	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	83
32	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)	84
33	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)	85
34	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	86
35	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)	87
36	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFTที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	88
37	แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผัก Crop 1	89
38	แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนัดสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)	91
39	แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
40	แสดงความเข้มข้นของไนเตรท ต่อน้ำหนักสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)	95
41	แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	97
42	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)	99
43	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นหลังลดค่า EC (Crop2)	100
44	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนและหลังลดค่า EC (Crop2)	101
45	เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนและหลังลดค่า EC (Crop2)	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รูปแบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน	9
2	แสดงการเตรียมระบบปลูกแบบ NFT	32
3	แสดงการเตรียมระบบปลูกแบบ DFT	32
4	แสดงระบบปลูกแบบ NFT	104
5	แสดงระบบปลูกแบบ DFT	104
6	แสดงการเจริญเติบโตของผักในระบบ NFT	105
7	แสดงการเจริญของระบบรากของผักที่ปลูกในระบบ DFT	105
8	แสดงการเจริญเติบโตของผักในระบบปลูก DFT	106
9	แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของไคโตเกียวในระบบปลูก NFT และ DFT (Crop2)	106
10	แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของโชว์จีนในระบบปลูก NFT และ DFT (Crop2)	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อความย่อปัญหาพิเศษปริญญาตรี

นายณรงค์เดช ฮองกูล วิทยาศาสตรบัณฑิต
นางสาวสุชาดา ปัตแวว (ปฐพีวิทยา)

สาขา ปฐพีวิทยา

เรื่อง อิทธิพลของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT และ DFT ที่มีต่อการสะสมของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก

การทดลองเพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของไนเตรทในผักที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกแบบไม่ใช้ดิน ในระบบ NFT และ DFT (เกษตรธรรมชาติบางไทร) ซึ่งผักที่ใช้ทดลองเป็นผักในตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว ,โชว์จีน) และผักสลัด (Butter head , Red bathavia) ได้ทำการทดลองที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการทดลองปลูก 2 Crop ใน Crop แรกทำการเพาะเมล็ดในวันที่ 25 มิถุนายน 2546 (ช่วงฤดูฝน) ใน Crop ที่ 2 ทำการปลูกในวันที่ 5 พฤศจิกายน 2546 สารละลายธาตุอาหารที่ใช้มีค่า EC เท่ากับ 1.8 mS/cm ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.5ในทั้ง 2 Crop

ค่าอุณหภูมิ ต้นราง กลางราง ปลายราง ของทั้ง 2 ระบบแตกต่างกันไม่มากนักจนถือได้ว่าไม่แตกต่างกันเลย แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่าง 2 ระบบ ปรากฏว่าอุณหภูมิ ต้นราง กลางราง ปลายราง ของระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าระบบ DFT ประมาณ 1 – 3 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายในทั้ง 2 ระบบ จะขึ้นอยู่กับช่วงอายุของผักหรือช่วงของการเจริญเติบโตของผักด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายในระบบ DFT น้อยกว่าระบบ NFT เพราะในระบบ DFT เป็นระบบที่มีน้ำลึก (มีสารละลายเป็นจำนวนมากกว่าระบบ NFT) จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงค่า EC ของสารละลายทั้ง 2 ระบบ จะขึ้นอยู่กับช่วงอายุของผักหรือช่วงของการเจริญเติบโตของผักด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ค่า EC ของสารละลายในระบบ DFT น้อยกว่าระบบ NFT เป็นเพราะในระบบ DFT เป็นระบบที่มีน้ำลึก (มีสารละลายเป็นจำนวนมากกว่าระบบ NFT) จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า EC ของสารละลายน้อยกว่า

ทำการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เมื่อถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเช้า-เย็นและทำการลดค่า EC ให้เหลือเท่ากับ 1 mS/cm เป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเช้า-เย็น อีกรอบหนึ่ง อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ทำการบดให้มีขนาด 1 มม. ทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไนเตรทในผักตัวอย่าง

ผลของการสุ่มตัวอย่างผักมาวิเคราะห์พบว่าในผักไดโตเกียว,โซว์จีน,Butterhead,Red bathavia มีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนต่อน้ำหนักสดของผักที่ปลูกในระบบ NFT และระบบ DFT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระบบ 0.05 โดยที่ระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าในระบบ DFT สำหรับในตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว ,โซว์จีน)ก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จากผักสลัด(Butterhead,Red bathavia) โดยที่ในตระกลูผักไทยจะมีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในผักสลัด (Butter head , Red bathavia) การลดค่า EC ลงเป็น 1 mS/cm เป็นเวลา 3 วัน สามารถทำให้ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนลดลงต่ำกว่าผลผลิตที่ทำการเก็บเกี่ยวก่อนลดค่า EC และความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนที่ทำการเก็บในช่วงเวลาเย็นจะต่ำกว่าที่เก็บในช่วงเช้า ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้รับประทานผักที่ปลูกด้วยระบบ NFT และ DFT จึงควรลดค่า EC ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเวลา 3 วันและควรเก็บผลผลิตผักในช่วงเย็น แต่ทั้งนี้ควรปรับหรือประยุกต์ให้เข้ากับความสะดวกในการจัดการด้านการตลาดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรีอิทธิพลของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT และ DFT ที่มีต่อการสะสมของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก

Effect of Nutrient Film Technique (NFT) and Deep Flow Technique (DFT) on Nitrate Accumulate in Vegetable

คำนำ

ในปัจจุบันการทำการเกษตรประสบปัญหามากมาย ได้แก่ ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ โรคและแมลงศัตรูพืชระบาดและการใช้สารเคมีมากเกินความจำเป็นทำให้เกิดสารเคมีตกค้างในระบบนิเวศน์ จนส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในสภาพแวดล้อมนั้น นอกจากนี้สภาวะอากาศที่มีความแปรปรวนส่งผลให้ปริมาณผลผลิตน้อย และคุณภาพผลผลิตต่ำ ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตมีรายได้น้อย ส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกร และความยั่งยืนของภาคเกษตร ดังนั้น รูปแบบหนึ่งที่ได้รับความสนใจ คือ การผลิตพืชผักในระบบพืชไร้ดิน (Soilless Culture) หรือระบบ ไฮโดรโปนิค หรือการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร (Hydroponic Culture) เป็นการเรียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุในการปลูก หลักการที่ทำให้พืชเจริญเติบโต คือ การใช้น้ำที่ละลายธาตุอาหารตามสัดส่วนที่พืชต้องการ ทดแทนธาตุอาหารในดิน เป็นการผลิตที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อม (Controlled Environment) และเป็นระบบการผลิตพืชที่กำลังเป็นที่ต้องการของตลาด เนื่องจากการปลูกพืชระบบนี้สามารถลดการปนเปื้อนของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้การปลูกพืชผักในระบบนี้ยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และประหยัดการใช้ทรัพยากรเนื่องจากไม่มีการปลดปล่อยสารเคมีลงในดิน รวมทั้งประหยัดน้ำมากกว่าการปลูกพืชบนดิน และยังสามารถใช้ปลูกพืชผักได้ทุกฤดูกาลและทุกสภาพอากาศ แต่การปลูกพืชผักระบบนี้ ผลผลิตที่ได้มักมีปัญหาด้านคุณภาพซึ่งจะต่ำกว่าการปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิม

การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคในขณะนี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สาเหตุหนึ่งอันเนื่องมาจากไนโตรเจนที่ใช้ในสูตรสารละลายธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปไนเตรท อาจจะทำให้มีปริมาณไนเตรทตกค้างในผลิตผลได้ ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ถ้าสะสมในปริมาณมาก

ไนเตรทสามารถเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ในอาหารและในร่างกายได้โดยปฏิกิริยาของแบคทีเรีย (Miruish ,1983) และแหล่งสำคัญของไนเตรทในอาหารของมนุษย์ คือ น้ำและผัก ทั้งเพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนเตรทเป็นรูปของธาตุไนโตรเจนที่พืชต้องการสำหรับการเจริญเติบโต หากพืชได้ธาตุไนโตรเจนรับมากเกินไปก็จะสะสมไว้โดยเฉพาะผักกินใบและผักกินราก หลายประเทศได้กำหนดปริมาณสูงสุดของไนเตรทในผักสดและผลไม้ที่จะนำมาบริโภคต้องไม่เกิน 4,000 มก./ ก.ก. (European Commision , 1997 , Wadsworth.GA 1987) ปริมาณการสะสมของไนเตรทขึ้นกับชนิดของพืชอายุพืช ฤดูกาลปลูก และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับพืช (Maynard , DN and A.V Baker , 1972) การที่ต้องกำหนดปริมาณไนเตรทในผักสดและผลไม้ เพราะไนเตรทสามารถทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะผู้ที่มีปฏิกิริยาตอบสนองไวต่อสารนี้เป็นพิเศษ จะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง อุจจาระเป็นเลือด และปวดศีรษะ ไนไตรท์สามารถทำปฏิกิริยากับเอมีน (amines)ในอาหารกลายเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรง คือไนโตรซามีนซึ่งทำให้เกิดมะเร็งตับ กระเพาะอาหาร และหลอดอาหาร (Madhavi and Salunkhe , 1995) เด็กทารกที่มีเม็ทฮีโมโกลบินมักจะขาดออกซิเจนเพราะขนส่งออกซิเจนไม่ได้ และถ้ามีมากกว่า 60 % ของปริมาณฮีโมโกลบินทั้งหมดในเลือดจะเสียชีวิต (Hill , 1991)นอกจากนี้ไนไตรท์ยังก่อให้เกิดปัญหาต่อการทำงานของต่อมไทรอยด์อีกด้วย ในการทดลองนี้จึงศึกษาปริมาณไนเตรทของผักที่ปลูกด้วยระบบ Nutrient Film Technique (N.F.T) และ Deep Flow Technique (D.F.T) พร้อมกันนั้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผักที่ปลูกในสารละลายให้สูงขึ้น โดยพยายามหาแนวทางลดปริมาณไนเตรทในผักให้อยู่ในระดับที่กำหนดก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต

ในการทดลองนี้ได้ทำการปลูกผักไดโตเกียว ,โชว์จีน ,Butter head ,Red bathavia ซึ่งเป็นผักไทย 2 ชนิด และผักสลัด 2 ชนิด เพื่อเปรียบเทียบเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในระบบ NFT และระบบ DFT ว่าระบบใดจะมีไนเตรท-ไนโตรเจนสะสมน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในผักที่ปลูกใน Nutrient Film Technique (N.F.T) และ Deep Flow Technique (D.F.T)

2.เพื่อเป็นแนวทางการลดปริมาณไนเตรทในผักที่เกินในระดับที่กำหนด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับผู้ที่มีความสนใจในการพัฒนาคุณภาพของพืชผักที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน

2.เป็นแนวทางการพัฒนาการลดปริมาณไนเตรทที่สะสมในพืชผักที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีชื่อเรียกในภาษาไทยหลายชื่อ เช่น การปลูกพืชไร้ดิน การปลูกพืชในน้ำที่มีธาตุอาหารพืช การปลูกพืชในสารอาหารพืช การปลูกพืชในวัสดุปลูกโดยไม่ใช้ดินที่มีธาตุอาหารพืช การปลูกพืชโดยให้รากพืชสัมผัสอาหารโดยตรงที่ไม่มีดินเป็นเครื่องปลูก เป็นต้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะ ตามระบบพืชหรือวิธีการปลูกและความหมายของคำที่แปลมาจากภาษาอังกฤษ 2 คำคือคำว่า Siolles Culture และคำว่า Hydroponics

ความหมายของคำว่า " Soilles culture " เป็นวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยไม่ใช้ดินเป็นวัสดุในการปลูก แต่เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุชนิดต่าง ๆ (เช่น แผ่นฟองน้ำ ทราย กรวด ขี้เรื่อย แกลบ ขุยมะพร้าว ฯลฯ) แทนดิน โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการได้รับสารละลายธาตุอาหารพืช (หรือสารละลาย) ที่มีน้ำที่ผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุต่าง ๆ ที่พืชต้องการจากทางรากพืช

ความหมายของคำว่า " Hydroponics " มาจากการรวมคำในภาษากรีกสองคำ คือคำว่า " Hydro " หมายถึง " น้ำ " และ " ponos " หมายถึง " งาน " ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน ความหมายก็คือ " water working " หรือหมายถึง " การทำงานของน้ำ " (สารละลายธาตุอาหาร) ผ่านรากพืช ดังนั้นคำว่า Hydroponics จัดว่าเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินอย่างแท้จริง

โดยสรุป การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จึงหมายถึงวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกหรือไม่ต้องมีวัสดุปลูกก็ได้ เพื่อให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำที่ผสมปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางรากพืช

ประวัติการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

แม้ว่ามนุษย์จะรู้จักการเพาะปลูกพืชมาเป็นเวลานาน แต่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประวัติความเป็นมาเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารพืช โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องการทราบว่าพืชประกอบด้วยอะไรและมีสารใดบ้างที่สามารถทำให้พืชเจริญเติบโตได้ งานทดลองครั้งแรกที่เป็นที่รู้จักกันดีเป็นงานทดลองของนักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยี่ยมชื่อ ยัน เวล ฮัลมอน (Jun Van Helmont) ในศตวรรษ 16 โดยทำการปลูกพืชในน้ำเป็นเวลา 5 ปี และสรุปว่าน้ำเป็นผู้ให้ทุก ๆ ส่วนของพืช และในท้ายศตวรรษที่ 16 งานทดลองคล้าย ๆ กันนี้ได้ถูกทดลองทำขึ้นใหม่ในปี ค.ศ. 1699 (พ.ศ. 2242) โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ชื่อ จอห์น วูดวาดท์ (John Woodward)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่างคือมีการปลูกพืชในน้ำที่มีดินละลายอยู่ด้วย และสรุปว่าพืชที่ปลูกจะได้อาหารจากดินและน้ำ

ใน ค.ศ. 1757 (พ.ศ. 2300) ฟรานซิส โฮม(Francis Home) ได้แต่งหนังสือเรื่อง " ความรู้พื้นฐานของการเกษตรและการเพาะปลูก" (The Principle of Agriculture and Vegetation) ให้ข้อคิดเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชอันเป็นสิ่งที่ได้มาจากผลงานวิจัยของตนเอง หนังสือเล่มนี้เป็นสิ่งชี้และนำไปสู่งานวิจัยตามมาที่ทำให้ทราบเรื่องราวเกี่ยวกับดินและพืชเป็นอย่างดี

ในปี ค.ศ. 1850 ลิบิก (J. Vonliebig) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันนีได้ชี้ให้เห็นถึงปริมาณสารละลายธาตุอาหาร และได้ทำการทดลองหาปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ

ค.ศ. 1860 (พ.ศ. 2403) แซคส์ (Van Von Sachs) และ น้อป (W. Knop) ค.ศ. 1861 ถึง 1865 นักสรีระวิทยาชาวเยอรมันนีทั้ง 2 ท่านทำการทดลองจนสามารถทำให้ได้สูตรผสมสารละลายธาตุอาหารพืชที่สามารถใช้ปลูกพืชได้โดยใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สิ่งที่น่าสนใจก็คือสูตรอาหารที่ใช้ใกล้เคียงกับสูตรอาหารที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

งานทดลองครั้งแรกที่ทำการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นจำนวนมากทำที่สถานีทดลอง โรส-ไอแลนด์ (Rhode island) เป็นการปลูกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกและใช้สารละลายธาตุอาหารพืช ในปี ค.ศ. 1928 (พ.ศ. 2471) ที่สถานีทดลองนิวเจอซี่ (New Jersey) ได้มีการจำหน่ายผลผลิตที่เกิดจากการปลูกไม้ดอกโดยไม่ใช้ดินเป็นครั้งแรก

ในปี ค.ศ. 1920 – 1930 (พ.ศ. 2463 -2473) ศาสตราจารย์ ดร.วิลเลี่ยม เอฟ เกอริค (Prof. Dr. William F. Gericke) เป็นผู้ทดลองเทคนิคการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชเป็นครั้งแรก โดยการปลูกมะเขือเทศในน้ำที่ผสมธาตุอาหารตามสูตรที่ตนเองดัดแปลงขึ้นจากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินงานผ่าน ๆ มา ที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา จนทำให้สามารถปลูกต้นมะเขือเทศสูงถึง 25 ฟุตจนทำให้ต้องใช้บันไดปีนขึ้นไปเก็บผลผลิตทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง กองทัพสหรัฐทำการปลูกพืชผักในท่อขนาดใหญ่ที่บรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช โดยปลูกบนเกาะในมหาสมุทร แอตแลนติก เพื่อเป็นแหล่งพืชผักสดและวิตามินแก่กองทหาร ซึ่งนับเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ใหญ่ที่สุดเป็นครั้งแรก

ในปี ค.ศ. 1939 (พ.ศ. 2522) ดร. อาเลน คูเปอร์ (Dr. Allen Cooper) ได้แนะนำการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินโดยการให้การไหลของสารอาหารไปอย่างช้า ๆ บาง ๆ แบบแผ่นฟิล์ม ผ่านรากพืช และเรียกว่า การปลูกแบบระบบ " Nutrient Film Technique หรือ N.F.T " อันเป็นรูปแบบของระบบการปลูกที่นิยมกันในยุโรป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการทดลองใช้วัสดุปลูกพืชชนิดต่าง ๆ มีการพัฒนาระบบและอุปกรณ์ในการปลูก รวมถึงระบบที่ใช้ควบคุมอัตโนมัติ เช่น การนำคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการปลูก (อิทธิสุนทร , 2536)

จนกระทั่งถึงขั้นผลิตเพื่อการค้าในประเทศและเพื่อส่งออก แหล่งผลิตใหญ่ ๆ ได้แก่ แม็ก-ซิโก เปอร์โตริโก ฮาวาย อิสราเอล ญี่ปุ่น อินเดีย และสหรัฐอเมริกา (นภดล , 2538)

สำหรับในประเทศไทยนั้น ความคืบหน้าในด้านนี้ ก็ปรากฏว่าได้มีการปลูกพืชไม่ใช้ดินของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในรูปแบบการทำวิทยานิพนธ์มานาน แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ยังจำกัดอยู่ในวงแคบ โดยยังไม่มีการนำไปปรับใช้เพื่อปลูกพืชในเชิงการค้า ส่วนในปัจจุบัน ได้เริ่มมีเอกชนทำเป็นลักษณะเชิงการค้าจึงปรากฏว่ามีการตื่นตัวกันบ้างแล้ว (ถวัลย์ , 2534)

ในปี พ.ศ. 2526 มีผู้ริเริ่มปลูกเป็นการค้าขึ้นที่ตำบลนาดี อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เทคนิคการปลูกทั้งหมดได้รับการแนะนำโดยชาวไต้หวัน เน้นการปลูกพืชที่มีราคาแพง ปราศจากยาฆ่าแมลงที่จัดเป็นแหล่งผลิตพืชผักอนามัยที่น่าเชื่อถือแหล่งหนึ่ง เจ้าของให้ชื่อผักที่ปลูกว่า “ ผักลอยฟ้า ” ผักเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกส่งไปขายยังซุปเปอร์มาร์เก็ต

นอกจากผักลอยฟ้าที่สมุทรสาครแล้ว ที่บริเวณเชิงเขาใหญ่จังหวัดนครราชสีมา มีชาวจีนสิงคโปร์ปลูกพืชไม้น้ำและสำหรับใช้ประดับในตู้ปลา พืชส่วนใหญ่ที่ปลูกจะถูกส่งไปขายประเทศทางแถบยุโรป ประเทศออสเตรเลีย และกลุ่มประเทศอาหรับ (นภดล , 2538) และในช่วง 10 ปีมานี้ ได้มีการทดลองปลูกผักตระกูลผักกาดหรือพวกผักสลัดต่าง ๆ แคนตาลูป กล้วย โดยกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

<u>ปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน</u>

สิ่งหนึ่งที่จะปลูกพืชให้สำเร็จได้คือต้องรู้จักต้นพืชดีพอ ดังนั้นในด้านปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชจำเป็นต้องศึกษาให้เข้าใจ โดยประกอบด้วยสิ่งหลัก ๆ ดังนี้

-ด้านพันธุกรรม(genetic)

-ด้านสิ่งแวดล้อม(environmental)

-การจัดการ(management)

ซึ่งเราต้องมีการจัดการให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน

1.ลักษณะทางพันธุกรรม(genetic)

พันธุกรรม เป็นตัวบ่งบอกว่าพืชมีลักษณะต่าง ๆ ตามแต่ชนิดของพันธุ์พืชนั้นๆ เราจะต้องมีความรู้เรื่องจำเพาะของพันธุ์พืชที่จะปลูก ต้องสามารถทราบลักษณะพิเศษของพันธุ์ ทราบปัญหาในการผลิตว่าทนต่อการทำลายของศัตรูแค่ไหน ทราบอายุในการเก็บผลผลิต ความเหมาะสมใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีนำมาปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน การตอบสนองต่อภูมิอากาศ อุณหภูมิที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถผลิตพันธุ์พืชที่ปลูกได้ทุกสภาพอากาศบ้านเรา

2.ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม(environment)

ซึ่งรวมถึง แสง อุณหภูมิ น้ำ ธาตุอาหารและสิ่งแวดล้อมทำให้ต้นพืชที่ปลูกไม่ใช้ดินที่อยู่รอบบริเวณรากและด้านบนของพืชที่ปลูก

ถวัลย์ (2534) กล่าวว่า ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมเช่น แสง อุณหภูมิ โดยพืชส่วนมากเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 18 – 24 องศาเซลเซียส , อากาศ การมีอากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นสิ่งสำคัญเพราะพืชต้องใช้สำหรับหายใจ , ตะไคร่ เกิดจากแสงแดดส่องลงยังภาชนะปลูก ทำให้เกิดพืชเล็ก ๆ ในสารละลายเจริญเติบโตขึ้น โดยปกติจะไม่เป็นอันตรายต่อพืชแต่จะแย่งอาหาร ควรหาวิธีปิดสารละลายในภาชนะปลูกให้มืดมิดที่สุดไม่ให้แสงส่องถึงได้ , ฝุ่น เป็นปัญหาในการอุดตันรูหายใจของปากใบ ควรทำความสะอาดใบบ้างโดยการฉีดน้ำล้างฝุ่นออกไป , โรคพืช ควรป้องกันการติดเชื้อ ต้องระวังวัสดุที่นำเข้าโรงเรือน และแมลง การป้องกันอาจต้องใช้มุ้งตาข่ายคลุมโรงเรือน รักษาความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งสกปรก ควรทำความสะอาดภาชนะปลูก วัสดุปลูก และอื่น ๆ ทุก ๆ 2 – 3 เดือน เป็นต้น

อิทธิสุนทร (2538) กล่าวว่าระดับอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของรากพืชและการละลายตัวของออกซิเจน(O_2)ในสารละลายจะมีปริมาณลดลง นอกจากนี้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการดูดใช้น้ำและธาตุอาหารของพืชจะเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมค่าหนึ่งซึ่งระดับอุณหภูมินี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชโดยทั่วไปจะไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกว่านี้การดูดใช้น้ำและธาตุอาหารจะลดลง

Sholto (1978) ได้แบ่งปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไว้ดังนี้

2.1น้ำ พบว่ามีแร่ธาตุชนิดต่างๆ เจือปนอยู่ด้วย ที่สำคัญคือน้ำทำหน้าที่ในการละลายธาตุอาหาร และทำให้เซลล์พืชเต่งตึง หรือเมล็ดพืชจะไม่สามารถแตกหน่อก่อนขึ้นได้ ถ้าหากความชื้นมีไม่เพียงพอ นอกจากนี้พืชยังต้องการน้ำในการหายใจและการออสโมซีส

2.2แสง มีหน้าที่ให้พลังงานที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)เป็นสารประกอบอินทรีย์ อัตราการสังเคราะห์แสงมากน้อยขึ้นอยู่กับ ปริมาณความเข้มของแสงปริมาณ CO_2ในอากาศ และช่วงระยะเวลาของแสง ปกติถ้าหากพืชไม่ได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอแล้ว พืชก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างที่ควรจะเป็น

2.3อากาศ มีความจำเป็นสำหรับการหายใจของพืช โดยออกซิเจนจะเข้าทางปากใบของพืชแล้วแพร่ไปตามช่องว่างของเซลล์แต่ละเซลล์ สุดท้ายก็ผ่านเข้าไปในสารละลายรวมตัวกับออกซิเจนที่ได้จากน้ำซึ่งถูกดูดมาโดยราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4ธาตุอาหาร จากการนำต้นพืชมาวิเคราะห์ทางเคมีของธาตุอาหารต่าง ๆ พบว่ามีแร่ธาตุอยู่ประมาณ 40 ชนิด ที่เป็นอาหารและเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ซึ่งมีเพียง 16 ธาตุที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ O , H , C , N , P , K , Ca , Mg , S , Fe , B , Mn , Zn , Cu , Cl และ Mo ซึ่งจัดกลุ่มหน้าที่โดย O , H , และ C เป็นส่วนประกอบของแป้งและน้ำตาล พืชได้จากดิน น้ำและอากาศ ส่วนธาตุ N , P , K , Ca , Mg และ S เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ไขมันและกรดที่จำเป็นต่าง ๆ ในต้นพืช สำหรับจุลธาตุ Fe , B , Mn , Zn , Cu , Cl และ Mo มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายทั้งทางตรงและทางอ้อม

มนูญ (2544) กล่าวว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของสารละลายธาตุอาหารพืชก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการปลูกพืชไม่ใช้ดิน จะวัดในรูปการแตกตัวของไอออน H เป็นของค่า pH ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชส่วนใหญ่คือ 5.0 – 6.0 ค่า pH ต่ำกว่า 4 รากพืชจะเกิดอันตราย และถ้าสูงกว่า 7 การคลื่นย้ายของฟอตเฟส แมงกานีส และเหล็กจะถูกรบกวน ถ้าสารละลายมีสภาพเป็นกรดจะต้องยกระดับ pH ด้วย Potassium hydroxide (KOH) หรือ Sodiumhydroxide (NaOH) ถ้าสารละลายธาตุอาหารพืชมีสภาพเป็นด่างต้องลดระดับ pH ด้วย nitric acid (HNO_3) , phosphoric acid (H_3PO_4) , sulphuric acid (H_2SO_4) หรือ hydrochloric acid (HCl)

3.การจัดการในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน(management of soilless culture)

มนูญ (พ.ศ. 2544) กล่าวว่า รากและยอดมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ในส่วนยอดซึ่งประกอบไปด้วย ใบ ดอก ผล กิ่ง ลำต้นจะทำหน้าที่ในการผลิตสังเคราะห์แสงโดยขึ้นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในด้านอุณหภูมิ แสง ซึ่งมีผลต่อการคายน้ำ การหายใจ และความสามารถในการนำธาตุอาหารมาใช้ อาหารที่สร้างจากส่วนบนจะถูกนำไปใช้ทั้งต้นรวมทั้งส่วนราก หากได้รับอาหารน้อยพัฒนาการของรากลดลง ทำให้การดูดน้ำและแร่ธาตุไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่ส่งไปยังส่วนใบหรือส่วนใบทำให้พืชมีการเหี่ยวและผลผลิตลดลง

3.1การจัดการบริเวณส่วนลำต้นพืช

3.1.1การควบคุมอุณหภูมิส่วนใบให้เหมาะสม อุณหภูมิร้อนเกินไปจะทำให้พืชเสียหาย แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่สูงทำให้มีการดูดธาตุอาหารดีขึ้น

3.1.2การควบคุมระดับแสงที่เหมาะสมต่อการเติบโตของพืชเนื่องจากแสงมีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง อาจใช้แสงจากหลอดไฟที่มีระดับความเข้มแสงเพียงพอในการใช้ สังเคราะห์แสง กรณีถ้าความเข้มของปริมาณแสงไม่เพียงพอก็ทำให้ต้นพืชไม่เจริญเติบโตหรือโตช้าหรือมีการยืดของต้นพืช สำหรับประเทศไทยเป็นประเทศเมืองร้อนที่ได้รับแสงจากธรรมชาติเพียงพออยู่แล้วถ้าปลูกในสภาพกลางแจ้งไม่มีเงาของอาคารสูงบดบัง

3.1.3การสร้างความสมดุลย์โดยลดการคายน้ำของพืชโดยการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ โดยอาจติดหัวพ่นละอองฝอยของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4การเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงและการลดการหายใจโดยสร้างสภาพบรรยากาศควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนให้เหมาะสมซึ่งสามารถควบคุมได้โดยเฉพาะในการปลูกพืชในโรงเรือน

3.2การจัดการบริเวณของรากพืช

3.2.1การควบคุมอุณหภูมิของรากพืช ไม่ให้เกิดความร้อนและมีการถ่ายเทความร้อนได้ดี

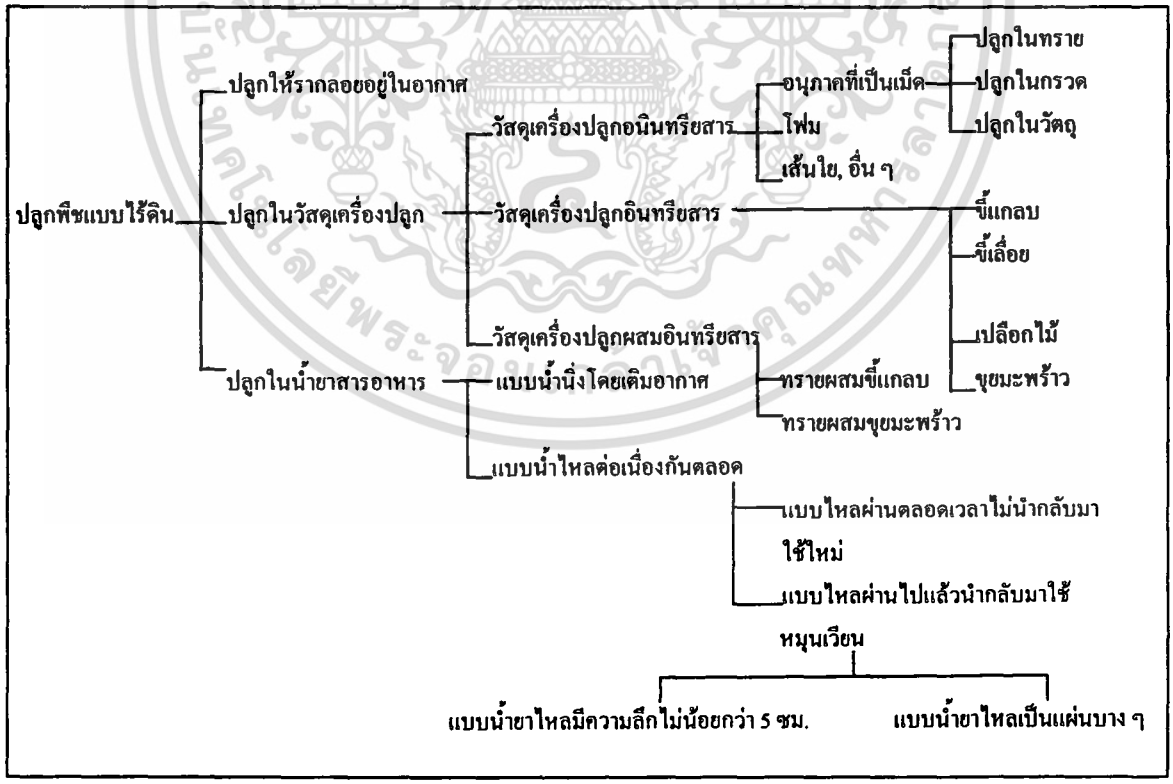
3.2.2การจัดการให้พืชได้รับก๊าซออกซิเจนเพียงพอในส่วนราก โดยอาจมีการเติมอากาศหรือให้มีการหมุนเวียนของน้ำ

3.2.3ควบคุมปริมาณและความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายจะต้องไม่สูงไปกว่าในราก เพราะหากสูงจะทำให้น้ำในรากมีการไหลกลับโดยการออสโมซีส

<u>ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน</u>

ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้จัดแบ่งตามลักษณะวิธีการให้สารละลายธาตุอาหารแก่บริเวณรอบๆรากพืชออกเป็น3 แบบ

ดังภาพที่ 1 รูปแบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน (พรชัย และวิบูลย์,2531)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ปลูกให้รากอยู่ในอากาศ

โดยการสร้างกล่องหรือตู้ที่มีหัวฉีด และให้โคนต้นยึดติดกับด้านบน ส่วนรากอยู่ภายในแขวนห้อยกลางอากาศ จากนั้นจึงเติมธาตุอาหารแก่รากพืช ด้วยการใช้ปั๊มอัดผ่านหัวฉีด ฉีดพ่นสารละลายให้เป็นฝอยละเอียด เป็นระยะตามช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อไม่ให้รากพืชแห้ง มีการควบคุมความชื้น อุณหภูมิ และผู้ปลูกควรมีความรู้เข้าใจในวิธีการปลูกเป็นอย่างดี (พรชัย และวิบูลย์ , 2531 ; ถวัลย์ , 2534)

2.ปลูกในวัสดุเครื่องปลูก

การปลูกในวัสดุปลูกเป็นการปลูกพืชในลักษณะที่คล้ายกับการปลูกในดินมากที่สุด ดังนั้นการดูแลพืชที่ปลูกจะคล้ายกับการดูแลพืชในกระถาง ปัญหาที่ต้องคอยระวังคือ การปลูกในวัสดุปลูกปริมาณของวัสดุปลูกจะน้อยกว่าการปลูกในดินมาก กล่าวคือ รากพืชจะมีพื้นที่ในการหาน้ำและอาหารแต่ละต้นไม่เกินต้นละ 5 ลิตร ดังนั้น การจัดการเกี่ยวกับน้ำและธาตุอาหารจะต้องมีการจัดการเป็นพิเศษ

วัสดุที่ใช้สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1วัสดุที่เป็นอนินทรียสารได้แก่ วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ก้อนกรวด (Gravel) หินภูเขาไฟ (Pumice) หินชีสท์ (Schiste) ทราย (Sand) โดยวัสดุนี้จะผ่านการบดและคัดขนาดตามความเหมาะสมหรือวัสดุที่ผ่านขบวนการโดยใช้ความร้อน เช่น ดินเผา(Ceramic) แท่งใยหิน(Rock wool) เพอร์ไลท์ (Perlite) เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) เป็นต้น

2.2วัสดุที่เป็นอินทรียสาร ได้แก่ วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ขุยและเส้นใยมะพร้าว แกลบและขี้เถ้าแกลบ เปลือกถั่ว พีท (Peat) หรือวัตถุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย กากตะกรอนกรองจากโรงงานน้ำตาล เป็นต้น

2.3วัสดุสังเคราะห์ ได้แก่ วัสดุพวกเม็ดโฟมแผ่น ฟองน้ำ และสารดูดความชื้นเส้นใยพลาสติก

3.ปลูกในน้ำยาสารอาหาร

มนตรี (2531) ได้แบ่งการปลูกพืชในน้ำยาสารอาหารออกเป็น 2 วิธีดังนี้

3.1การปลูกพืชในน้ำที่ผสมสารละลายธาตุอาหารพืชแบบน้ำนิ่ง โดยมีปั๊มลมเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่รากพืช ระดับของสารละลายลึกประมาณ 10 – 20 ซม. ภาชนะที่ใช้ควรเป็นภาชนะทึบแสง เพราะรากไม่ต้องการแสงและลดการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำ หรือแย่งอาหารของรากพืช

3.2การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่มีการไหลเวียนตลอดเวลา สามารถแบ่งได้ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1สารละลายที่ไหลผ่านรากพืช แล้วปล่อยทิ้งไปเลย วิธีนี้จะเตรียมสารละลายไว้ในภาชนะขนาดใหญ่ แล้วจึงปล่อยให้ไหลผ่านรากพืช แล้วไม่นำกลับมาใช้อีก

3.2.2สารละลายที่ไหลผ่านรากพืชแล้วนำกลับมาใช้ใหม่อย่างต่อเนื่อง แบ่งออกเป็น 2 แบบ

3.2.2.1แบบให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นฟิล์มบาง ๆ เรียกกันว่า ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) เป็นระบบที่สารละลายไหลน้อยที่สุด

3.2.2.2แบบให้สารละลายไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง มีความลึกพอประมาณ แล้วแต่ชนิดของพืชและภาชนะที่ใช้ปลูก

ตารางที่ 1 ข้อเด่นและข้อด้อยของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

ข้อเด่น	ข้อด้อย
1.สามารถปลูกพืชได้ทุกที่ที่มีสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมเช่น ตามระเบียงอาคารและพื้นที่ที่ไม่สามารถปลูกพืชบนดินได้ เช่น ดินเค็ม 2.ประหยัดพื้นที่ปลูกโดยกำหนดระยะปลูกในระยะชิดได้ตามที่เราออกแบบไว้ 3.สามารถดูแลได้ทั่วถึงเนื่องจากมีการสร้างระบบที่ง่ายต่อการควบคุมและสามารถป้องกันโรคและแมลงหรือศัตรูพืชอื่น ๆ ได้ 4.ไม่มีปัญหาในการกำจัดวัชพืชในพื้นที่ปลูก 5.ไม่ต้องเตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถพรวนสามารถลดการทำลายหรือการชะล้างหน้าดิน 6.ประหยัดน้ำและปุ๋ยเพราะสามารถควบคุมได้ตามที่ต้นพืชต้องการ 7.มีผลผลิตสม่ำเสมอและอายุเก็บเกี่ยวเร็วขึ้นเนื่องจากพืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้อย่างสม่ำเสมอ 8.ผลผลิตมีความสะอาด สด คุณภาพดี 9.เด็ก ผู้หญิง คนชราสามารถทำได้	1.ในทางปฏิบัติอาจทำได้ไม่กว้างขวางเนื่องจากปัจจุบันยังอาศัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศ 2.ผู้ปลูกต้องมีความรู้อย่างแท้จริงต่อพืชที่ปลูกและเข้าในความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหาร น้ำและต้นพืช 3.ความหลากหลายของพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินยังมีน้อยในบ้านเรา 4.ปัญหาพื้นที่ที่มีพายุต้องมีการสร้างโรงเรือนป้องกันลม กรณีถ้ามีลมพัดแรงมากจำเป็นต้องมีการค้ำยันเนื่องจากการยึดต้นของรากพืชไม่แข็งแรง เช่นเดียวกับการปลูกลงดิน 5.เงินลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง 6.ปัญหาในด้านการตลาดยังไม่กว้างเนื่องจากเป็นการปลูกผักต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่และในปัจจุบันกลุ่มผู้บริโภคยังจำกัดอาจทำให้เกิดปัญหาด้านการตลาดที่ทำให้ราคาลดลงเรื่อย ๆ 7.อาจมีผลกระทบของปุ๋ย เช่น ปริมาณไนเตรทไนไตรท์ เกินระดับที่ยอมรับได้

มนูญ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ในปี ค.ศ. 1966 (พ.ศ. 2509) Hewitt กล่าวว่า การปลูกพืชในน้ำยาเคมี เป็นวิธีการศึกษาความต้องการธาตุอาหารพืช ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พืชต้องการได้ ข้อดีในการปลูกพืชในน้ำยาคือ สามารถลดการ Contamination ของธาตุที่ใช้ในปริมาณน้อยได้เมื่อเทียบกับการปลูกในทราย นอกจากนี้การเปลี่ยนน้ำยาและการล้างรากพืชก็ทำได้ง่าย และที่สำคัญคือสามารถควบคุมความเข้มข้นของธาตุอาหารรวมทั้ง pH ของน้ำยาได้ด้วย

Boyer (1983) ; Ikeda (1985) กล่าวว่า การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินพืชจะสามารถเก็บเกี่ยวได้รวดเร็ว และให้ผลผลิตสูงกว่า เมื่อเทียบกับการปลูกพืชในดินที่ให้สารละลายธาตุอาหารในปริมาณที่เท่ากัน อีกทั้งผลผลิตที่ได้นั้นมีความสม่ำเสมอมากกว่าด้วย ทำให้มีเวลาดูแลพืชได้มากขึ้น (พืชที่มีการปลูกโดยไม่ใช้ดินดิน เช่น มะเขือเทศ , มันฝรั่ง , ข้าว , ผักกาดหอม และหัวบีท สามารถให้ผลผลิตสูง กว่าการปลูกบนดินอย่างเห็นได้ชัด)

อิทธิสุนทร (2538) กล่าวว่า ประเทศไทยยังมีพื้นที่ที่เป็นดินอยู่มาก และการปลูกพืชในดินยังมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แต่ในบางสภาพ บางเงื่อนไข การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็มีคุณค่าที่ควรจะทำ เช่น บริเวณชุมชนแออัดซึ่งไม่มีพื้นที่ดินเลยในกรณีของตึกแถวในกรุงเทพมหานครที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นก็อาจจะปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้และเนื่องจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ง่ายและมีความแปรปรวนน้อย

ระบบการปลูกพืชในระบบ NFT และ DFT

การปลูกพืชในระบบนี้จะเป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 2 – 3 มิลลิลิตร) สำหรับระบบ NFT และให้สารละลายธาตุอาหารมีความลึก 5 – 10 เซนติเมตรสำหรับระบบ DFT ในรางปลูกพืชกว้าง ตั้งแต่ 5 – 35 ซม. สูงประมาณ 5 – 10 ซมความกว้างของราง ขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูก ความยาวของรางตั้งแต่ 5 – 20 เมตร การไหลของสารละลาย เป็นแบบต่อเนื่อง โดยทั่วไปสารละลายจะไหลในอัตรา 1 – 2 ลิตร/นาที/ราง รางอาจทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาว และดำ หนา 80–200 ไมครอน หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูป ทำจากโลหะ เช่น สังกะสี หรือ อะลูมิเนียมและบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลายและจะจัดให้รางมีความลาดเอียงประมาณ2 % โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรางและรากพืช และเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของระบบปลูกพืชแบบ NFT และ DFT

ส่วนควบคุมประกอบด้วย

-ถังเก็บสารละลาย

ถังเก็บสารละลายโดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดินเพื่อป้องกันความร้อนและขณะที่น้ำจากรางปลูกพืชไหลตกลงในถังก็จะเป็นการเพิ่มการละลายตัวของออกซิเจนอีกทีหนึ่งขนาดของถังเก็บสารละลายขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูกและความถี่ในการปรับค่า pH และ EC ถ้าถังที่ใช้มีขนาดเล็กจะต้องมีการเติมและปรับสารละลายบ่อยและโอกาสที่พืชจะได้รับสารละลายที่มีองค์ประกอบไม่เหมาะสมจะมากด้วย โดยทั่วไป ถ้าถังสารละลายมีขนาดใหญ่ขึ้นการเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของสารละลายจะช้าลงพืชจะเจริญเติบโตได้ดีแต่จะเปลืองสารละลายมากโดยเฉพาะเมื่อต้องการเปลี่ยนสารละลายทั้งหมด

-ปั๊มสารละลาย

อาจเป็นแบบปั๊มแช่อยู่ในสารละลาย หรือเป็นแบบอยู่นอกถัง ถ้าเป็นแบบแช่ ได้แก่ ปั๊มไดโว ข้อดี คือ ราคาถูก ซื้อได้ทั่วไป ข้อเสีย คือ ถ้าปั๊มไม่ดีจะเสียหายง่าย และเกิดการถ่ายเทความร้อนให้สารละลายโดยตรง ทำให้สารละลายร้อน

-ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ

ถ้าเป็นการปลูกระบบใหญ่ๆเป็นการค้า อาจจำเป็นต้องมีระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติโดยจะทำหน้าที่ควบคุมค่า pH และ EC ของสารละลายให้อยู่ในช่วงที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา ถ้าเป็นระบบขนาดเล็ก เช่น ในการทดลองนี้ ก็ไม่จำเป็นต้องมีระบบเตรียมสารละลาย แต่จะใช้คนเป็นผู้วัด และปรับค่า pH และ EC ตามที่ต้องการโดยทั่วไปจะทำตอนเช้า

ส่วนของระบบท่อนำสารละลายและรางปลูกพืช

-ระบบท่อนำสารละลายสู่รางปลูก

จะเป็นท่อที่นำสารละลายจากปั๊มไปสู่หัวรางปลูกพืช ท่อนำสารละลายโดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่พ้นดินจะใช้ท่อสีขาวเพื่อป้องกันการสะสมความร้อน

-รางปลูกพืช

จะมีขนาดความกว้างและความยาวต่าง ๆ กันตามชนิดของพืชที่ปลูก ตัวรางอาจทำจากวัสดุต่าง ๆ ในเขตร้อนควรใช้รางสีขาว และไม่ควรยาวเกิน 20 เมตร เพื่อป้องกันการขาดออกซิเจนที่รากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ท่อนำสารละลายกลับสู่ถังสารละลาย

จะเป็นท่อขนาดใหญ่เนื่องจากการไหลกลับของน้ำจะอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกเพียงอย่างเดียว

ข้อดีและข้อเสียของระบบการปลูกพืชในระบบ NFT และ DTF

ข้อดี

-เป็นระบบให้สารละลายแก่พืชที่มีประสิทธิภาพและไม่ยุ่งยาก

-อุปกรณ์จัดหาได้ง่ายรวมถึงการต่อระบบสามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สะดวก รวดเร็ว

-สามารถควบคุมดูแลได้อย่างทั่วถึง

-สามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ง่ายและให้ผลผลิตสูง

-ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำโดยอัตโนมัติตามค่า ETP เพราะว่าระบบนี้จะมีการให้น้ำแก่พืชตลอดเวลา

ข้อเสีย

-ในระยะเริ่มต้นจะมีการลงทุนสูง ต้องทำในระยะยาวจึงจะคุ้มทุน

-ในกรณีที่เกิดโรคที่รากของพืช เช่น โรคจากเชื้อราต่าง ๆ ก็จะระบาดได้อย่างรวดเร็วเพราะสารละลายไหลผ่านไปทุกต้น

-มีปัญหามากเกี่ยวกับการสะสมของอุณหภูมิของสารละลาย เช่นในเขตร้อนมีผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลง

-การเจริญเติบโตของพืชไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งราง

-เป็นระบบที่ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะถ้าระบบเสียสมดุลพืชจะถูกกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงและรวดเร็ว

-ต้องใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง ถ้ามีสิ่งเจือปนมาก จะเกิดการสะสมของไอออนที่พืชใช้น้อยหรือไม่ดูดใช้เลยสะสมในสารละลาย จึงต้องเปลี่ยนสารทั้งหมดบ่อย เป็นการสิ้นเปลือง

<u>การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน</u>

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช โดยทั่วไปจะเตรียมตามสูตรต่าง ๆ ซึ่งจะเตรียมจากน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์มีสารต่าง ๆ ละลายเจือปนอยู่น้อย เช่น น้ำฝน , น้ำกรอง แต่ถ้าในระบบการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อเป็นการค้าจำเป็นจะต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำในท้องถิ่น เช่น จากน้ำประปา น้ำบาดาล หรือจากน้ำลำธาร(ที่ผ่านการกรองเอาสารแขวนลอยต่างๆ ออกไปแล้ว) ซึ่งน้ำเหล่านี้จะมีพวกแร่ธาตุต่าง ๆ ละลายอยู่ไม่มากก็น้อยถึงแม้ว่าเราจะสามารถกรองธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ออกได้แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง วิธีการหนึ่งที่สามารถนำน้ำเหล่านี้มาใช้ได้โดยตรงโดยการคำนวณปริมาณสารอาหารและกรดที่จะใส่ลงในน้ำ เพื่อเพิ่มเติมธาตุอาหารและปรับค่า pH ให้ได้ตามความต้องการของเรา

สิ่งที่ต้องทราบก่อนการเตรียมสารละลายธาตุอาหารตามวิธีของ " Coic – Lesaint "

1.ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายที่เราต้องการ

2.ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารดั้งเดิมในน้ำที่ใช้เตรียม (ค่าวิเคราะห์น้ำจากห้องปฏิบัติการ)

3.ชนิดของกรดและธาตุอาหารที่จะใช้เตรียม (คำนึงถึงราคาและความยากง่ายในการจัดหาและเก็บรักษา)

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้เตรียมสารละลายธาตุอาหารดังตาราง

ตารางที่ 2 แสดง Stock Solution A โดยเตรียมสารละลาย 20 ลิตร

Solution A	
สาร	ปริมาณที่ใช้
1.น้ำ	10 dm^3
2Ca(NO3)2.4H2O	2.859 kg
3.KNO3	0.424 kg
4.Fe-EDTA	0.135 kg
5.เติมน้ำให้ครบ	20 dm^3
หมายเหตุ pH สารละลายในถังนี้ต้องอยู่ระหว่าง 3-6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดง Stock Solution B โดยเตรียมสารละลาย 20 ลิตร

Solution B	
สาร	ปริมาณที่ใช้
1.น้ำ	10 dm^3
2.KNO3	1.932 kg
3.KH2PO4	0.644 kg
4.MgSO4.7H2O	0.674 kg
5.ZnSO4 40 %	2.616 g
6.CuSO4	0.508 g
7.MnSO4.H2O	7.097 g
8.Boric acid	6.480 g
9.Ammonium Molybdate	0.343 g
10.เติมน้ำให้ครบ	20 dm^3
หมายเหตุ pH สารละลายในถังนี้ต่ำกว่า 6	

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลาย

ค่า pH ของสารละลายที่เหมาะสมของพืชทั่ว ๆ ไปควรอยู่ในช่วง 5.5 - 6.0 เมื่อ pH สารละลายต่ำกว่า 4 จะเป็นอันตรายแก่รากพืช ในทางกลับกันถ้า pH สารละลายใหม่ pH ของสารละลายจะเท่ากับ 6 แต่เมื่อเวลาผ่านไป ในการปลูกพืชผัก pH สารละลายจะสูงขึ้น เนื่องจากในช่วงการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น (Vegetative growth) พืชจะมีการดูดใช้ NO_3^- เป็นส่วนใหญ่(ดูดใช้ Anion มากกว่า Cation) ดังนั้นก็จะปลดปล่อย HCO_3^- ออกมาจำนวนเท่ากันมีผลให้ pH ของสารละลายเพิ่มขึ้น

การตรวจสอบค่า pH ต้องทำการวัดค่า pH ของสารละลายอยู่ตลอดเวลาและปรับค่า pH อยู่ที่ 6 ตลอดเวลาโดยใช้กรดไนตริก หรือกรดฟอสฟอริก การใช้กรดทั้งสองชนิดนี้ปรับค่า pH ก็จะเป็นการเติม N และ P ให้สารละลายด้วยโดยเฉพาะเมื่อใช้กรด H_3PO_4 จะเป็นการเติม P ให้สารละลายจนอาจจะมีปริมาณมากเกินไปได้ (อิทธิสุนทร , 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH	พืช
5.0 – 5.5	มันฝรั่ง สตอร์เบอรี่ มะเขือเทศ
5.5 – 6.0	ถั่วต่าง ๆ แตงกวา พาสเล่ย์
6.0 – 6.5	ไม้ดอก มะละกอ ขึ้นฉ่าย กระเจี๊ยบเขียว
6.5 – 7.0	ผักกาดฮ่องเต้ แรดิช หอม ไม้ดอก

ความเค็ม(EC) ของสารละลาย

ค่า EC ของสารละลายเป็นการบอกค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณความเข้มข้นของสารละลาย ถ้าค่า EC สูง แสดงว่า สารละลายมีความเข้มข้นสูง ค่า EC ที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะมีความแตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่และชนิดของพืชที่ปลูก เช่น ผักสลัดในระบบ NFT อาจมีการแนะนำให้ใช้ค่า EC ตั้งแต่ 0.8 – 2.8 ms/cm ส่วนมะเขือเทศมีความต้องการค่า EC สูงกว่าในผักสลัดมาก อาจแนะนำให้ใช้ตั้งแต่ 2.8 – 4.0 ms/cm

ค่า EC เป็นค่าที่บอกถึงระดับความเข้มข้นของสารละลายโดยรวม แต่ไม่สามารถแยกชนิดความเข้มข้นของแต่ละธาตุได้ เช่น สารละลายที่เตรียมใหม่ มีปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ สมดุล มีค่า EC = 2.8 แต่เมื่อใช้สารละลายนี้ปลูกพืชในระบบ NFT ไป 2 สัปดาห์ ค่า EC ของสารละลายยังคงเท่ากับ 2.8 เหมือนเดิม แต่เมื่อวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า มีปริมาณ Na ในสารละลายสูงมาก แสดงให้เห็นว่าค่า EC = 2.8 เป็นผลของปริมาณ Na ที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนถ่ายสารละลายธาตุอาหารเป็นประจำ (อิทธิสุนทร , 2545)

<u>การสะสมไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก</u>

ไนเตรท (NO_3^-) และแอมโมเนียม (NH_4^+) เป็นรูปของไนโตเจนในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสำหรับแอมโมเนียมจะถูกจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียเปลี่ยนให้เป็นไนไตรท์และไนเตรทตามลำดับ (Mirivish ,1983) โดยขบวนการที่เรียกว่าไนตริฟิเคชั่น(nitrification) ไนเตรทที่พืชดูดขึ้นไปส่วนใหญ่พืชนำไปใช้ในการสร้างสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด ส่วนที่เหลือยังคงเป็นไนเตรทไอออนสะสมอยู่ในเซลล์พืชนั้น ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะแก่การสะสมไนเตรท พืชจะดูดไนเตรทเข้าไปในปริมาณมาก และถ้าพืชมีความสามารถในการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นอินทรียสารได้น้อยหรือสภาพแวดล้อมไม่อำนวยต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีไนเตรทสะสมอยู่ในพืชมากขึ้น โดยทั่วไปการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99683

สะสมไนเตรทในพืชเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อพืชนั้น ปริมาณที่สะสมจะลดลงเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ (Maynard et al.,1972 ; Wright and Davison , 1964)

ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไปเป็นแอมโมเนียม และโปรตีนในพืชต่อไปนั้นเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzyme) หลายชนิด เช่น ไนเตรทรีดักเทส (nitrate reductase) และไนไตรท์รีดักเทส (nitrite reductase) ดังสมการต่อไปนี้

$$NO3^- + NADPH + H^+ = NO2^- + NADP^- + H2O$$

$$NO2^- + 3NADPH + 5H^- = NH4^+ + 3NADP^- + 2H2O$$

$$NO3^- + 4NADPH + 6H^+ = NH4^+ + 4NADP^- + 3H2O$$

ในขบวนการดังกล่าว ถ้ารีดักชั่น (reduction) ของไนเตรทเกิดเร็วกว่าการรีดักชั่นของไนไตรท์จะทำให้ไนไตรท์สะสมอยู่ในพืช แต่ถ้าขบวนการรีดักชั่นของไนเตรทเกิดช้าจะทำให้ไนเตรทสะสมในพืชเป็นปริมาณมากขึ้น

ไนเตรทสะสมตามส่วนต่าง ๆ ของพืชแตกต่างกันไป กล่าวคือ ดอกจะมีความเข้มข้นของไนเตรท ต่ำสุด ส่วนก้านใบจะมีมากที่สุดและมากกว่าส่วนของราก ใบ และผลตามลำดับ ในพืชต้นเดียวกันส่วนที่แก่กว่าจะมีไนเตรทสะสมมากกว่าส่วนที่อ่อนกว่า (Barker et al.,1971) ผักหลายชนิดสะสมไนเตรทได้ค่อนข้างมาก เช่น ผักโขม (spinach) บีท (beet) ผักกาดหอม (lettuce) พวกหัวผักกาด (table beet) ผักกาดเขียว (mustard green) คอลลาด (collard) บางตัวอย่างของผักพวกนี้มีไนเตรทมากกว่า 3,000 ppmทั้งนี้เนื่องจากผักดังกล่าวสามารถดูดไนเตรทไอออนได้ดีมาก จึงมีแนวโน้มในการสะสมไนเตรทมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ

<u>ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในพืช</u>

Drews,schonhof and Krumbein (1996) พบว่าปริมาณไนเตรทที่สะสมใน butterhead ที่ปลูกใน greenhouse จะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าในแปลงปลูกทั่ว ๆ ไป และไนเตรทที่สะสมจะลดลงเมื่อมีปริมาณแสงเพิ่มขึ้น Kolbe(1996) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของไนเตรท คือ ภูมิอากาศ (อุณหภูมิ,ช่วงแสง) ซึ่งมีส่วนสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงถึง 30 – 40 % และความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรท 35 –45 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยเกี่ยวกับพืช

1.ชนิดพืช

นอกจากพืชประเภทผักแล้ว พืชอาหารสัตว์บางชนิดก็สะสมไนเตรทได้ดี เช่น หญ้าทิโมธี (thimothy) หญ้าไรน์ (ryegrass) ธัญญพืชมีไนเตรทสะสมอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก ในบรรดาผักด้วยกันพบว่าผักประเภทใช้ใบและลำต้นเป็นอาหาร เช่น ผักโขม ผักกาดหอม มีปริมาณไนเตรทสะสมมากกว่าผักที่ใช้รากหรือหัวเป็นอาหาร เช่น แครอท (carrot) หอม (onion) นอกจากนี้ในพืชชนิดเดียวกัน (species) แต่ต่างพันธุ์ (variety) ก็มีการสะสมไนเตรทต่างกัน

2.ส่วนของพืช

ไนเตรทกระจายไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืชแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส่วนต่าง ๆ ของพืชพบว่าในลำต้นโดยเฉพาะก้านใบมีไนเตรทมากที่สุด (Peck et al ., 1971) รองลงมาคือแผ่นใบและรากตามลำดับ ส่วนดอกนั้นมีปริมาณต่ำสุด (Wright and Davison, 1964) และจากการศึกษาของ Kolbe(1996) ในมันฝรั่ง พบว่า ไนเตรทจะสะสมที่ใบ ลำต้นและหัวตามลำดับ

พบว่าในพืชต้นเดียวกันใบที่อยู่นอกสุดและแก่กว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ต่ำสุด แต่จะมีไนเตรทเป็นปริมาณสูงสุด เพราะส่วนที่แก่กว่านั้นขบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) เป็นไปอย่างช้า ทำให้เหลือไนเตรทตกค้างอยู่มาก จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกระหล่ำปลีและผักกาดขาวปลีโดย จินดารัตน์ โพธิมามกะ (2516) พบว่าโดยเฉลี่ยใบที่ไม่ห่อหรือใบนอกสุดจะมีปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่าใบที่ห่อเป็นหัวหรือใบที่อยู่ชั้นใน

3.อายุของพืช

โดยทั่วไปความเข้มข้นของไนเตรทในพืชจะมีมากในช่วงต้นและช่วงกลาง ๆ ของการเจริญเติบโต และจะค่อย ๆ ลดต่ำลงเมื่อพืชเจริญโตเต็มที่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในช่วงที่พืชกำลังสร้างผลและเมล็ดนั้น ไนเตรทบางส่วนจะเคลื่อนย้ายจากลำต้นและใบไปยังส่วนของผลเพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อในส่วนนั้น

ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

1.ปุ๋ยไนโตรเจน

ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มเติมให้แก่ดินนั้นเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งต่อการสะสมไนเตรทในพืช พบว่าการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทและยูเรียในอัตรา 0 9 18 36 และ 72 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ จะทำให้ปริมาณไนเตรทในหัวผักกาดชนิดหนึ่ง (table beet) สูงขึ้นตามลำดับ และการเพิ่มขึ้นของไนเตรทในเนื้อเยื่อพืชนี้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับอัตราของปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ไนโตรเจนในรูปของไนเตรท เช่น โปตัสเซียมไนเตรท (KNO_3) ทำให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะสมไนเตรทในพืชมากกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมและยูเรีย(Breteler and Smith,1974)Barker et al.(1971) ทำการทดลองกับผักโขมโดยให้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของโปตัสเซียมไนเตรท แอมโมเนียมไนเตรท และยูเรีย ในอัตรา 72 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ พบว่าปริมาณไนเตรทในส่วนที่อยู่เหนือดินของผักโขมซึ่งได้รับปุ๋ยเหล่านั้นขึ้นเป็น 0.40 % 0.27 % และ 0.22 % (ต่อน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ

2.ความแห้งแล้งและอุณหภูมิ

ในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง (drought) ประกอบกับมีอุณหภูมิสูงจะช่วยให้พืชสะสมไนเตรทมากขึ้น (Bassioni , 1971) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าไนเตรทรีดักเทสไม่ทำงานหรือทำงานช้าลง ขบวนการเมทาบอลิซึมของไนเตรทจึงลดลง แต่ในสภาวะที่มีความแห้งแล้งและพืชยังไม่ขาดน้ำก็ยังคงดูดและเคลื่อนย้ายไนเตรทได้มาก เพราะในสภาวะดังกล่าวมักมีความเข้มข้นของไนเตรทสูงกว่าปกติ

3.ความเข้มของแสง

แสงมีผลกระทบโดยทางอ้อมต่อการสะสมไนเตรทในพืช เพราะว่าแสงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของไนเตรทรีดักเทส เอนไซม์นี้จะมีกิจกรรมช้าลงหรือไม่ทำงานเมื่อพืชอยู่ในที่มืด ประกอบกับถ้าขณะนั้นอุณหภูมิต่ำลงก็ยิ่งทำให้กิจกรรมของเอนไซม์นั้นลดลง Cantliffe (1972) ทำการทดลองปลูกผักโขมโดยให้ความเข้มข้นของแสงที่ระดับ 600 1,600 และ 3,500 ft-c ก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ปรากฏว่าพืชที่ได้รับความเข้มข้นของแสง 600 ft-c สะสมไนเตรทมากที่สุด

การบังเงาให้ผลเช่นเดียวกับการลดความเข้มข้นของแสง ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมของไนเตรทรีดักเทสจะมีความสัมพันธ์ในทางกลับกันกับความเข้มของแสงที่ใบพืชได้รับ ดังนั้นจึงพบว่าปริมาณไนเตรทในพืชมีแนวโน้มสูงในวันที่มีเมฆครึ้มหรือมีความเข้มของแสงต่ำ

4.เวลาในช่วงวัน

ในช่วงวันหนึ่ง ๆ ตั้งแต่พระอาทิตย์ขึ้นจนกระทั่งตก ปริมาณไนเตรทในพืชมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะว่าอุณหภูมิและความเข้มของแสงในช่วงวันดังกล่าวมีการเปลี่ยนอยู่เสมอ ในตอนเช้าอุณหภูมิต่ำความเข้มของแสงน้อย ในช่วงนี้จะมีปริมาณไนเตรทในพืชสูง ส่วนในเวลากลางวันรวมทั้งตอนบ่ายความเข้มข้นของไนเตรทจะต่ำกว่าตอนเช้า

การสะสมไนเตรทในผัก

ในพืชชั้นสูงทั่วไป ผักนับว่าเป็นพืชที่มีการสะสมไนเตรทมากที่สุด ผักแต่ละชนิดมีความสามารถในการสะสมไนเตรทต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากผักแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนเตรทจากดินต่างกันและประสิทธิภาพของเอนไซม์ที่ใช้ในขบวนการรีดักชั่นไนเตรทก็ต่างกัน โดยทั่วไปผักที่ใช้ใบและลำต้นเป็นอาหาร เช่นผักโขม ผักกาดหอม ผักกาดเขียว ผักคะน้า มะเขือเทศ และพวกลำต้นใต้ดิน เช่น หอม มันฝรั่ง แต่ผักใช้รากเป็นอาหารบางชนิด เช่น แรดิช และผักกาดหัว สะสมไนเตรทได้ดี

<u>อันตรายของไนเตรทและไนไตรท์ต่อมนุษย์</u>

ไนเตรทไม่ใช่ตัวที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยตรง แต่ถ้าถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์แล้วความเป็นพิษจึงจะเกิดขึ้น

1.พิษเฉียบพลัน ที่สำคัญคือเกิดโรคเม็ทฮีโมโกลบิเนเมีย (methemoglobinemia) ร่างกายเกิดการขาดออกซิเจน ที่ผิวหนังและปากเป็นสีเขียวคล้ำ อาการนี้เกิดจากการที่ไนไตรท์ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตเข้าทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับเฟอรัสอิออน (ferrous ion) ของฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เป็นเฟอริคอิออน (ferric ion) ซึ่งเกิดเป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า เม็ทฮีโมโกลบิน (methemoglobin) ซึ่งขาดความสามารถที่จะนำออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายได้ แต่อาการเหล่านี้จะเป็นไปอย่างชั่วคราวหากร่างกายไม่ได้รับไนเตรทหรือไนไตรท์เข้าไปอีก เมทฮีโมโกลบินจะค่อย ๆ เปลี่ยนกลับไปเป็นฮีโมโกลบิน หรือหากมีการฉีดสารพวกเมธิลีนบลู (methylene blue) หรือไธโอนีน (thionine) เข้าไปก็จะกลับคืนสู่สภาพปกติ ร่างกายคนปกติก็มีสารประกอบพวกเมทฮีโมโกลบินแต่มีอยู่เพียงเล็กน้อย กล่าวคือในผู้ใหญ่มีประมาณ 1 % ของฮีโมโกลบินทั้งหมด ส่วนในทารกมีประมาณ 4 % ของฮีโมโกลบินทั้งหมด แต่ถ้ามีมากเกินกว่า 50-80 % อาการผิดปกติที่กล่าวข้างต้นจึงจะเกิดขึ้น

2.พิษในระยะยาว (chronic toxicity) ไนเตรททำปฏิกิริยาได้ดีกับสารประกอบประเภทเอมีน (amines) บางชนิดในร่างกาย โดยเฉพาะพวก Dimethylamine , Diethylamine และ Nitrosopyrrolidine ในสภาวะกรด เกิดเป็นสารประกอบพวกไนโตรซามีน (nitrosamines) ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นสารที่ทำให้เกิดมะเร็ง (carcinogen) และเกิดการกลายพันธุ์ (mutagenic) จากการทดลองการเกิด Dimethylnitrosamine (DMNA) ในหนูโดย Hashimoto et al.(1976) พบว่าหนูที่กินอาหารที่เสริมด้วย 0.1 % Dimethylamine และ 0.4 % KNO_3 ทำให้เกิด DHNA ในกระเพาะอาหารและลำไส้ใหญ่มากกว่าในลำไส้เล็ก การเกิด DMNA ไม่ได้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีโดยตรง แต่เกิดจากการกระทำของบักเตรีในลำไส้ซึ่งขึ้นกับชนิดและปริมาณของบักเตรีนั้น เนื่องจากสภาวะต่าง ๆ ในการเกิดสารประกอบไนโตรซามีนในคนเหมาะมากกว่าในหนู ดังนั้นร่างกายคนจึงมีโอกาสเกิดสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ประกอบเหล่านี้ได้มาก แต่สารประกอบเอมีนที่จะก่อให้เกิดสารพวกไนโตรซามีนที่เป็นพิษมีอยู่น้อยมากในร่างกาย ฉะนั้นการเกิดสารประกอบพวกไนโตรซามีนดังกล่าวจึงมีอยู่น้อยเช่นกัน

คนจะได้รับพิษเนื่องจากไนเตรทและไนไตรท์ก็ต่อเมื่อได้รับสารประกอบดังกล่าวเป็นปริมาณมาก ๆ เท่านั้น Maynard and Barker (1974) พบว่าเป็นไปได้น้อยมากที่ผู้ใหญ่จะได้รับอันตราย อันเนื่องมาจากการรับประทานผักที่มีไนเตรทสูง ๆ ได้มีการแนะนำว่า เด็กอายุต่ำกว่า 3 เดือน ไม่ควรจะให้รับประทานผักโขม ส่วนเด็กที่อายุสูงกว่านี้ผักโขมที่ได้รับไม่ควรจะมีความเข้มข้นเกินกว่า 0.07% ไนเตรท–ไนโตรเจนต่อน้ำหนักแห้ง และควรเก็บผักโขมไว้ในตู้เย็น Knauer ได้กำหนดระดับของไนเตรท-ไนโตรเจนที่ปลอดภัยสูงสุดไม่เกิน 0.1 % ต่อน้ำหนักแห้ง

<u>ผักที่ใช้ในการทดลอง</u>

ผักกาดขาว

การจำแนกผักกาดขาวปลีตามวิธีของ Herklot (1972) ได้จำแนกผักกาดขาวปลีตามรูปร่างของปลี ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปเป็น 3 กลุ่มคือ พวกปลีทรงยาว แบบรูปทรงกระบอก (Cylindrical shape)พวกทรงกลม (Rounded shape) พวกไม่ห่อปลีและห่อปลีหลวม (non heading and Semi-heading)ในแต่ละกลุ่มดังกล่าวจะประกอบด้วย พันธุ์เบา อายุ 45 – 50 วัน พันธุ์ กลางอายุ 50- 60 วัน และพันธุ์ 60 – 80 วันดังต่อไปนี้

1 พวกปลีทรงยาว แบบรูปทรงกระบอก รวมทั้งพวกที่ลักษณะทรงสูง (Barrel shape) และทรงรูปไข่ (Oval shape) เป็นพวก B.campestris ssp.*pekinensis var. cylindrical* Tsen & Lee.ได้พันธุ์ต่างๆ ดังนี้คือ

1.1Michihili (ผักกาดขาวปลีพันธุ์ฝรั่ง) ผักกาดหางหงส์ ผักกาดโสภณ อายุ 70 –75 วัน ปลียาว 35 เซนติเมตร กว้าง 10 เซนติเมตร ลักษณะรูปทรงของปลีแบบรูปทรงกระบอก

1.2 Jade Pagoda อายุ 72 วัน ปลียาว 40 เซนติเมตร ลักษณะปลีรูปทรงของปลีแบบรูปทรงกระบอก

1.3 Tropicana อายุ 60 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีแบบทรงสูง

1.4 Tropical Delight อายุ 40 – 50 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีแบบทรงรูปไข่

1.5 Winter Champion อายุ 95 – 100 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีแบบรูปทรงกระบอก

1.6 Early Top อายุ 55 – 60 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีรูปทรงกระบอก

1.7 Winter Hero อายุ 80 – 85 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีแบบทรงสูง

1.8 Tropical Pride อายุ 55 – 60 วัน ลักษณะรูปทรงปลีแบบทรงรูปไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2พวกปลีทรงกลมแน่นรวมทั้งพวกปลีป้านทางส่วนบน เป็นพันธุ์เบา อายุสั้นเป็นพวก B.campestris ssp. *pekinensis var. cephalata* Tsen & Lee. ได้แก่พันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้ คือ

2.1 Saladeer อายุ 50 – 55 วัน ลักษณะทรงของปลีแบบทรงกลม

2.2 Tropical Rapid อายุ 50 – 55 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีแบบทรงกลม

2.3 Tropical Pride อายุ 55 – 60 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีแบบทรงกลม

2.4 Hybrid No.13 อายุ 55 – 60 วัน ลักษณะรูปทรงของปลีแบบทรงกลม

2.5 AVRDC No.62 (ASVEG# 1) อายุ 42 – 50 วันลักษณะรูปทรงของปลีแบบทรงกลม

พันธุ์ผักกาดขาวปลีดังกล่าว ได้นำมาทดลองปลูกที่คณะเกษตรศาสตร์บางพระ ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ปรากฏว่าสามารถห่อปลีได้ดีมากในฤดูร้อน ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียส แต่มีข้อเสีย คือปลีมีลักษณะกลม สัดส่วนระหว่างความยาวของปลีต่อความกว้างน้อยกว่า 1.30 ไม่เหมาะต่อการส่งจำหน่ายตลาดต่างประเทศ

3. พวกไม่ห่อหลีและปลีหลวม ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ผักกาดพื้นเมือง ในแถบเอเชีย บางพันธุ์มีใบยอดเจริญเป็นกระจุกอยู่ที่ส่วนยอดเท่านั้น พวกนี้แม้จะไม่ห่อปลีแต่ใบก็มีคุณภาพเป็นผักสดได้ดี เหมาะแก่การปลูกในฤดูฝนและในเขตที่อากาศไม่ค่อยหนาวเป็นพวก B.campestris ssp. *pekinensis var. laxa.* Tsen & Lee.

3.1 ผักกาดขาวใหญ่ อายุ 45 วัน

3.2 ผักกาดขาวธรรมดา อายุ 40 วัน

3.3 Bok Choy อายุ 45 วัน

3.4 Hung Chin อายุ 35 วัน

ผักกาดกวางตุ้ง

ผักกาดกวางตุ้ง (Pakchoi) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *B.campestris* ssp. *Chinensis* (Rupr) Olsson มีแหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศจีน ประชาชนทางภาคใต้ของประเทศจีนและประเทศที่สำคัญ ๆ นิยมใช้ผักกาดกวางตุ้งบริโภคกันอย่างมาก เนื่องจากผักกาดกวางตุ้งเป็นผักที่มีวิตามินสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม และฟอสฟอรัส

ผักกาดที่จัดเป็นพวกผักกาดกวางตุ้ง นั้นแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1.ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (*B.campestris* ssp. *Chinensis* var. parachinensis (Bailey) Tsen & Lee.)โดยทั่วไปเรียกว่า Kuang futsei ,Chinese green mustard ผักกาดชนิดนี้จะมีลักษณะสำคัญเด่นชัด คือ ก้านใบ เขียว หนาจนเกือบกลม ปลายใบมนไม่ห่อหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ผักกาดขาวกวางตุ้ง(*B.campestris* ssp.*Chinensi* var.chinennsis เรียกว่า White kuangfutsoi) ผักกาดขาวกวางตุ้งเป็นพวกที่มีก้านใบสีขาว ทั้งกลมและแบน แผ่นใบเขียวเข้ม ไม่ห่อหัว นอกจากนี้ Herlot (1972) ยังได้รวมเอาพวกพันธุ์ก้านสั้น ซึ่งได้แก่ ผักกาดฮ่องเต้ ไว้ในกลุ่มนี้ด้วย เพราะมีลักษณะคล้ายกัน แต่สีของใบมีลักษณะเป็นสีเขียวจางหรือก้านแบน

3.ผักกาดดอก (*B.campestris* ssp. *Chinensis* var.*rosularis*)พวกนี้เป็นผักคล้ายผักกาดเขียวกวางตุ้ง ก้านจะเล็กกว่า ออกดอกเร็วกว่า พวกนี้ได้แก่ ผักกาดจ้อน ซึ่งรวมทั้งผักกาดขาวแบะ (Chinese flat cabbage)

4.ผักกาดพื้นเมืองของจีน (*B.campestris* ssp. *Chinensis* var. *utilis* Tsen & Lee.)ผักกาดชนิดนี้ปลูกเพื่อนำมาสกัดน้ำมัน เพื่อใช้ในการหุงต้มและใช้เป็นน้ำมันจุดตะเกียง เป็นผักกาดดอกสีเหลือง มีอยู่หลายพันธุ์ด้วยกัน

สภาพแวดล้อมที่ต้องการ

1.สภาพของดินปลูก ผักกาดเขียวกวางตุ้งสามารถเจริญเติบโตในดินแทบทุกชนิด แต่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาพดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีอินทรียวัตถุสูงประมาณ 2 – 3 % มีค่า pH ของดินที่เหมาะสมคือ 6.0 – 6.8

2.ความต้องการอุณหภูมิ ผักกาดเขียวกวางตุ้งทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าพวกผักกาดชนิดอื่น ๆ จึงสามารถปลูกได้ตลอดปี แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 20 – 25 องศาเซลเซียส

3.ความต้องการความชื้นในดิน แม้ผักกาดเขียวกวางตุ้งจะทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ดี แต่ก็ไม่ทนทานต่อความแห้งแล้ง ทั้งนี้เพราะเป็นที่มีอายุสั้น และมีการเจริญเติบโตเร็ว ฉะนั้นในแปลงปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้งจะต้องมีความชื้นในดินสูงประมาณ 60 – 80 % เป็นอย่างน้อย

4.ความต้องการแสงแดด ผักกาดเขียวกวางตุ้งต้องการสภาพแสงแดดเต็มที่ตลอดทั้งวัน เพื่อการสังเคราะห์อาหาร

การเก็บเกี่ยวผักกาดกวางตุ้ง

ผักกาดเขียวกวางตุ้ง จะเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 35 – 45 วัน หลังจากปลูก การปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้งด้วยเมล็ด การเจริญเติบโตจะไม่สม่ำเสมอการเก็บเกี่ยวอาจต้องทำ 2 – 3 ครั้ง เลือกเก็บเกี่ยวเฉพาะต้นที่ได้ขนาดไปจำหน่ายก่อน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวคือในเวลาเช้าหรือเวลาเย็น แต่ถ้าเป็นการเก็บเกี่ยวครั้งละมาก ๆ เวลาที่เหมาะสมที่สุด คือ เวลาเย็น แล้วนำจำหน่ายในเวลาเช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักกาดหอม

ผักกาดหอมเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Compositae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa Linn* เป็นพืชพื้นเมืองของยุโรปและเอเชีย ปลูกกันมานานแล้วไม่ต่ำกว่า 2500 ปี กษัตริย์เปอร์เซียปลูกบริโภคราว 500 ปีก่อนคริสตกาลและเกิดพันธุ์ผักกาดหอมชนิดห่อหัวแบบต่าง ๆ ราวปี 1500 โคลัมบัสเป็นผู้นำผักกาดหอมมาสู่อเมริกา (กลุ่มหนังสือเกษตร,2525) ผักกาดหอมจัดเป็นผักจำพวกผักสลัด เป็นที่นิยมรับประทานเป็นผักสดกันอย่างกว้างขวาง คนไทยเรานิยมใช้กินกับอาหารจำพวกยำที่รสจัด สาคูไส้หมูหรือข้าวเกรียบปากหม้อก็จะขาดผักกาดหอมไม่ได้ ประโยชน์ของผักกาดหอมนอกจากใช้กินเป็นผักสดที่มีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว ยังจัดเป็นอาหารตาด้วย โดยการใช้จัดแต่งอาหารให้สีสันสวยงามน่ากินขึ้นอีกด้วย ความต้องการใช้ผักกาดหอมของผู้บริโภคมีอยู่ตลอดทั้งปีและโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีเทศกาลงานฉลอง เช่น งานปีใหม่จะขายดีเป็นพิเศษ จึงนับได้ว่าผักกาดหอมเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากชนิดหนึ่ง(กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม,2531)

พันธุ์ผักกาดหอมสามารถแบ่งเป็น 4 พวกใหญ่ ๆ ตามรูปร่างลักษณะดังนี้

1.พวกคริพเฮด (Crisp head) หรือไอซ์เบิร์ก (Iceburg) คือผักกาดหอมห่อหัว หรือผักกาดแก้วของบ้านเรานั้นเอง พวกคริพเฮดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *แลคทูคา แซททิวา วาไรตี้ แคปปิตาคา (Lacttuce sativa var. Capitaca)* มีลักษณะใบบาง กรอบ และขอบใบหยักไม่เรียบ เช่น ปลูกได้ในระหว่างเดือนตุลาคม - มกราคม แต่ปลูกได้ดีที่ใดในช่วงเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม ช่วงเดือนมิถุนายน – กันยายน พอปลูกได้บ้างในบริเวณที่สูงทางภาคเหนือบางเขต แต่ช่วงที่ปลูกไม่ได้เลยคือช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม ต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตระหว่าง 15.5 –21 องศาเซลเซียล

1.1 พันธุ์เกรท เลค 659 (Great Lake 659 TARII) เป็นพันธุ์หนักปานกลางใบสีเขียวเข้ม หยักพันธุ์นี้ไม่ค่อยมีปัญหาใบไหม้ (Sun burn)

1.2 พันธุ์ เกรท เลค 366 (Great Lake 366 TARII) เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบาหัวห่อกลมมีใบสีเขียวรอบนอกใบหยัก มีความต้านทานโรคใบแห้งทิพเบิร์น (Tip burn)

1.3 พันธุ์ซัมเมอร์ เลค (Summer Lake)เป็นพันธุ์เบาหัวห่อกลมสีเขียวอ่อน ใบหยัก

2.พวกบัทเทอร์เฮด (Butter head) หรือพันธุ์หัวเนย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า แลคทูคา แซททิวา วาไรตี้ แคปปิตาตา (*L.Sativa var.capitat*) เป็นพันธุ์ที่ห่อหัวเป็นลักษณะอ่อนนุ่ม ไม่ห่อแน่นแข็งเหมือนพวก Crisp head ใบที่ซ้อนอยู่ข้างในมีลักษณะเหมือนถูกเคลือบด้วยน้ำมัน หรือเนยคืออ่อนนุ่มและเป็นเมือกลื่น ๆ ใบข้างในซ้อนทับกันแน่นพอประมาณสีเหลืองอ่อนคล้ายเนย เป็นพืชที่ชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศหนาวเย็นไม่ทนทานต่ออากาศร้อนแต่เก็บเกี่ยวเร็วกว่าพวก Crisp head พันธุ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ White Boston ,Deacon,Wayahead, Tom thumb, Continuity และ Bibb

3.คอส (Cos) หรือโรเมน (Romaine) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า แลคทูคา แซททิวา ไรตี้ ลองจิฟอเลีย (L.Sativa var.longifolia) เป็นพวกต้นตั้งตรงอาจสูงถึง 25 เซนติเมตร ใบค่อนข้างแคบเรียว ใบนอกมีลักษณะเรียบและมีสีเขียว ส่วนใบข้างในมีสีเขียวอ่อน เช่น Red cos ,Green cos ใบมีความกรอบมากกว่าผักกาดหอมพวกที่ห่อเข้าหัว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 ชนิดหัวใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ Paris white "Dark Green" และ "Red Romaine"

3.2 ชนิดหัวเล็ก ได้แก่ พันธุ์ Little Gem

4.ลี๊ฟ(Leaf) หรือลูสลี๊ฟ (Loose Leaf) หรือพันธุ์ใบ ซึ่งเราจะเรียกว่าผักกาดหอมใบหยิกที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า แลคทูคา แซททิวา วาไรตี้ คริสปา *(L.Sativa var.crispa)* นิยมปลูกและนิยมรับประทานกันมากในบ้านเรา พบเห็นกันได้ทั่วไป ใบมีลักษณะหยิกเป็นคลื่น สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีแดง เช่น green oak , red oak และ red coral แต่เราจะพบเป็นใบสีเขียวอ่อนมากกว่า พันธุ์นี้สามารถปลูกได้ตลอดปี และจะปลูกได้ดีที่สุด ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน ชอบอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 21 – 26.6 องศาเซลเซียส

4.1 พันธุ์แกรนด์ แรปปิด (Grand Rapid) มีใบสีเขียวอ่อน ใบม้วนและหยักอัดกันแน่น ต้นใหญ่เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด เมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรใช้กันอยู่ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกไม่ดี เมล็ดปลอมปน ชื่อพันธุ์ Grand Rapid RE 46 ราคาลิตรละประมาณ 100 บาท

4.2 พันธุ์แบล็ค ซีดเดด ซิมสัน (Black Seeded Simpson) เมล็ดมีสีดำ มีต้นใหญ่ ใบหยักฝอยยู่ยี่อัดกันแน่นมาก

<u>วัสดุเพาะกล้า</u>

เพอร์ไลท์(Perlite)

1.แหล่งกำเนิด เป็นวัสดุที่ผ่านขบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการเผาทรายที่มีต้นกำเนิดจากภูเขาไฟที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส

2.คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

-pH 7 – 7.2

-คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 250 – 300 ลิตรต่อเพอร์ไลท์ 1 ลูกบาศก์เมตร

-คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.075 – 0.08

-ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 1.5 – 6 มม.

-ความพรุน 97 %

-ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลออก 56.8 %

-ความคงทนของโครงสร้างดี

3.ลักษณะการนำไปใช้ ใช้เป็นวัสดุเพาะชำและวัสดุปลูก

4.อายุการใช้งาน 1 ครั้ง

5.ราคาค่อยข้างแพง

6.ข้อดี

-น้ำหนักเบา

-ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง

-สามารถอุ้มน้ำได้ดี

7.ข้อเสีย

-สามารถสลายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กและเกิดการอัดตัวกันแน่น

เวอมิคูไลท์(Vermiculite)

1.แหล่งกำเนิด เกิดจากการเผาแร่ไมกาที่อุณหภูมิประมาณ 850 องศาเซลเซียส

2.คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

-pH 7 – 7.2

-คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 350 – 375 ลิตร/ลูกบาศก์เมตร

-คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุ 65 – 140 me/100 gm

-ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.9 –0.14 (ความหนาแน่นอนุภาค 2.6)

-ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ 95 % ใหญ่กว่า 3 มม.(1 – 6 มม.)

-ความพรุน 96 %

-ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี

-ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลออก 40 %

3.ลักษณะการนำไปใช้ ใช้เป็นวัสดุเพาะชำและใช้เป็นวัสดุปลูก

4.อายุการใช้งาน 1 – 2 ครั้ง

5.ราคา ราคาต่างประเทศ ประมาณ 1200 บาท / 1 ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ข้อดี

-น้ำหนักเบา

-ไม่เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง

-มีความสามารถอุ้มน้ำดีมาก

7.ข้อเสีย

-สลายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กเร็วและอัดตัว

-ราคาแพง

-ฆ่าเชื้อโรคและแมลงได้ยากเมื่อจะนำกลับมาใช้ใหม่

-มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุได้

ฟองน้ำ

เป็นวัสดุสังเคราะห์ซึ่งเริ่มนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกไม่นานมานี้เอง แต่ยังไม่แพร่หลายมากนัก จากการทดลองปลูกพืชพบว่า การใช้ฟองน้ำชนิดธรรมดาเป็นวัสดุปลูกการเจริญเติบโตของพืชอาจไม่ดีเท่าการใช้ฟองน้ำจากประเทศเบลเยี่ยมเป็นวัสดุปลูก ซึ่งอาจเกิดจากมีสารตกค้างอยู่ สามารถสังเกตได้จากการที่รากพืชไม่ค่อยแพร่กระจายและเน่า เพราะฟองน้ำมี pH ไม่เหมาะสม ดังนั้นก่อนใช้ฟองน้ำ จึงควรแช่น้ำทิ้งไว้ 1 – 2 คืน เพื่อปรับ pH ให้เป็นกลางมากที่สุด (อิทธิสุนทร , 2538)

<u>การเตรียมต้นกล้าเพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในการทดลองครั้งนี้</u>

ผักที่ใช้ในการทดลอง Crop 1 คือ ผักไทย :ผักกาดขาวไดโตเกียว, กวางตุ้งโชว์จีน

ผักสลัด :Butter head , Red bathavia

Crop 2 คือ ผักไทย :ผักกาดขาวไดโตเกียว, กวางตุ้งโชว์จีน

ผักสลัด :Butter head , Red bathavia

วัสดุปลูกที่ใช้เพาะกล้า คือ NFT : เพอร์ไลท์ + เวอร์มิคูไลท์ ในอัตราส่วน 1:9

DFT : ฟองน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองและอุปกรณ์ในการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการปลูกพืชในระบบ DFT และ NFT ถึงระดับไนเตรทว่ามีการแตกต่างกันอย่างไร นอกจากนี้ยังต้องการทราบว่าระหว่างผักสลัด และผักไทย ผักชนิดไหนจะมีระดับของไนเตรทสูงหรือต่ำกว่ากันเพียงไร และระหว่างระบบการปลูกกับชนิดผัก มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยใช้สารละลายธาตุอาหารพืชสูตรเดียวกัน ความเข้มข้นเท่ากัน

จากสิ่งที่ต้องการทราบข้างต้นจึงได้วางแบบการทดลองเป็นแบบแฟคทอเรียล ในแผนการทดลอง แบบ Complete Randomized design (CRD)

Crop 1 เปรียบเทียบผลจากระบบปลูกแบบ NFT ระบบ DFT

Crop 2 เปรียบเทียบผลจากระบบปลูกแบบ NFT ระบบ DFT รวมทั้งผลของการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเวลาเช้า-เย็น และผลของการลดค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (ค่าEC)

แผนการทดลองมีชื่อเรียกว่า 2×4 factorial experiment in CRD
มีปัจจัยการทดลอง 2 ปัจจัย และมีทั้งหมด 8 treatment
ปัจจัยที่ 1 มี 2 ระดับ ได้แก่ ระบบการปลูกพืชแบบ NFT และ DFT
ปัจจัยที่ 2 มี 4 ระดับ ได้แก่ คือ ผักไทย : ผักกาดขาวไดโตเกียว,กวางตุ้งโชว์จีน
ผักสลัด : Butter head , Red bathavia

Treatment 1 : ระบบ NFT ที่ปลูกผักกาดขาวไดโตเกียว
Treatment 2 : ระบบ NFT ที่ปลูกผักกวางตุ้งโชว์จีน
Treatment 3 : ระบบ NFT ที่ปลูก Butter head
Treatment 4 : ระบบ NFT ที่ปลูก Red bathavia
Treatment 5 : ระบบ DFT ที่ปลูกผักกาดขาวไดโตเกียว
Treatment 6 : ระบบ DFT ที่ปลูกผักกวางตุ้งโชว์จีน
Treatment 7 : ระบบ DFT ที่ปลูก Butter head
Treatment 8 : ระบบ DFT ที่ปลูก Red bathavia

อุปกรณ์และวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>อุปกรณ์และวิธีการ</u>

ชนิดของเมล็ดพันธุ์ผักที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 (Crop 1)

ระบบ DFT	ระบบ NFT
1.ผักกาดขาวไดโตเกียว	1.ผักกาดขาวไดโตเกียว
2.โชว์จีน(กวางตุ้ง)	2.โชว์จีน(กวางตุ้ง)
3.Butter head	3.Butter head
4.Red bathavia	4.Red bathavia

การทดลองครั้งที่ 2 (Crop 2)

ระบบ DFT	ระบบ NFT
1.ผักกาดขาวไดโตเกียว	1.ผักกาดขาวไดโตเกียว
2.โชว์จีน(กวางตุ้ง)	2.โชว์จีน(กวางตุ้ง)
3.Butter head	3.Butter head
4.Red bathavia	4. Red bathavia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

อุปกรณ์ในการปลูกผัก

NFT

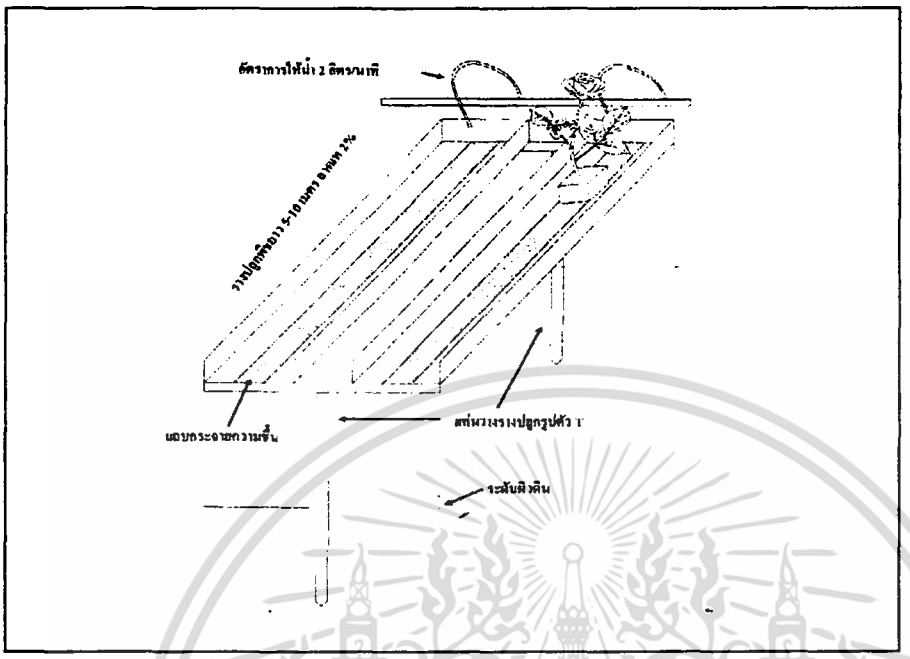
-รางปลูกพืช
-ขาตั้งรางปลูกพืช
-ท่อ PVC
-ข้อต่าง ๆ
-สายยางทึบแสงขนาดเล็ก
-ปั๊มน้ำ
-ถังน้ำขนาด 100 ลิตร
-ปลั๊กไฟ
-สายไฟ
-วัสดุเพาะกล้าเพอร์ไลท์และเวอมิคูไลท์
-ถ้วยปลูก
-เครื่องชั่งสารเคมีชนิดละเอียด
-เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH meter)
-เครื่องวัดค่าความเค็ม electrical conductivity
-เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศแบบอัตโนมัติ
-กาวทาท่อ

DFT

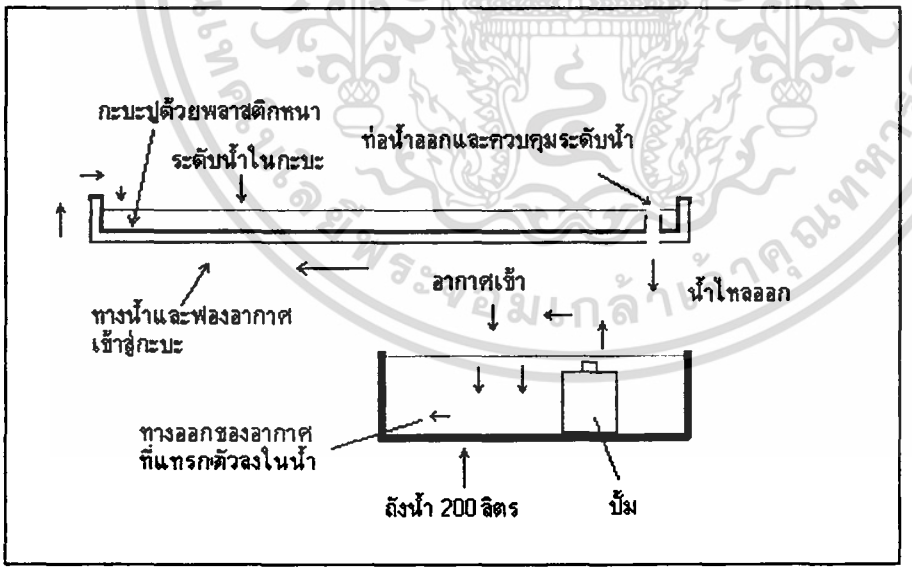
-ระบบปลูกพืชของศูนย์เกษตร ธรรมชาติบางไทร
-ปลั๊กไฟ
-สายไฟ
-วัสดุปลูก : ฟองน้ำ
-เครื่องชั่งสารเคมีชนิดละเอียด
-เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
-เครื่องวัดค่าความเค็ม electrical conductivity
-กระบอกน้ำกลั่น
-เทอร์โมมิเตอร์และเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 แสดงการเตรียมระบบปลูกแบบ NFT



ภาพที่ 3 แสดงการเตรียมระบบปลูกแบบ DFT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหาร

-Monopotassium phosphate(KH_2PO_4)

-Potassium nitrate(KNO_3)

-Magnesium sulfate($MgSO_4.7H_2O$)

-Ammonium molybdate[$(NH_4)MoO_4$]

-Boric acid (H_3BO_3)

-Manganese sulfate($MnSO_4.4H_2O$)

-Zinc sulfate($ZnSO_4.5H_2O$)

-Copper sulfate($CuSO_4.5H_2O$)

-Calcium nitrate[$Ca(NO_3)_2$]

-Fe-EDTA

ขั้นตอนการปลูกผัก

เริ่มเพาะเมล็ดพันธุ์ผัก Crop 1 ในวันที่ 25 มิถุนายน ถึงวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ.2546 จึงนำไปย้ายปลูกในระบบ DFT และระบบ NFT และ Crop 2 ในวันที่ 5 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ.2546 จึงนำไปย้ายปลูกในระบบ DFT และระบบ NFT ต่อไป

โดยที่ระบบ DFT ใช้ฟองน้ำ (สำหรับเพาะกล้า) เป็นวัสดุเพาะกล้า เริ่มจากนำฟองน้ำมาแช่น้ำให้ชุ่มแล้วหยอดเมล็ดพันธุ์ลงไปในรอยผ่า 2 - 3 เมล็ดต่อฟองน้ำ 1 ชิ้นสำหรับผักไทย และ 1 เมล็ดต่อฟองน้ำ 1 ชิ้นสำหรับผักสลัด วางเรียงในถาดแล้วเติมน้ำให้สูงประมาณ 1 ซม. วางไว้ในที่ร่ม เมื่อเมล็ดงอกได้ 1-2 ซม. จึงนำออกมาวางในที่มีแสงสว่างเพียงพอ เพื่อให้ลำต้นแข็งแรงลดน้ำ เมื่อต้นกล้าเจริญเติบโตจนมีระบบรากดีแล้ว (ช่วงนี้ต้องสังเกตอาการต้นกล้า ถ้าแสดงอาการขาดธาตุอาหาร ควรเจือจางสารละลายธาตุอาหารรดให้บ้าง) แล้วทำการคัดแยกต้นที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง หลังจากนั้นนำต้นกล้าที่แข็งแรงลงปลูกในระบบ

ในระบบ NFT นั้นใช้เพอร์ไลท์ผสมเวอมิคูไลท์ในอัตราส่วน 1:9 ใส่ลงในถ้วยปลูก ลดน้ำให้ชุ่มแล้วจึงหยอดเมล็ดพันธุ์ ในลักษณะเช่นเดียวกันกับระบบ DFT เมื่อต้นกล้ามีระบบรากที่ดีแล้ว ทำการคัดแยกต้นที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง หลังจากนั้นนำต้นกล้าที่แข็งแรงลงปลูกในระบบ

ใน Crop 1 ให้สารละลายธาตุอาหารพืชในระดับ 1.8 mS/cm ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 สำหรับในตลอดจนเก็บเกี่ยว Crop 2 ให้สารละลายธาตุอาหารพืชในระดับ 1.8 mS/cm ค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 เช่นกัน และใน Crop ที่ 2 นี้ เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้วจะทำการลดระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชลงเหลือ 1.0 mS/cm ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 เป็นเวลา 3 วัน จึงทำการเก็บผลผลิตอีกรอบหนึ่ง นำผลผลิตที่ได้ในแต่ละรอบของการเก็บเกี่ยวไปวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท

<u>การเก็บผลการทดลองในการปลูกผัก</u>

1.pH , EC ของสารละลายธาตุอาหาร

ทำการเก็บผลทุกครั้งเมื่อมีการปรับค่า pH และ EC ของสารละลาย (2 – 3 วัน / ครั้ง) โดยจะวัดค่า pH และ EC ก่อนและหลังปรับสารละลาย และพร้อมกันนั้นมีการเปลี่ยนถ่ายสารละลายใหม่ทุกสัปดาห์ในแต่ละระบบปลูก

2.อุณหภูมิของสารละลาย

ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของสารละลายบริเวณต้นราง , กลางราง ,ปลายราง , ของแต่ละระบบปลูก

3.ผลผลิตตามช่วงอายุการเก็บเกี่ยว

ทำการเก็บผลผลิตผัก ตามช่วงอายุการเก็บเกี่ยวของผักแต่ละชนิด ตามที่ได้กล่าวไว้ในการตรวจเอกสารแล้ว โดยเก็บแยกในแต่ละระบบปลูก และแยก treatment สุ่มเก็บตัวอย่างผัก แยกกันในทั้ง 2 ระบบปลูกและชนิดของผัก นำมาชั่งหาน้ำหนักสดเฉลี่ย หาน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง จากนั้นจึงนำไปบดให้ละเอียดเก็บไว้เพื่อวิเคราะห์ต่อไป

4.ทำการสุ่มเก็บผลผลิต(หลังจากข้อ 3 แล้ว) เมื่อทำการลดระดับ EC ให้ต่ำลง เป็นเวลา 3 วันแล้วชั่งหาน้ำหนักสดเฉลี่ยและน้ำหนักแห้งเช่นเดียวกัน

<u>การวิเคราะห์ทางเคมี</u>

การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไนเตรทในผัก

1.สารเคมีที่ใช้

1.1 Stock nitrate solution ที่มีความเข้มข้น 1000 ppm นำมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 125 250 375 และ 500 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 Salicylic acid solution ความเข้มข้น 5 % โดยการชั่ง Salicylic acid จำนวน 5 กรัม นำมาละลายในกรดซัลฟูลิก (H_2SO_4)เข้มข้น ปริมาตร 95 มล. เก็บไว้ในที่มืด มีอายุการใช้งาน 7 วัน

1.3 Sodium hydroxide solution (NaOH) ความเข้มข้น 4 โมลาร์ โดยการชั่ง Sodium hydroxide จำนวน 160 กรัม นำมาละลายในน้ำและปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

1.4 กรดซัลฟูลิก(H_2SO_4)เข้มข้น

2.วิธีวิเคราะห์

2.1 เตรียม Standard curve ที่มีความเข้มข้นของไนเตรท 0 25 5 75 และ 100 ppm นำสารละลายเข้าเครื่อง spectrophotometer ในช่วงความยาวคลื่น (wave length) 410 nm เพื่อวัดค่า % T (Transmittance) นำค่า %T และค่าความเข้มข้นดังกล่าวมา plot กราฟ จะได้ standard curve ตามต้องการ

2.2 ชั่งตัวอย่างผักที่บดละเอียดแล้วประมาณ 0.1 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ลงใน flask ขนาด 125 มล. เติมน้ำ 25 มล. นำมากรอง เก็บเป็นสารละลายสำหรับหาความเข้มข้นต่อไป

2.3 ใช้ไปเปตต์ (pipette) ดูดสารละลายสกัดผัก ปริมาตร 0.2 มล. ลงในหลอดทดลองขนาด 25 มล. เติมกรด Salicylic acid ความเข้มข้น 5% ลงไป 1 มล. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วจึงเติม Sodium hydroxide ความเข้มข้น 4 โมลาร์ จำนวน 10 มล. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 20 นาที นำไปวัดค่า %T ด้วยเครื่อง spectrophotometer ในช่วงความยาวคลื่น (wave length) 410 nm บันทึกผล

-สารละลายเปรียบเทียบ (Blank) ดูดสารละลายสกัดผัก ปริมาตร 0.2 มล. ลงในหลอดทดลองขนาด 25 มล. เติมกรดซัลฟูลิกความเข้มข้น ลงไป 1 มล. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วจึงเติม Sodium hydroxide ความเข้มข้น 4 โมลาร์ จำนวน 10 มล. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 20 นาที นำไปวัดค่า %T ด้วยเครื่อง spectrophotometer ในช่วงความยาวคลื่น (wave length) 410 nm บันทึกผล

2.4 คำนวณหาค่าความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสดของตัวอย่างผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาของการทดลอง

Crop 1 เพาะเมล็ดวันที่ 25 มิถุนายน 2546 และสิ้นสุดการทดลองวันที่ 22 กรกฎาคม 2546 (ฤดูฝน)

Crop 2 เพาะเมล็ดวันที่ 5 พฤศจิกายน 2546 และสิ้นสุดการทดลองวันที่ 5 มกราคม 2547 (ฤดูหนาว)

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ชั้น 4 และ 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

Crop 1 (ฤดูฝน)

1. ผลผลิต

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT

น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักในทุก Treatment แสดงไว้ในตารางที่ 5 ตารางที่ 6 กราฟที่ 2 และกราฟที่ 3 จากข้อมูลพบว่าระบบ NFT มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าระบบ DFT ในทุกชนิดของผักที่ทำการทดลอง (ไดโตเกียว , โชว์จีน , Butter head , Red bathavia) และในตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว , โชว์จีน) จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงกว่าในผักสลัด (Butter head , Red bathavia)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักในทุก Treatment แสดงไว้ในตารางที่ 8 ตารางที่ 9 กราฟที่ 5 และกราฟที่ 6 จากข้อมูลพบว่าระบบ NFT มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าระบบ DFT ในทุกชนิดของผักที่ทำการทดลอง และในตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว ,โชว์จีน) จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงกว่าในผักสลัด (Butter head, Red bathavia)

จากผลการทดลอง ผักที่ปลูกในระบบ NFT มีน้ำหนักสูงกว่าผักที่ปลูกในระบบ DFT ในทุกชนิดของผักที่ทำการทดลอง ทั้งนี้เพราะระบบ NFT มีปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าระบบ DFT ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวช่วยลดข้อเสียรวมถึงข้อจำกัดของระบบ NFT เช่น การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลาย โดยในระบบ NFT สารละลายที่ให้จะไหลเป็นแผ่น flim บาง ๆ จึงทำให้การละลายตัวของออกซิเจนดีกว่า พืชจึงเจริญเติบโตได้ดีกว่า
(Crop 1 เป็นช่วงฤดูฝน)

2.ความเข้มข้นไนเตรทในผัก

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT

ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผักไดโตเกียว , โชว์จีน ,Butter head ,Red bathavia ที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT แสดงไว้ในตารางที่ 40 และกราฟที่ 37 โดยในระบบ NFT มีค่าเฉลี่ยของของความเข้มข้นไนเตรท-ไนโตเจนของผักแต่ละชนิดดังนี้ 6813 , 6213 , 3015 ,3556 ppm ตามลำดับ และในระบบ DFT มีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไนเตรท-ไนโตเจนผักแต่ละชนิดดังนี้5465,4964 ,2905 ,2986 ppm ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ α = 0.05 แสดงไว้ในตารางที่ 41 ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผักชนิดเดียวที่ปลูกต่างระบบกันจะมีค่าต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนของผักที่ปลูกในระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าในระบบ DFT และพบว่าตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว ,โชว์จีน) มีความเข้มข้นของไนเทรต-ไนโตนเจนสูงกว่าในผักสลัด (Butter head , Red bathavia) เมื่อทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนศึกษาความแตกต่างของอิทธิพลร่วมพบว่า Butter head ที่ปลูกในระบบ NFT , Butter head และ Red bathavia ที่ปลูกในระบบ DFT ให้ผลไม่แตกต่างกัน

Crop 2 (ฤดูหนาว)

1.ผลผลิต

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT

น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักในทุก Treatment แสดงไว้ในตารางที่ 16-26 และกราฟที่ 13-23 จากข้อมูลพบว่าระบบ NFT มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นต่ำกว่าระบบ DFT ในทุกชนิดของผักที่ทำการทดลอง (ไดโตเกียว ,โชว์จีน ,Butter head ,Red bathavia) และในตระกูลผักไทย (ไดโต-เกียว ,โชว์จีน) จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงกว่าในผักสลัด (Butter head , Red bathavia)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักในทุก Treatment แสดงไว้ในตารางที่ 28-38 และกราฟที่ 25-35 จากจากข้อมูลพบว่าระบบ NFT มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นต่ำกว่าระบบ DFT ในทุกชนิดของผักที่ทำการทดลองและในตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว ,โชว์จีน) จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงกว่าในผักสลัด (Butter head, Red bathavia)

จากผลการทดลอง ผักที่ปลูกในระบบ NFT มีน้ำหนักต่ำกว่าผักที่ปลูกในระบบ DFT ในทุกชนิดของผักที่ทำการทดลอง ทั้งนี้เพราะข้อจำกัดของระบบ DFT ในเรื่องการละลายตัวของออกซิเจนลดลงเป็นอย่างมาก การทำการทดลองใน Crop 2 นี้เป็นช่วงฤดูหนาว การละลายตัวของออกซิเจนจึงดีขึ้นแต่กลับมีปัญหาผักตกรางในระบบ NFT ทำให้ผักต้องใช้เวลาในการปรับตัว ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักในระบบ NFT ต้องชะลอตัวลง (ฤดูหนาวลมแรงมาก)

2.อุณหภูมิของสารละลาย

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT

ตารางที่ 11,12 และกราฟที่ 8,9 แสดงอุณหภูมิ ต้นราง กลางราง ปลายราง ในระบบปลูก NFT และ DFT ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิ ต้นราง กลางราง ปลายราง จะแตกต่างกันไม่มากนักจนถือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าไม่แตกต่างกันเลย แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่าง 2 ระบบ (ข้อมูลจาก ตารางที่ 13 และกราฟที่ 10) ปรากฏว่าอุณหภูมิ ต้นราง กลางราง ปลายราง ของระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าระบบ DFT ประมาณ 1 – 3 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 11,12 และกราฟที่ 8,9 แสดงอุณหภูมิในแต่ละวันที่ทำการวัดในแต่ละระบบ โดยจะเห็นได้ชัดว่า อุณหภูมิของสารละลายในแต่ละวันที่ทำการวัดเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ประมาณ 1 – 3 องศาเซลเซียส

3.pH และ EC ของสารละลาย

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลาย (pH) แสดงไว้ในตารางที่ 14 และกราฟที่ 11

ระบบ NFT pH ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (19 พ.ย. – 28 พ.ย.46) ซึ่งเป็นช่วงที่ยังมีการเจริญเติบโตไม่มากนัก pH จะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก pH 5.5 เล็กน้อย ซึ่งหลังจากนั้นเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว(1ธ.ค.– 20 ธ.ค.46) pH จะมีค่าเพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก แต่เมื่อทำการเก็บผักตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว, โชว์จีน)ในวันที่ 20 ธ.ค.46 ออกเนื่องจากถึงเวลาเก็บเกี่ยว (ทำให้ในระบบปลูกจึงมีแต่ผักสลัด)ทำให้การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ลดลง และเพิ่มตามลำดับ

ระบบ DFT pH ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (19 พ.ย. ถึง 28 พ.ย. 46) ซึ่งเป็นช่วงที่ยังมีการเจริญเติบโตไม่มากนัก pH จะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก pH 5.5 เล็กน้อย ซึ่งหลังจากนั้นเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว(1ธ.ค. – 20ธ.ค.46) pH จะมีค่าเพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก แต่เมื่อการการเก็บผักตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว , โชว์จีน)ในวันที่ 20 ธ.ค.46 ออกเนื่องจากถึงเวลาเก็บเกี่ยว (ทำให้ในระบบปลูกจึงมีแต่ผักสลัด) ทำให้การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ลดลง และเพิ่มตามลำดับ แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบถึงการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายทั้ง 2 ระบบจะพบว่า การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายในระบบ DFT น้อยกว่าระบบ NFT เพราะในระบบ DFT เป็นระบบที่มีน้ำลึก (มีสารละลายเป็นจำนวนมากกว่าระบบ NFT) จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้อยกว่า

ค่า EC ของสารลาย แสดงไว้ในตารางที่ 15 และกราฟที่ 12

ระบบ NFT มีค่า EC ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (19 พ.ย. – 7ธ.ค. 46) ซึ่งเป็นช่วงที่ยังมีการเจริญเติบโตไม่มากนัก ค่า EC จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจาก 1.8 mS/cm เล็กน้อย ซึ่งหลังจากนั้นเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว(7ธ.ค.– 20ธ.ค.46) ค่า EC จะมีค่าลดลง เนื่องจากผักดูดใช้ธาตุอาหารในการเจริญเติบโตแต่เมื่อการการเก็บผักตระกูลผักไทย(ไดโตเกีย,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โชว์จีน) ในวันที่ 20 ธ.ค.46 ออกเนื่องจากถึงเวลาเก็บเกี่ยว(ทำให้ในระบบปลูกจึงมีแต่ผักสลัด) ทำให้การเปลี่ยนแปลงของค่า EC ลดลง ตามลำดับ

ระบบ DFT มีค่าECไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (19 พ.ย. ถึง 7ธ.ค. 46) ซึ่งเป็นช่วงที่ยังมีการเจริญเติบโตไม่มากนัก ค่า EC จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจาก 1.8 mS/cm เล็กน้อย ซึ่งหลังจากนั้นเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว(7ธ.ค. – 20ธ.ค.46) ค่า EC จะมีค่าลดลง เนื่องจากผักดูดใช้ธาตุอาหารในการเจริญเติบโตแต่เมื่อการการเก็บผักตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว, โชว์จีน) ในวันที่ 20 ธ.ค.46 ออกเนื่องจากถึงเวลาเก็บเกี่ยว(ทำให้ในระบบปลูกจึงมีแต่ผักสลัด) ทำให้การเปลี่ยนแปลงของค่า EC ลดลงตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบถึงการเปลี่ยนแปลงค่า EC ของสารละลายทั้ง 2 ระบบ พบว่า การเปลี่ยนแปลง ค่า EC ของสารละลายในระบบ DFT น้อยกว่าระบบ NFT เพราะในระบบ DFT เป็นระบบที่มีน้ำลึก(มีสารละลายเป็นจำนวนมากกว่าระบบ NFT)จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า EC ของสารละลายน้อยกว่า

4.ความเข้มข้นไนเตรทในผัก

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่าEC

ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก ไดโตเกียว,โชว์จีน ,Butter head , Red bathavia ที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT แสดงไว้ในตารางที่ 42 และกราฟที่ 38 โดยในระบบ NFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 8382 ,7550 , 3098 ,4570 ppm ตามลำดับ และในระบบ DFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 6441 ,6630 ,3437 ,3718 ppm ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ α = 0.05 แสดงไว้ในตารางที่ 43 ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผักชนิดเดียวที่ปลูกต่างระบบกันจะมีค่าต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนของผักที่ปลูกในระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าในระบบ DFT และในตระกูลผักไทยจะมีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในผักสลัด เมื่อทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนศึกษาความแตกต่างของอิทธิพลร่วมพบว่า ในทุกชนิดของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC

ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก ไดโตเกียว,โชว์จีน ,Butter head , Red bathavia ที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT แสดงไว้ในตารางที่ 44 และกราฟที่ 39 โดยในระบบ NFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 7780 ,6415 , 3296 ,4199 ppm ตามลำดับ และในระบบ DFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 6271 ,6520 , 2908 ,3551 ppm ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ α = 0.05 แสดงไว้ในตารางที่ 45 ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน ในผักชนิดเดียวที่ปลูกต่างระบบกันจะมีค่าต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนของผักที่ปลูกในระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าในระบบ DFT ในตระกูลผักไทยจะมีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในผักสลัด ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนที่ทำการเก็บในช่วงเวลาเย็นจะต่ำกว่าที่เก็บในช่วงเช้า เมื่อทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนศึกษาความแตกต่างของอิทธิพลร่วมพบว่า โชว์จีนที่ปลูกในระบบ NFT ไม่แตกต่างจาก โชว์จีนที่ปลูกในระบบ DFT และโชว์จีนที่ปลูกในระบบ NFT ไม่แตกต่างจาก ไดโตเกียวที่ปลูกในระบบ DFT

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC

ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนใน ผักไดโตเกียว,โชว์จีน ,Butter head , Red bathavia ที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT แสดงไว้ในตารางที่ 46 และกราฟที่ 40 โดยในระบบ NFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 7640 ,7336 , 3394 ,2890 ppm ตามลำดับ และในระบบ DFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 5964 ,5819 , 2452 ,2566 ppm ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ α = 0.05 แสดงไว้ในตารางที่ 47 ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผักชนิดเดียวที่ปลูกต่างระบบกันจะมีค่าต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนของผักที่ปลูกในระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าในระบบ DFT ในตระกูลผักไทยจะมีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในผักสลัด และความเข้มข้นไนเตรท-ไนโตรเจนเมื่อลดค่า EC ลงเป็น 1 mS/cm เป็นเวลา 3 วัน จะต่ำกว่าผลผลิตผักที่เก็บเกี่ยวในช่วงเช้าและช่วงเย็นการก่อนลดค่า EC และเมื่อทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนศึกษาความแตกต่างของอิทธิพลร่วมพบว่า Butter head และ Red bathavia ที่ปลูกในระบบ DFT ให้ผลไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC

ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนใน ผักไดโตเกียว,โชว์จีน ,Butter head , Red bathavia ที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT แสดงไว้ในตารางที่ 48 และกราฟที่ 41 โดยในระบบ NFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 6223 ,7311 , 2725 ,2308 ppm ตามลำดับ และในระบบ DFT มีค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดดังนี้ 5609 ,5215 , 2324 ,1907 ppm ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ α = 0.05 แสดงไว้ในตารางที่ 49 ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผักชนิดเดียวที่ปลูกต่างระบบกันจะมีค่าต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนของผักที่ปลูกในระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าในระบบ DFT ในตระกูลผักไทยจะมีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในผักสลัด ความเข้มข้นไนเตรท-ไนโตรเจนเมื่อลดค่า EC ลงเป็น 1 mS/cm เป็นเวลา 3 วันจะต่ำกว่าก่อนลดค่า EC และความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนที่ทำการเก็บในช่วงเวลาเย็นจะต่ำกว่าที่เก็บในช่วงเช้า ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 50-53 กราฟที่ 42-45 กล่าวได้ว่าผลผลิตผักที่ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเย็นหลังจากลดค่า EC ลงเป็น 1 mS/cm เป็นเวลา 3 มีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตเจนต่ำที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนศึกษาความแตกต่างของอิทธิพลร่วมพบว่า Butter head ที่ปลูกในระบบ DFT และ Red bathavia ที่ปลูกในระบบ NFT ให้ผลไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองใน Crop 1สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT สูงกว่าที่ปลูกในระบบ DFT

ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในผัก ไดโตเกียว,โชว์จีน ,Butter head , Red bathavia ที่ปลูกในระบบ NFT สูงกว่าที่ปลูกในระบบ DFT และในผักไทยจะมีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในผักสลัด โดยที่ Butter head ที่ปลูกในระบบ NFT Butter head และRed bathavia ที่ปลูกในระบบ DFT ให้ผลไม่แตกต่างกัน

จากการทดลองใน Crop 2 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT

ผักที่ปลูกในระบบ NFT มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นต่ำกว่าผักที่ปลูกในระบบ DFT ในทุกชนิดของผักที่ทำการทดลอง ทั้งนี้เพราะการทำการทดลองใน Crop 2 นี้เป็นช่วงฤดูหนาว ปัญหาผักตกรางในระบบ NFT จึงเกิดขึ้นบ่อย ผักจึงต้องใช้เวลาในการปรับตัว ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักในระบบ NFT ต้องชะลอตัวลง ผลผลิตผักที่ได้จึงมีน้ำหนักต่ำกว่าในระบบ DFT (ฤดูหนาวลมแรงมาก)

ค่าอุณหภูมิ ต้นราง กลางราง ปลายราง ของทั้ง 2 ระบบแตกต่างกันไม่มากนักจนถือได้ว่าไม่แตกต่างกันเลย แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่าง 2 ระบบ ปรากฏว่าอุณหภูมิ ต้นราง กลางราง ปลายราง ของระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าระบบ DFT ประมาณ 1 – 3 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายในทั้ง 2 ระบบ จะขึ้นอยู่กับช่วงอายุของผักหรือช่วงของการเจริญเติบโตของผักด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายในระบบ DFT น้อยกว่าระบบ NFT เพราะในระบบ DFT เป็นระบบที่มีน้ำลึก (มีสารละลายเป็นจำนวนมากกว่าระบบ NFT) จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้อยกว่า

การเปลี่ยนแปลงค่า EC ของสารละลายทั้ง 2 ระบบ จะขึ้นอยู่กับช่วงอายุของผักหรือช่วงของการเจริญเติบโตของผักด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ค่า EC ของสารละลายในระบบ DFT น้อยกว่าระบบ NFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเพราะในระบบ DFT เป็นระบบที่มีน้ำลึก (มีสารละลายเป็นจำนวนมากกว่าระบบ NFT) จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า EC ของสารละลายน้อยกว่า

ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนของผักที่ปลูกในระบบ NFT จะมีค่าสูงกว่าในระบบ DFT สำหรับในตระกูลผักไทย (ไดโตเกียว ,โชว์จีน) จะมีความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในผักสลัด (Butter head , Red bathavia) การลดค่า EC ลงเป็น 1 mS/cm เป็นเวลา 3 วัน สามารถทำให้ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนลดลงต่ำกว่าผลผลิตที่ทำการเก็บเกี่ยวก่อนลดค่า EC และความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนที่ทำการเก็บในช่วงเวลาเย็นจะต่ำกว่าที่เก็บในช่วงเช้า ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้รับประทานผักที่ปลูกด้วยระบบ NFT และ DFT จึงควรลดค่า EC ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเวลา 3 วันและควรเก็บผลผลิตผักในช่วงเย็น แต่ทั้งนี้ควรปรับหรือประยุกต์ให้เข้ากับความสะดวกในการจัดการด้านการตลาดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ. 2545.เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 4 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

อิทธิสุนทร นันทกิจ .2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponic).ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

มนูญ ศิรินุพงศ์ .2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติในประเทศไทย(Practical for Soilless Culture in Thailand).คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์.2534.ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soilless Culture) .พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์พรานนกการพิมพ์ 511/3 ถนนพรานนก บ้านช่างหล่อ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพ ฯ หน้า 1 – 9,78 – 110.

ไฉน ยอดเพชร .2542.พืชผักตระกูลครูซิเฟอร์.พิมพ์ครั้งที่ 2 .คณะเกษตรศาสตร์บางพระ จ.ชลบุรี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

อรุณรักษ์ พ่วงผล.พืชผักสวนครัวเสริมรายได้ .โรงพิมพ์อักษรไทย แขวงบางยี่ขัน กรุงเทพฯ

กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม .2531. อาชีพปลูกผัก (R กลุ่มรักเกษตร) พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์เอเชีย

จินดารัตน์ โพธิมามกะ . 2516 .การหาปริมาณความต้องการธาตุอาหารของผักบางชนิดจากปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่างๆ ของพืช. กรุงเทพ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มหนังสือเกษตร (AGRI BOOK GROUP).2525 .พิมพ์ครั้งที่ 1. หน้า 131 – 133, 234 – 235.

กองบรรณาธิการ "ฐานเกษตรกรรม" 2529. รวมเรื่องผัก.ฉบับพิเศษอันดับที่ 11 .หน้า 33 – 34 .

เกษม พิลึก.2524 .ผักกาดและผักกะหล่ำ(CRUCIFEROUS CROPS).หนังสือวิชาการพืชผัก (ผักฤดูหนาว เล่ม 1)ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 70.

นภดล เรียบเลิศหิรัญ.2528.การปลูกพืชไม่ใช้ดิน.พิมพ์ครั้งที่1,สำนักพิมพ์รั้วเขียว,โรงพิมพ์สหมิตร-พริ้นติ้ง.หน้า 84 – 91.

พรชัย จุฑามาศ และวิบูลย์ บุญส่งศรี.2531."การปลูกพืชปราศจากดิน" วารสารดินและปุ๋ย 10(2) หน้า92 – 96

Baker, J. M. and B. B. Tucker. 1971.Effects of rates of N and Pon the accumulation of NO_3– N in wheat, oats, rye and barley on different samping dates . Agron. J. 63:204-207

Bassioni, N.H. 1971. Temperature and Ph interactionin nitrate uptake. Plant and Soil. 35:445-448.

Breniman, L. and R. H. Hageman. 1969. Nitrate reduction in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol . 20:495-522.

Breteler, H. and A. L. Smith.1974. Effect of ammonium nutrition on uptake and metabolism of nitrate in wheat. Neth.J.Agric.Sci. 22:73-81.

Cantliffe, D.J. 1972a. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. J. Amer.Soc.Hort.Sci. 97:674-676.

Maynard, D.N.;A.V. Barker;P.L.Minotti and N.H. Peck.1972.Nitrate accumulation in vegetables. Adv.Agron.28:71-118.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maynard,D.N.and A.V.Barker.1972.Nitrate content of vegetable crops. HortScience. 7:224-226.

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

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

Boyer,C.Theodre.1983.Hydroponics.McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Tecnolog. New York.p 762 –765

Hewitt,E.J.1966 .Sand and Water culture methods uses in the study of plant mutrient. Common wealth Bureau Hort and plantation Crop Tech.Communication N .22 (Reviswd) Common – wealth Agric. Bureau, East Malling,Kent,U.K.

Ikeda,Hideo.1985.Soilless culture in Japan, Farming Japan .19(6):p 34 – 35

Kolbe. 1996.Foctors influencing the composition of potatoes.Part 4 Nitrate. Kartoffelbau. 47: 7, p 259 – 264

Drews,schonhof and Krumbein .1996.Nitrate ,vitamin C and sugar content of lettuce(Lactuca sativa) depending on cultivar and stage of head development.Gartenbauwissenschaft. 61: 3, 122 – 129 ;26 ref

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

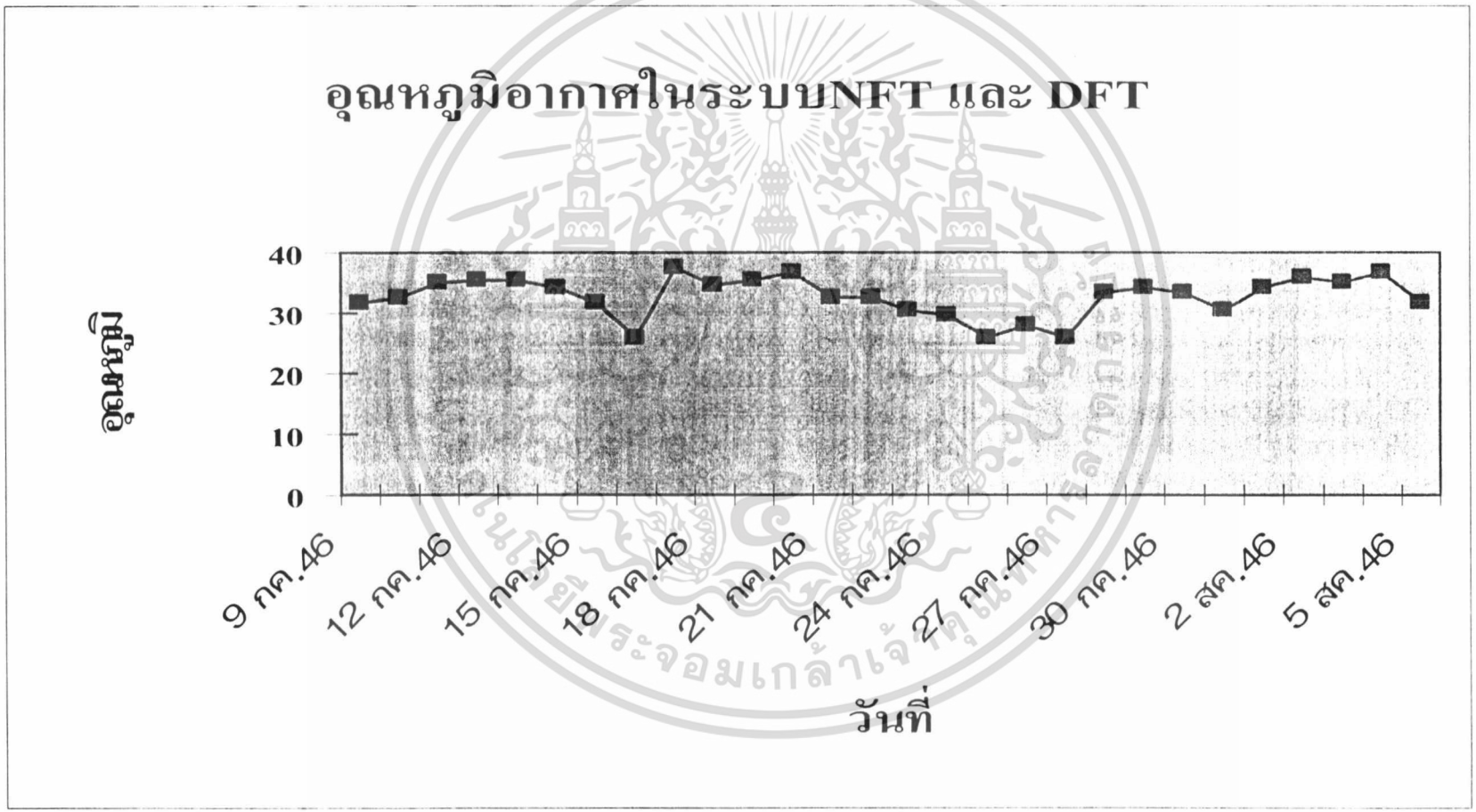
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงอุณหภูมิในโรงเรือนปลูกพืชระบบ NFT และ DFT (Crop 1)

วันที่	อุณหภูมิ	วันที่	อุณหภูมิ
9 กค.46	31.67	23 กค.46	30.50
10 กค.46	32.50	24 กค.46	29.67
11 กค.46	35.00	25 กค.46	26.00
12 กค.46	35.50	26 กค.46	28.00
13 กค.46	35.50	27 กค.46	25.67
14 กค.46	34.00	28 กค.46	33.50
15 กค.46	31.67	29 กค.46	34.00
16 คค.46	26.00	30 กค.46	33.50
17 กค.46	37.50	31 กค.46	30.50
18 กค.46	34.50	1 สค.46	34.00
19 กค.46	35.50	2 สค.46	36.00
20 กค.46	36.50	3 สค.46	35.00
21 กค.46	32.50	4 สค.46	36.50
22 กค.46	32.500	5 สค.46	31.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

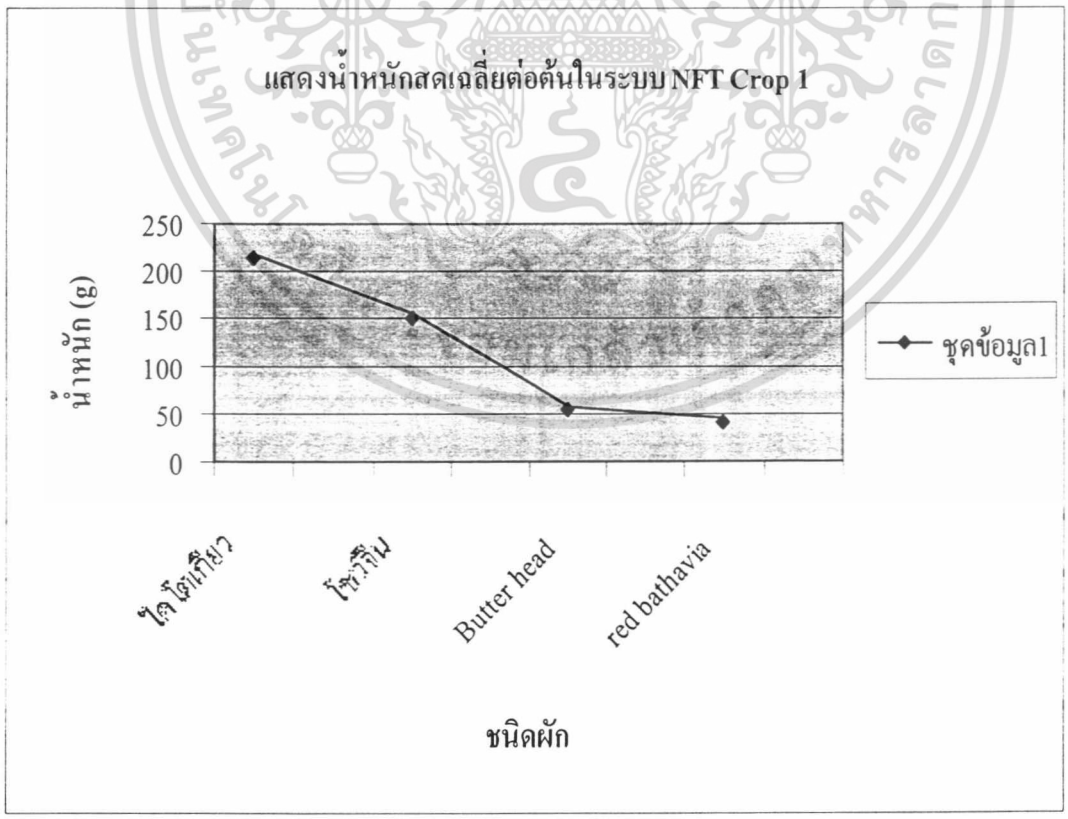
กราฟที่ 1 แสดงอุณหภูมิของอากาศในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)



ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	3	640.66	213.55
T2	โชว์จีน	5	750.03	150.01
T3	Butter head	3	160.08	53.36
T4	Red Bathavia	3	124.43	41.48

กราฟที่ 2 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)

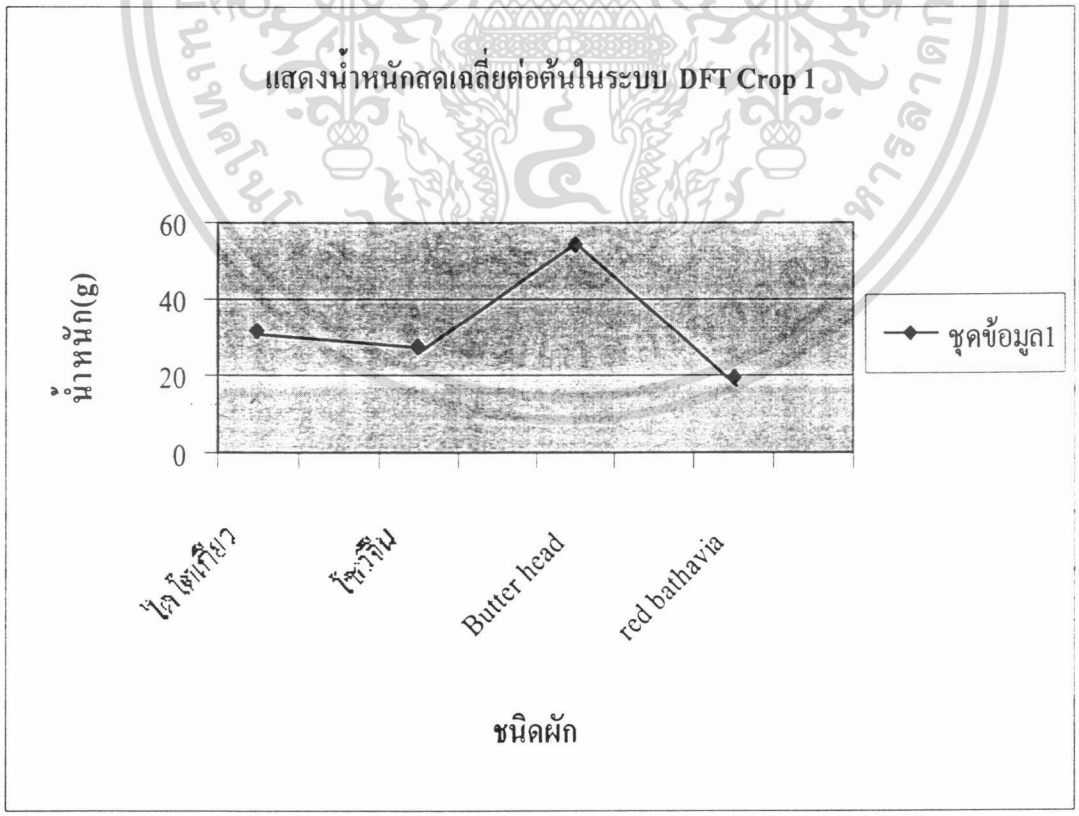


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	11	342.9	31.17
T6	โชว์จีน	14	386.27	27.59
T7	Butter head	3	162.46	54.15
T8	Red Bathavia	4	78.19	19.55

กราฟที่ 3 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)

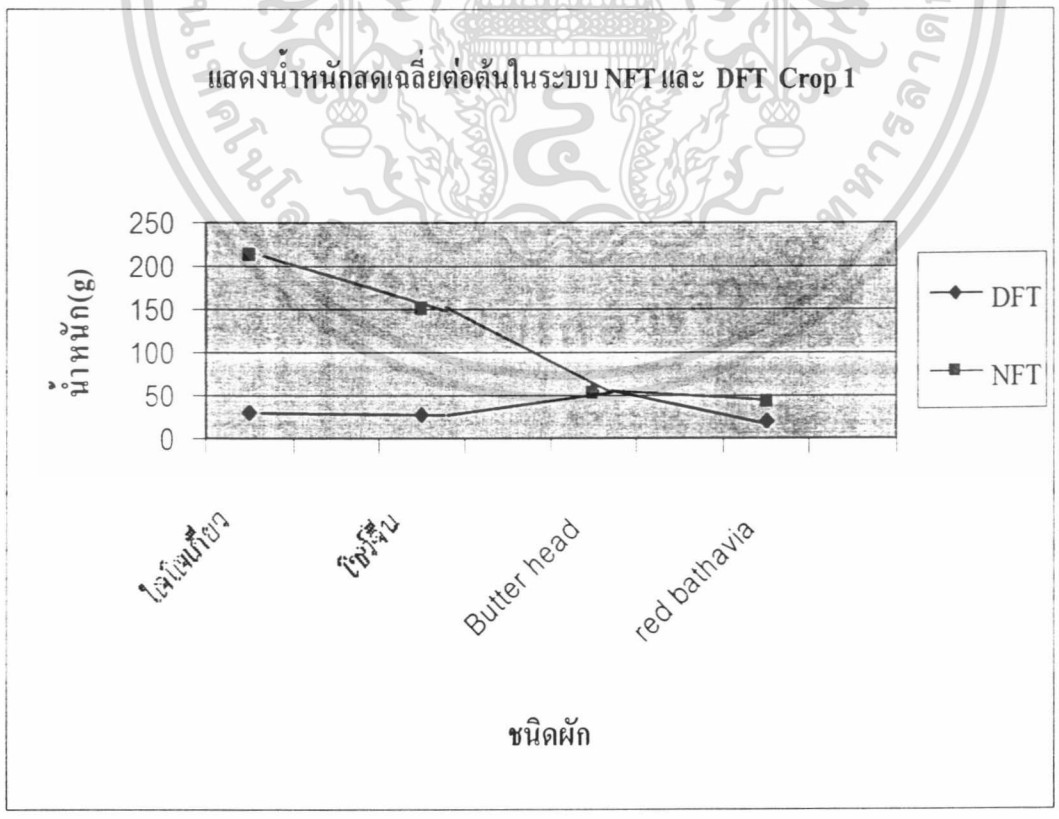


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)

ชนิดผัก	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	213.55	31.17
โชว์จีน	150.01	27.59
Buttet head	53.36	54.15
Red bathavia	41.48	19.55

กราฟที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)

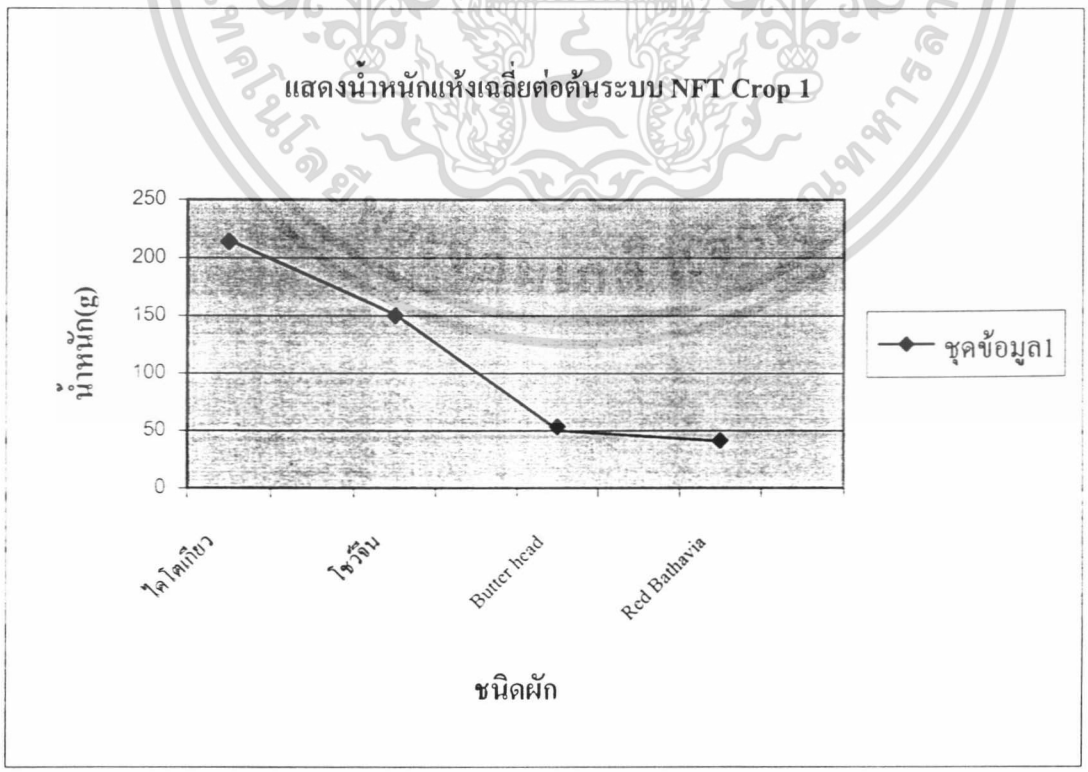


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	3	640.66	213.55
T2	โชว์จีน	5	750.03	150.01
T3	Butter head	3	160.08	53.36
T4	Red Bathavia	3	124.43	41.48

กราฟที่ 5 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT (Crop 1)

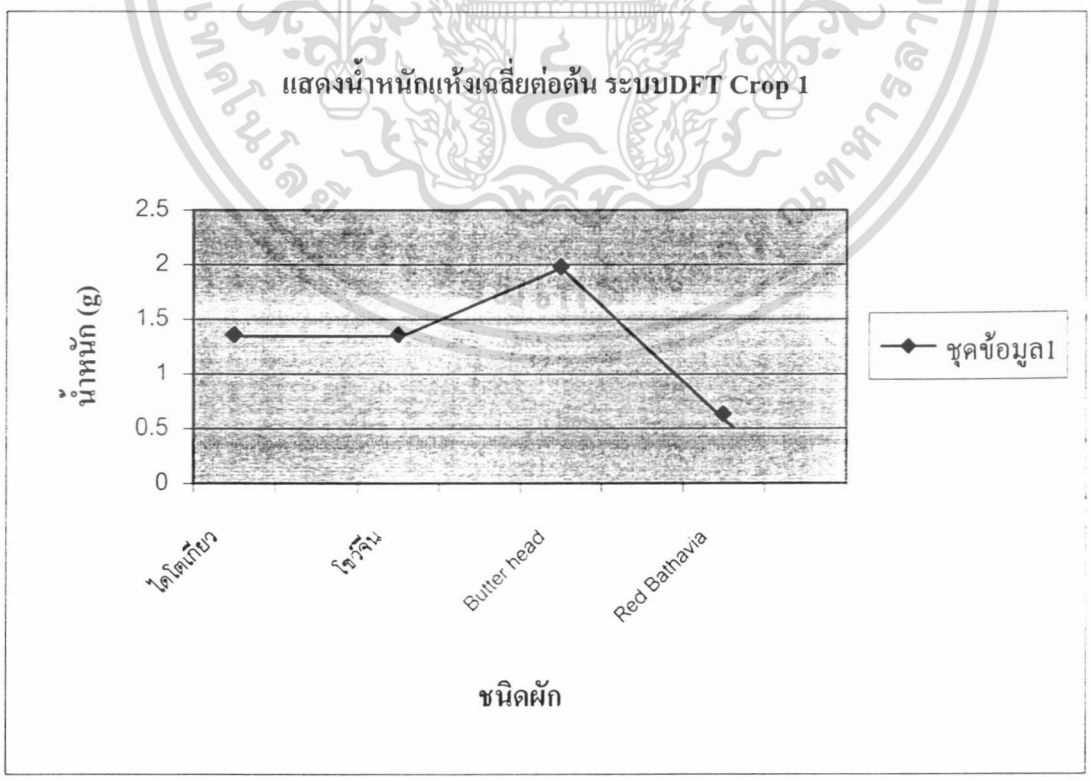


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไคโตเกียว	11	14.91	1.36
T6	โชว์จีน	14	19.04	1.36
T7	Butter head	3	5.94	1.98
T8	Red Bathavia	4	2.51	0.63

กราฟที่ 6 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT (Crop 1)

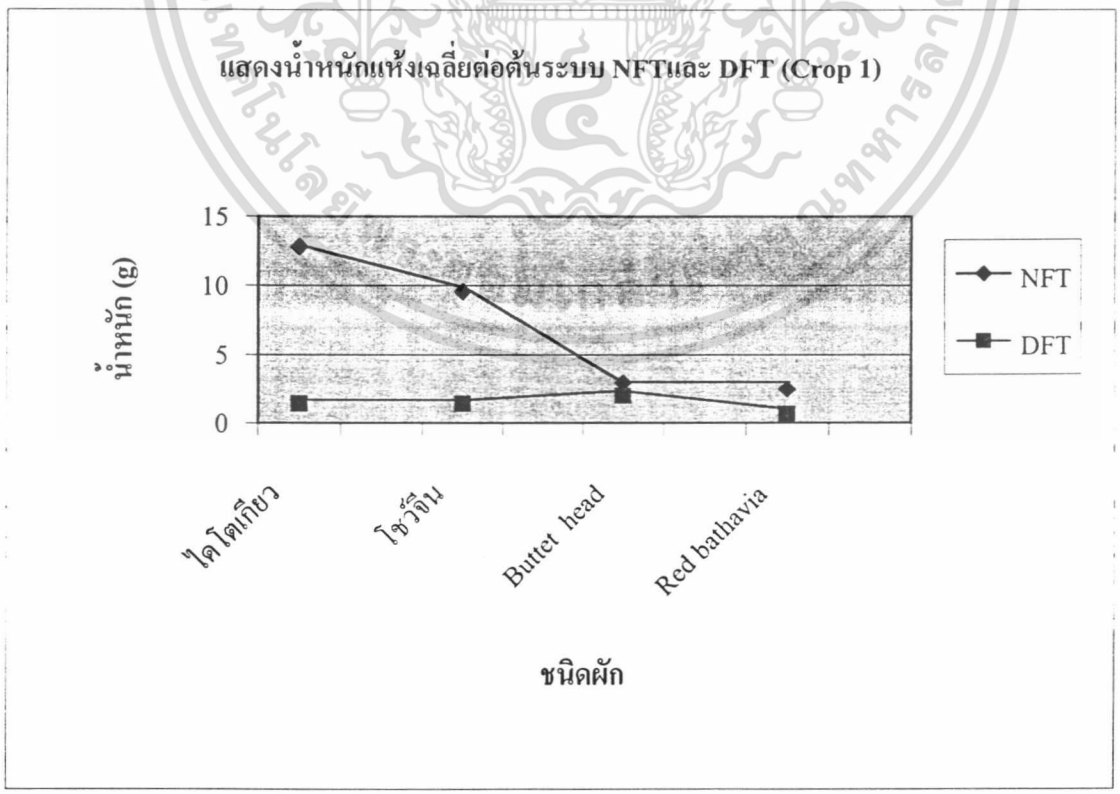


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)

ชนิดผัก	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	12.81	1.36
โชว์จีน	9.57	1.36
Buttet head	2.93	1.98
Red bathavia	2.44	0.63

กราฟที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT (Crop 1)



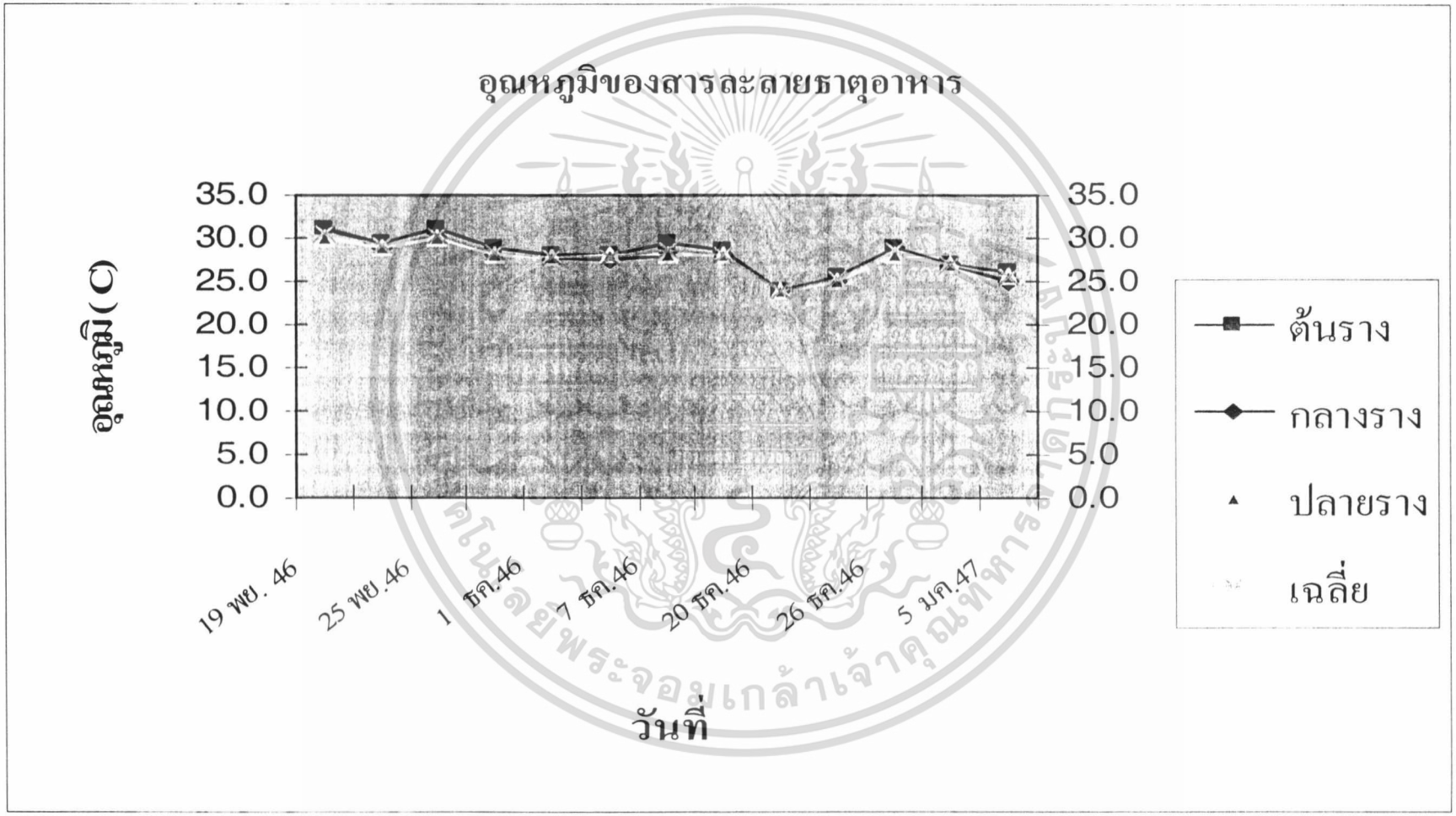
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ NFT (Crop 2)

วันที่	ต้นราง	กลางราง	ปลายราง	เฉลี่ย
19 พย. 46	31.0	31.0	30.0	30.7
22 พย.46	29.5	29.0	29.0	29.2
25 พย.46	31.0	30.0	30.0	30.3
28 พย.46	29.0	28.0	28.0	28.3
1 ธค.46	28.0	27.8	27.8	27.9
4 ธค.46	28.0	27.5	28.0	27.8
7 ธค.46	29.5	28.0	28.0	28.5
10 ธค.46	28.5	28.0	28.0	28.2
20 ธค.46	24.0	24.0	24.0	24.0
23 ธค.46	25.5	25.0	25.0	25.2
26 ธค.46	29.0	29.0	28.0	28.7
29 ธค.46	27.0	27.0	27.0	27.0
5 มค.47	26.0	25.0	25.5	25.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 8 แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ NFT (Crop 2)



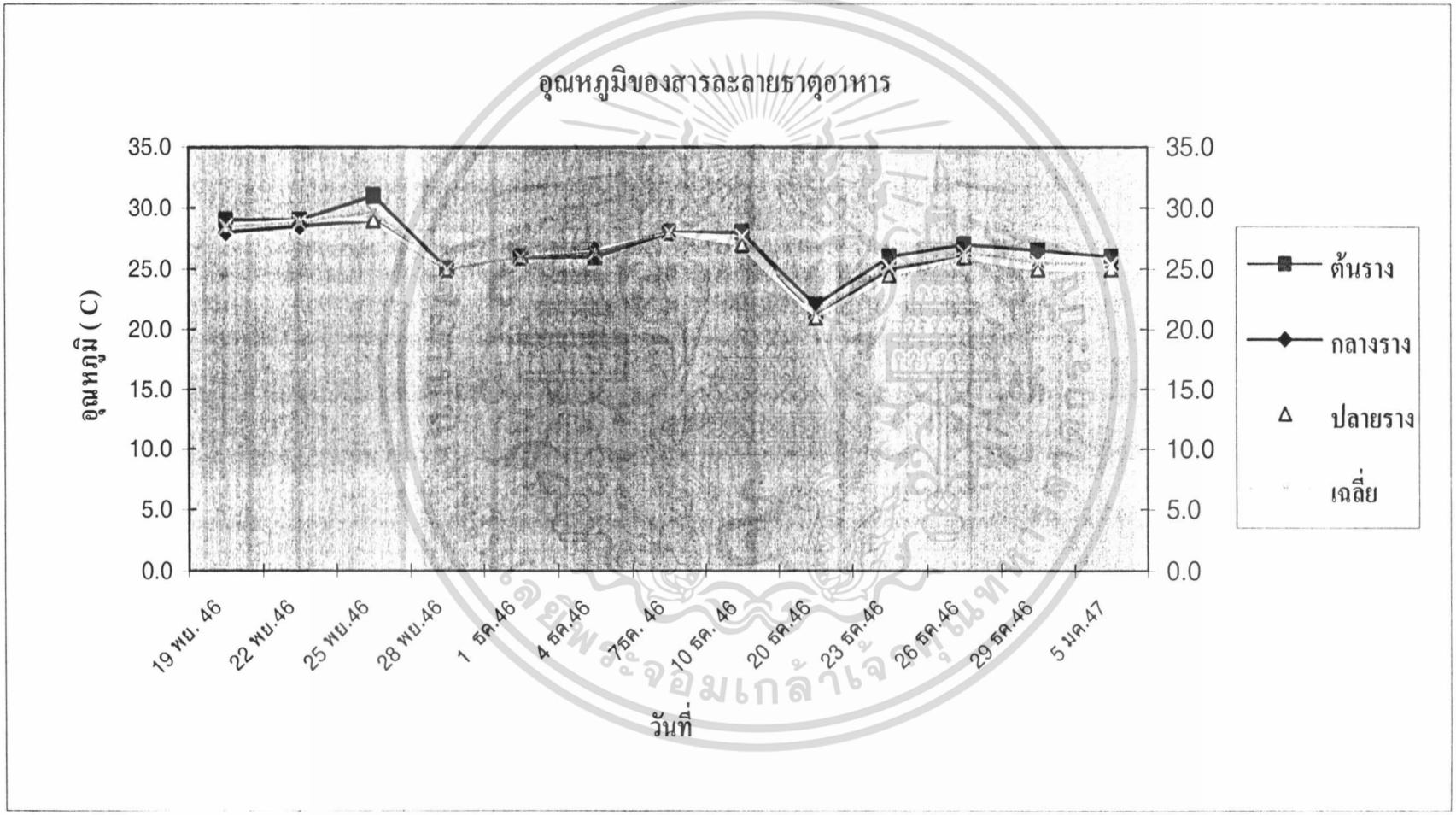
ตารางที่ 12 แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ DFT (Crop 2)

วันที่	ต้นราง	กลางราง	ปลายราง	เฉลี่ย
19 พย. 46	29.0	28.0	28.5	28.5
22 พย.46	29.0	28.5	29.0	28.8
25 พย.46	31.0	29.0	29.0	29.7
28 พย.46	25.0	25.0	25.0	25.0
1 ธค.46	26.0	26.0	26.0	26.0
4 ธค.46	26.0	26.5	26.5	26.3
7ธค. 46	28.0	28.0	28.0	28.0
10 ธค. 46	28.0	28.0	27.0	27.7
20 ธค.46	22.0	21.0	21.0	21.3
23 ธค.46	26.0	25.0	24.5	25.2
26 ธค.46	27.0	26.0	26.0	26.3
29 ธค.46	26.5	25.0	25.0	25.5
5 มค.47	26.0	25.0	25.0	25.3

หมายเหตุ สารละลายธาตุอาหารจะไหลเข้าทางต้นรางและไหลออกทางปลายราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 9 แสดงอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารในระบบ DFT (Crop 2)

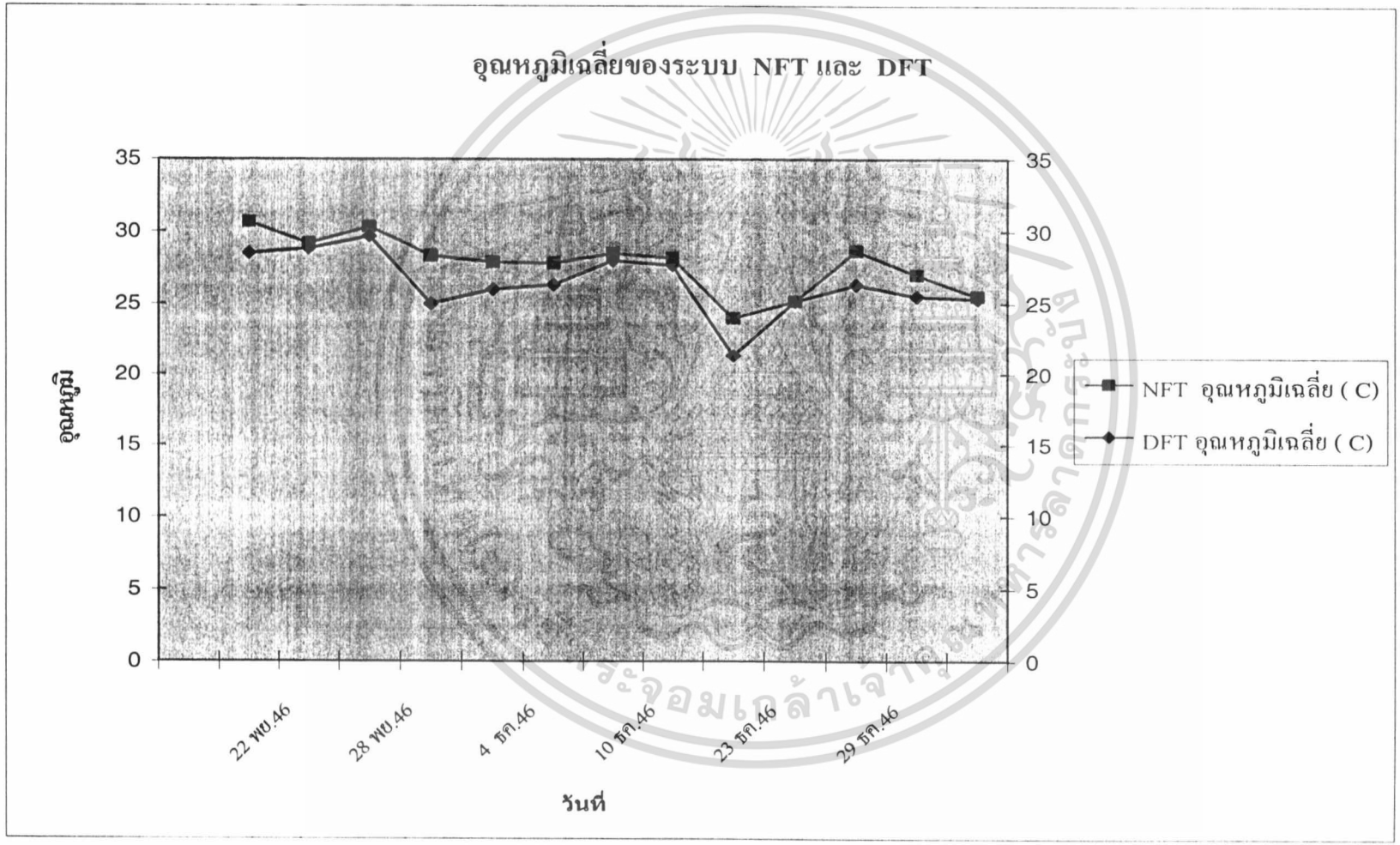


ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในระบบ NFT และ DFT (Crop 2)

วันที่	NFT อุณหภูมิเฉลี่ย (C)	DFT อุณหภูมิเฉลี่ย (C)
19 พย. 46	30.7	28.5
22 พย.46	29.2	28.8
25 พย.46	30.3	29.7
28 พย.46	28.3	25.0
1 ธค.46	27.9	26.0
4 ธค.46	27.8	26.3
7 ธค.46	28.5	28.0
10 ธค.46	28.2	27.7
20 ธค.46	24.0	21.3
23 ธค.46	25.2	25.2
26 ธค.46	28.7	26.3
29 ธค.46	27.0	25.5
5 มค.47	25.5	25.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

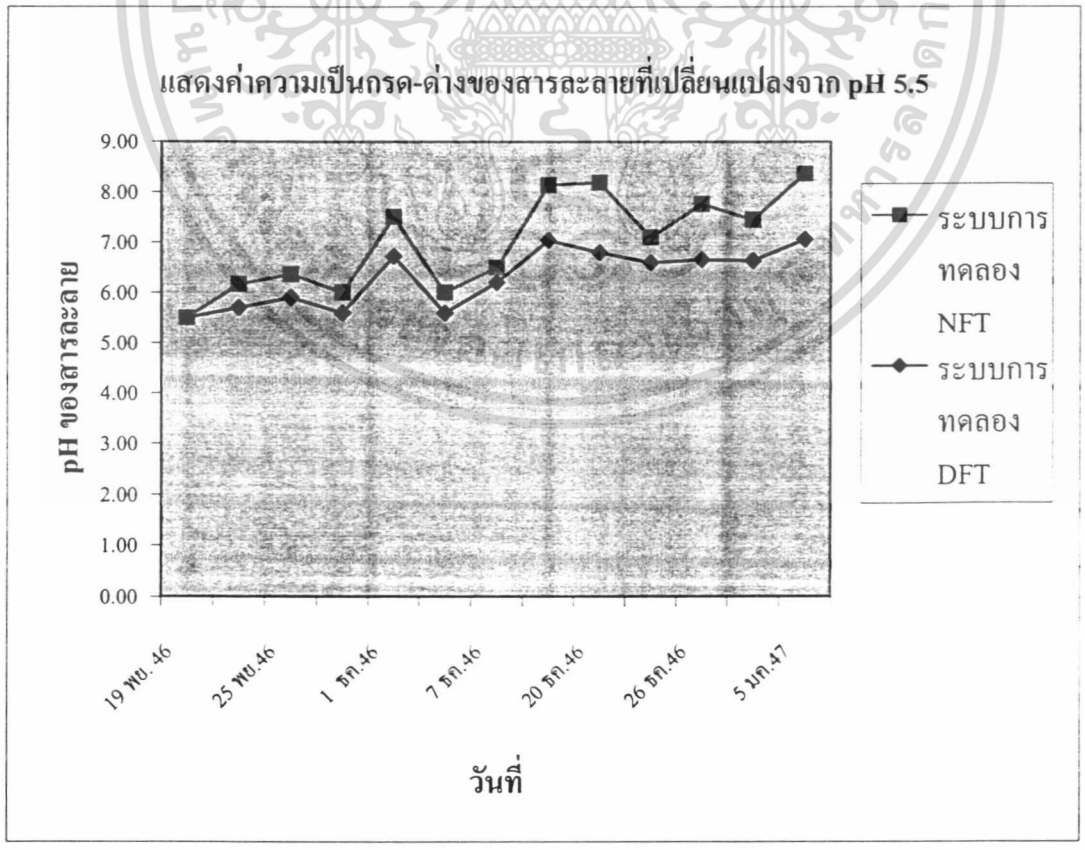
กราฟที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในระบบ NFT และ DFT (Crop 2)



ตารางที่ 14 แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงจาก pH 5.5 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)

วันที่	ระบบการทดลอง		วันที่	ระบบการทดลอง	
	NFT	DFT		NFT	DFT
19 พย. 46	5.50	5.50	10 ธค.46	8.13	7.04
22 พย.46	6.16	5.70	20 ธค.46	8.18	6.80
25 พย.46	6.36	5.90	23 ธค.46	7.10	6.60
28 พย.46	6.00	5.60	26 ธค.46	7.76	6.66
1 ธค.46	7.50	6.72	29 ธค.46	7.45	6.64
4 ธค.46	6.00	5.60	5 มค.47	8.36	7.06
7 ธค.46	6.50	6.20			

กราฟที่ 11 แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงจาก pH 5.5 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)

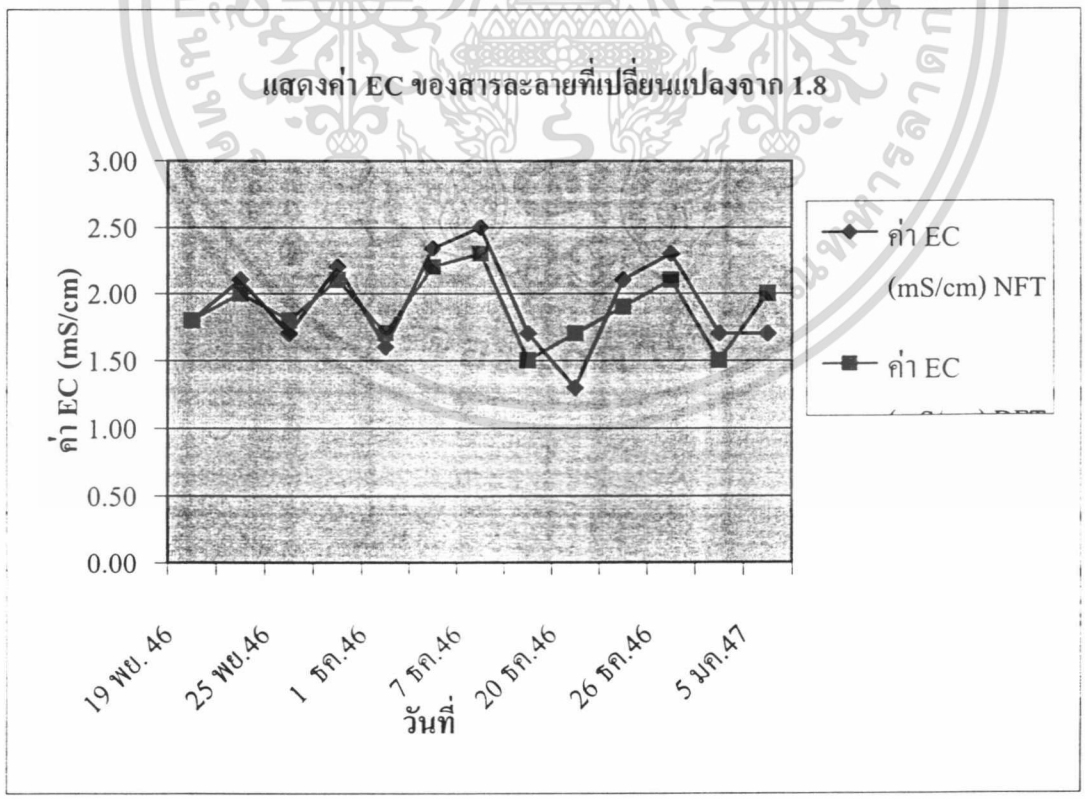


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า EC ในสารละลายธาตุอาหารจากค่า 1.8 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)

วันที่	ค่า EC (mS/cm)		วันที่	ค่า EC (mS/cm)	
	NFT	DFT		NFT	DFT
19 พย. 46	1.80	1.80	10 ธค.46	1.70	1.50
22 พย.46	2.10	2.00	20 ธค.46	1.30	1.70
25 พย.46	1.70	1.80	23 ธค.46	2.10	1.90
28 พย.46	2.20	2.10	26 ธค.46	2.30	2.10
1 ธค.46	1.60	1.70	29 ธค.46	1.70	1.50
4 ธค.46	2.34	2.20	5 มค.47	1.70	2.00
7 ธค.46	2.50	2.30			

กราฟที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า EC ในสารละลายธาตุอาหารจากค่า 1.8 ในระบบ NFT และระบบ DFT (Crop 2)

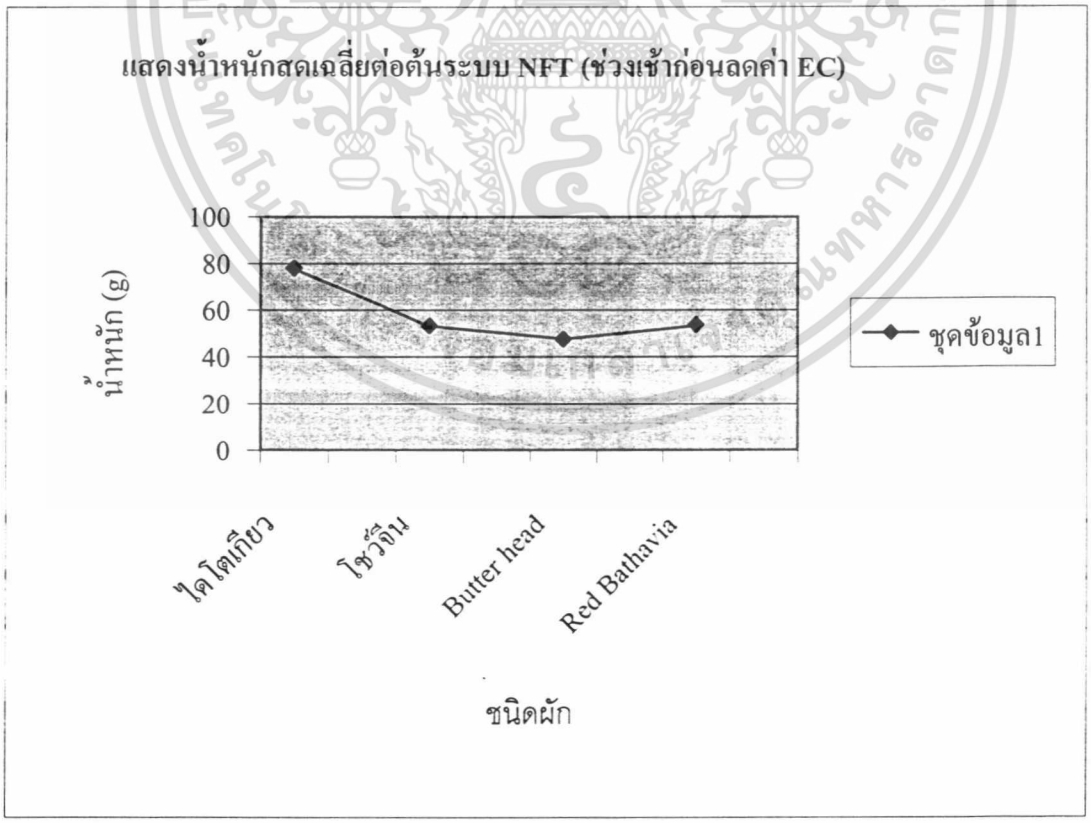


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	4	312.14	78.04
T2	โชว์จีน	5	266.42	53.28
T3	Butter head	1	47.49	47.49
T4	Red Bathavia	1	53.68	53.68

กราฟที่ 13 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

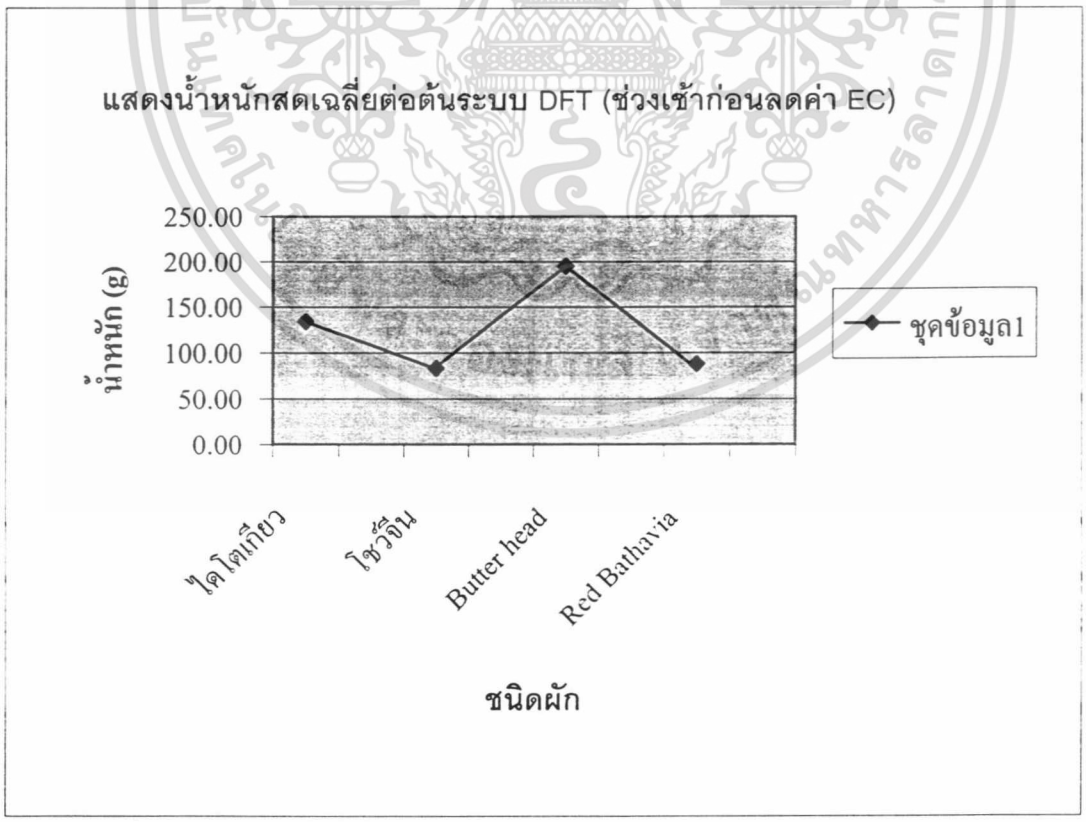


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	401.46	133.82
T6	โชว์จีน	5	416.67	83.33
T7	Butter head	1	195.31	195.31
T8	Red Bathavia	1	87.90	87.90

กราฟที่ 14 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

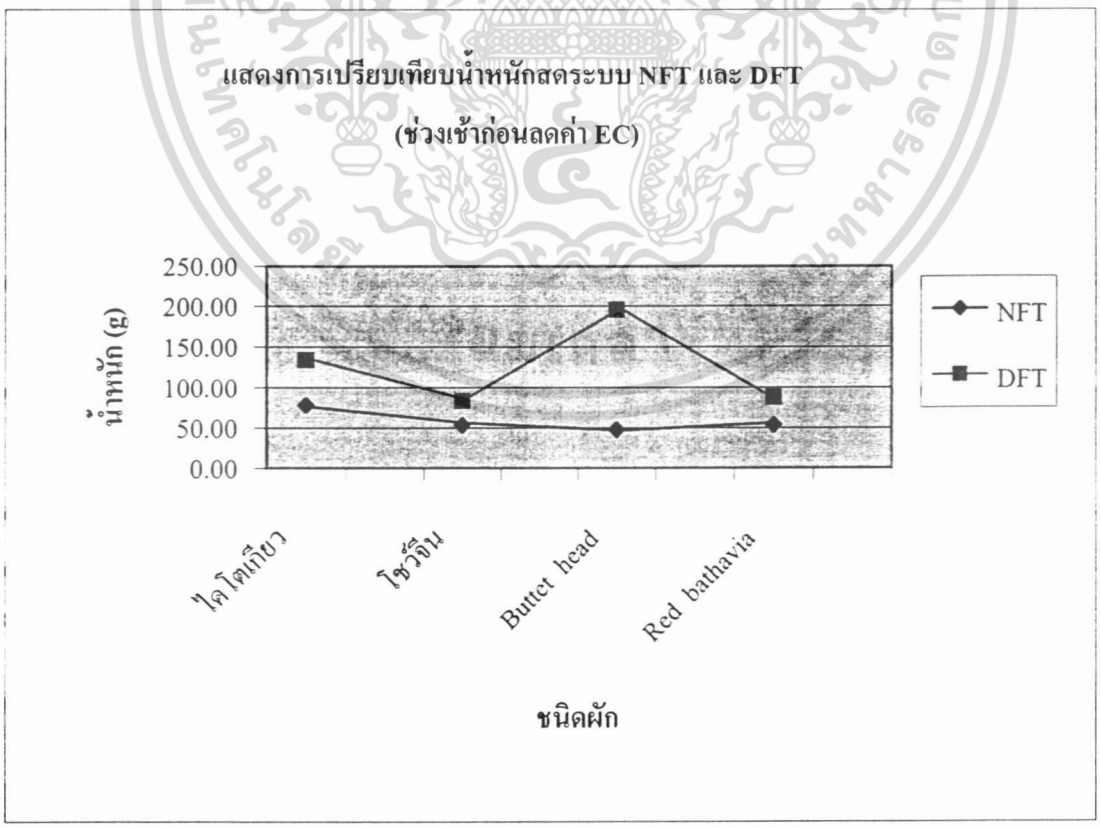


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	78.04	133.82
โชว์จีน	53.28	83.33
Buttet head	47.49	195.31
Red bathavia	53.68	87.90

กราฟที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)

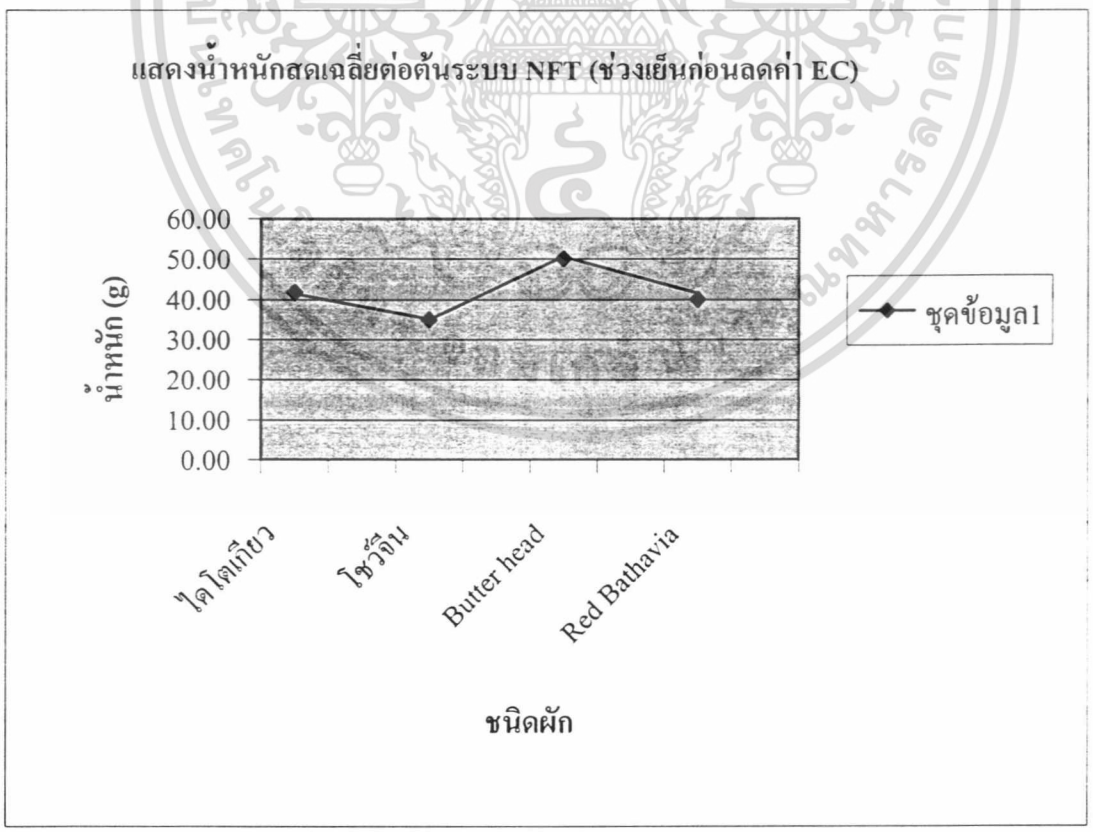


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	6	250.00	41.67
T2	โชว์จีน	4	140.00	35.00
T3	Butter head	1	50.00	50.00
T4	Red Bathavia	1	40.00	40.00

กราฟที่ 16 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

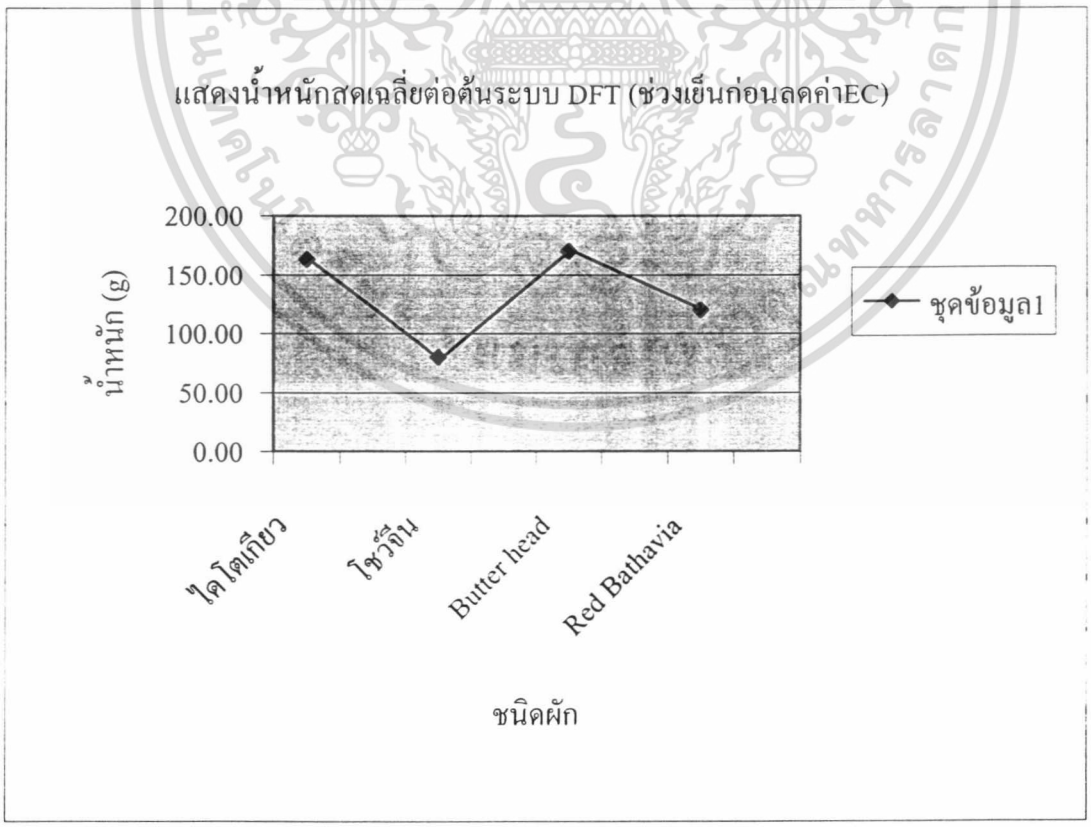


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	490.00	163.33
T6	โซว์จีน	5	400.00	80.00
T7	Butter head	1	170.00	170.00
T8	Red Bathavia	1	120.00	120.00

กราฟที่ 17 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

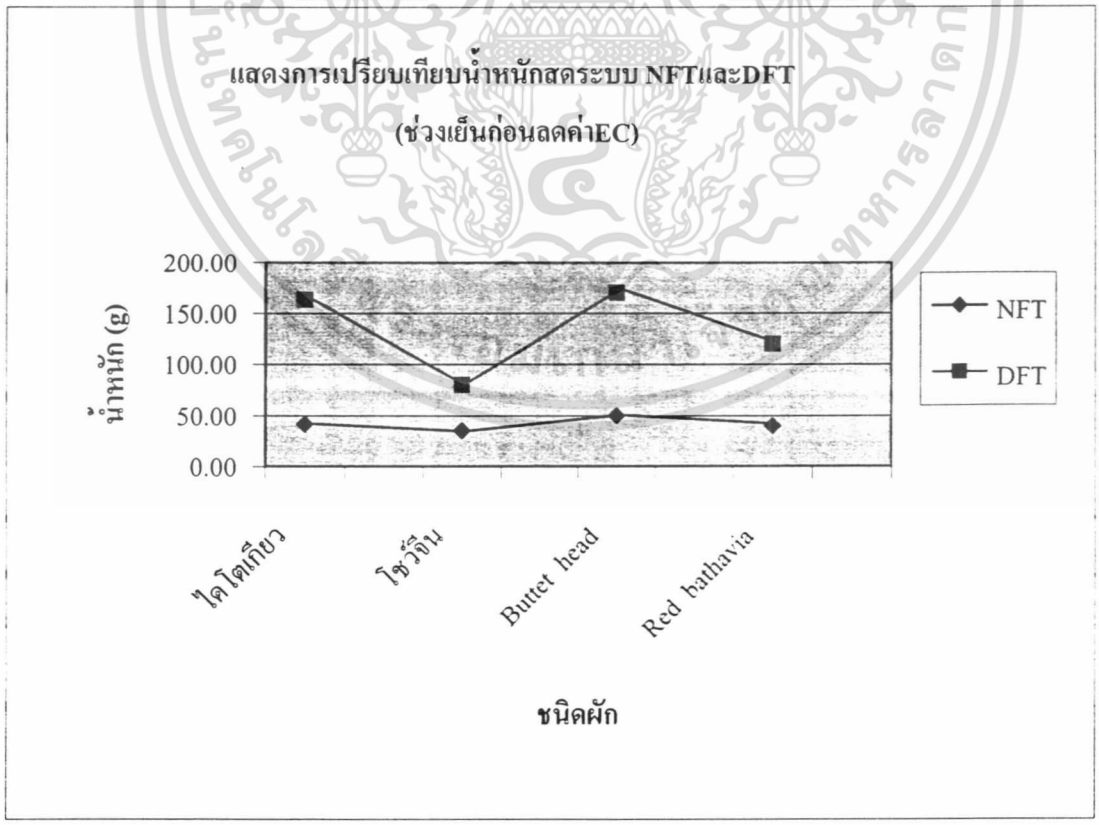


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	41.67	163.33
โชว์จีน	35.00	80.00
Buttet head	50.00	170.00
Red bathavia	40.00	120.00

กราฟที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)

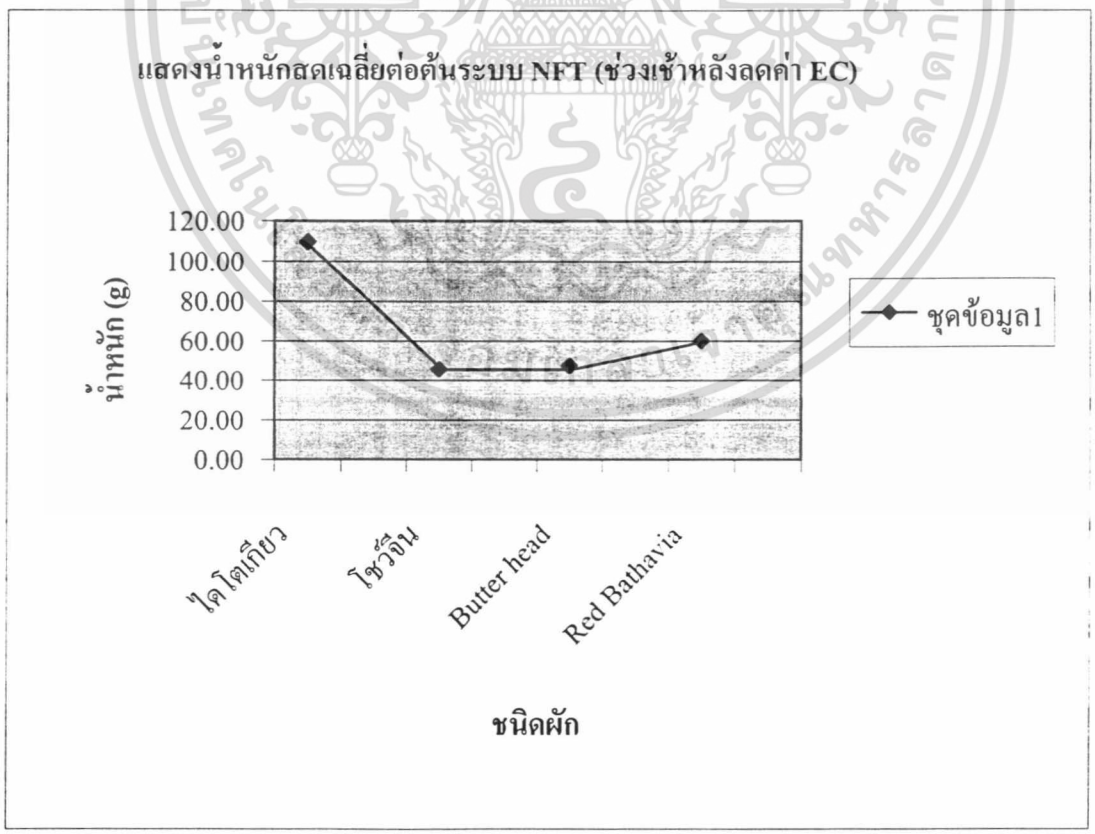


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	3	329.32	109.77
T2	โชว์จีน	6	274.41	45.74
T3	Butter head	1	47.50	47.50
T4	Red Bathavia	1	60.00	60.00

กราฟที่ 19 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

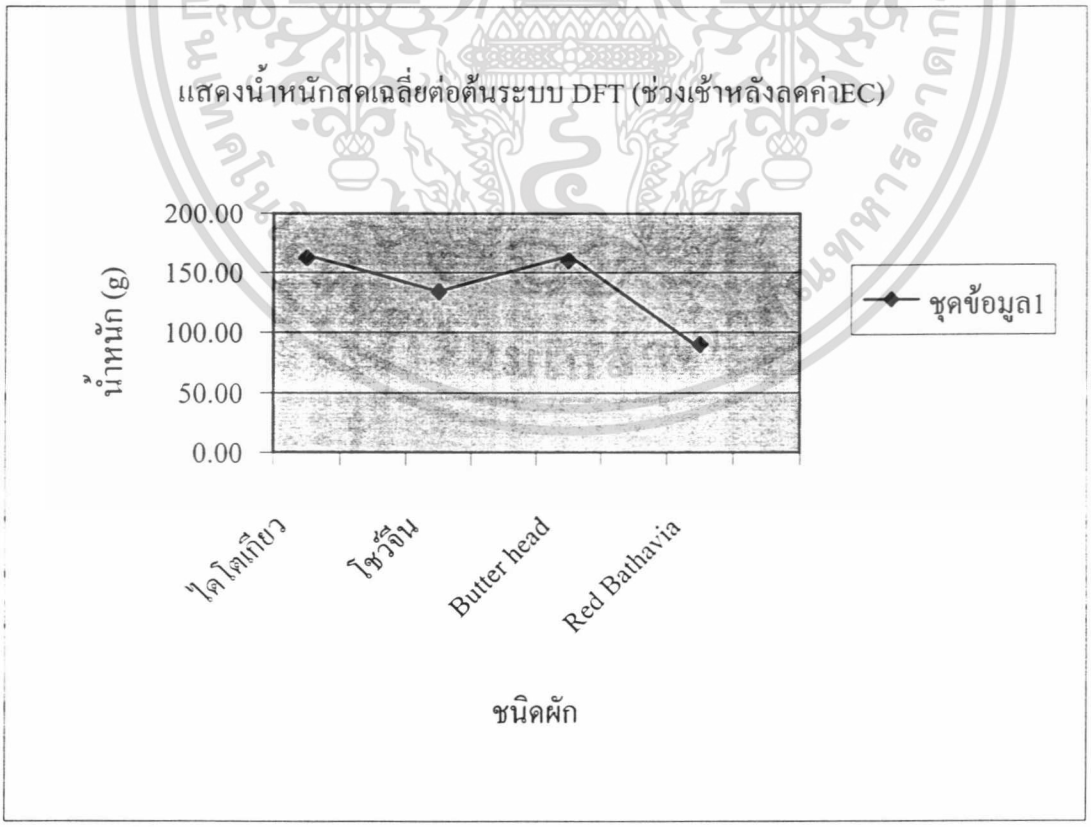


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	486.46	162.15
T6	โชว์จีน	4	535.06	133.77
T7	Butter head	1	160.00	160.00
T8	Red Bathavia	1	90.00	90.00

กราฟที่ 20 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

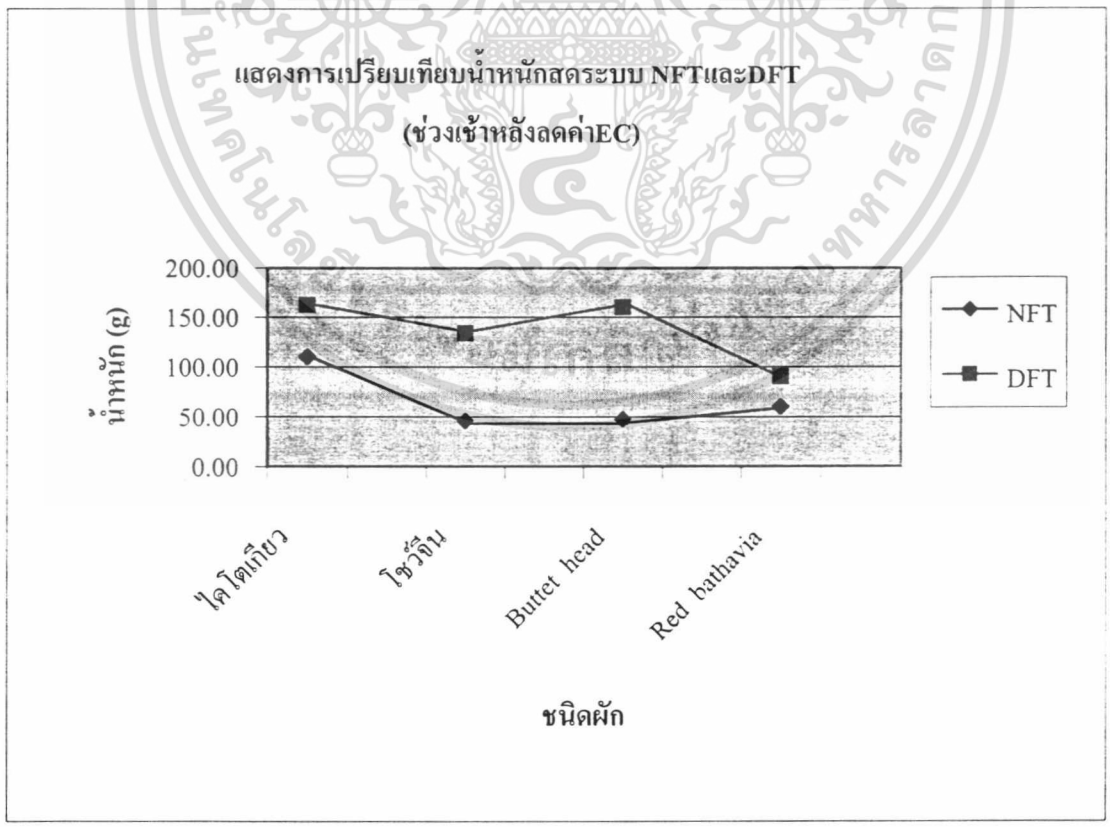


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไคโตเกียว	109.77	162.15
โชว์จีน	45.74	133.77
Buttet head	47.50	160.00
Red bathavia	60.00	90.00

กราฟที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)

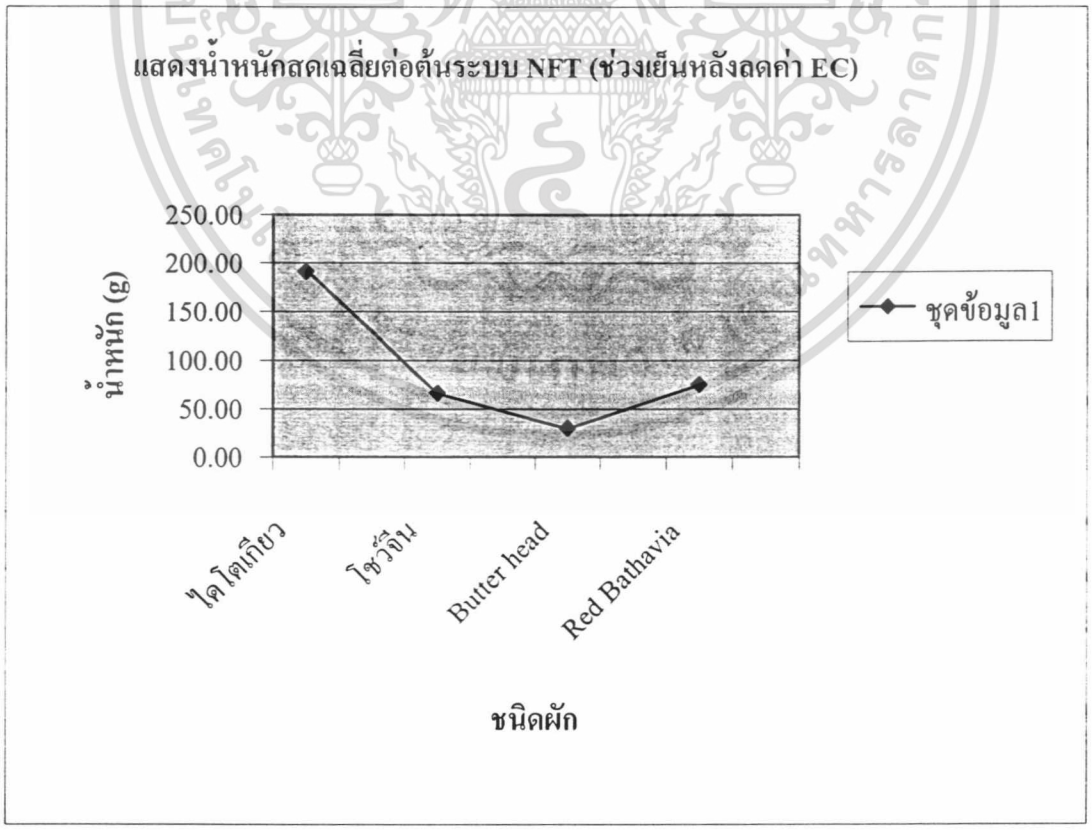


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	2	382.13	191.07
T2	โชว์จีน	5	330.67	66.13
T3	Butter head	1	30.00	30.00
T4	Red Bathavia	1	75.00	75.00

กราฟที่ 22 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

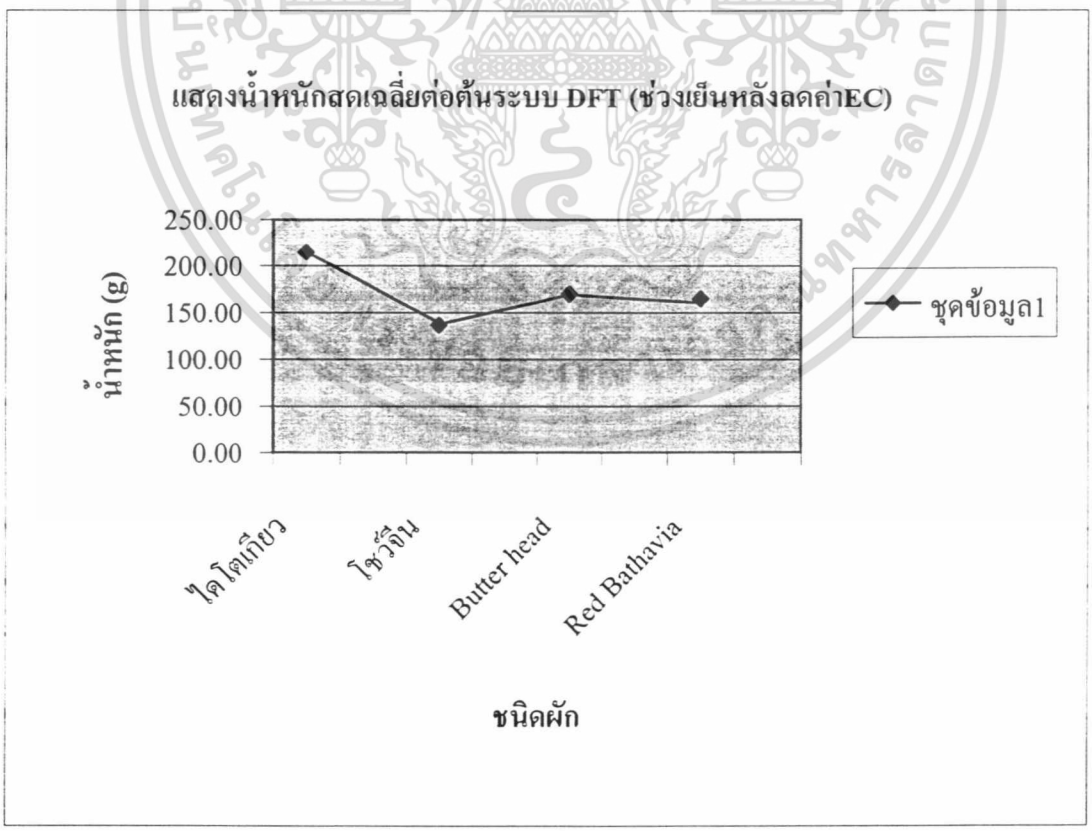


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.สดรวม(g)	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	644.22	214.74
T6	โชว์จีน	4	546.83	136.71
T7	Butter head	1	170.00	170.00
T8	Red Bathavia	1	165.00	165.00

กราฟที่ 23 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

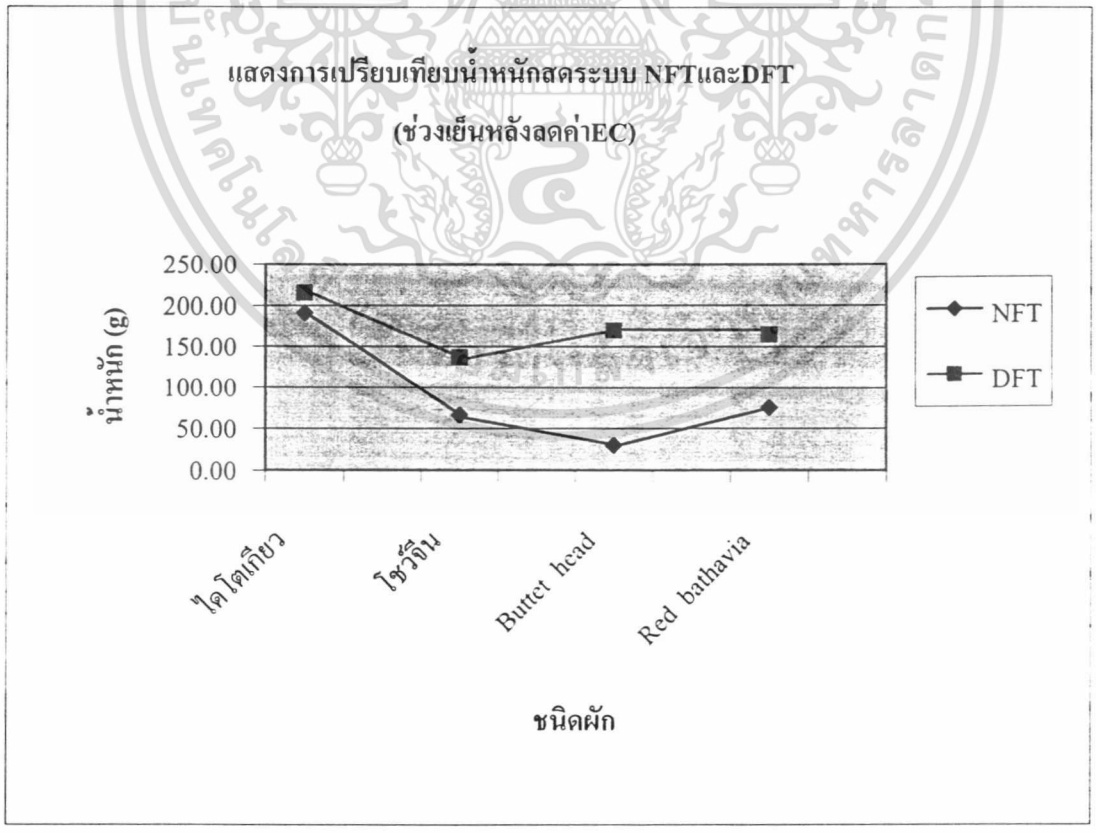


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.สดเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	191.07	214.74
โชว์จีน	66.13	136.71
Buttet head	30.00	170.00
Red bathavia	75.00	165.00

กราฟที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)

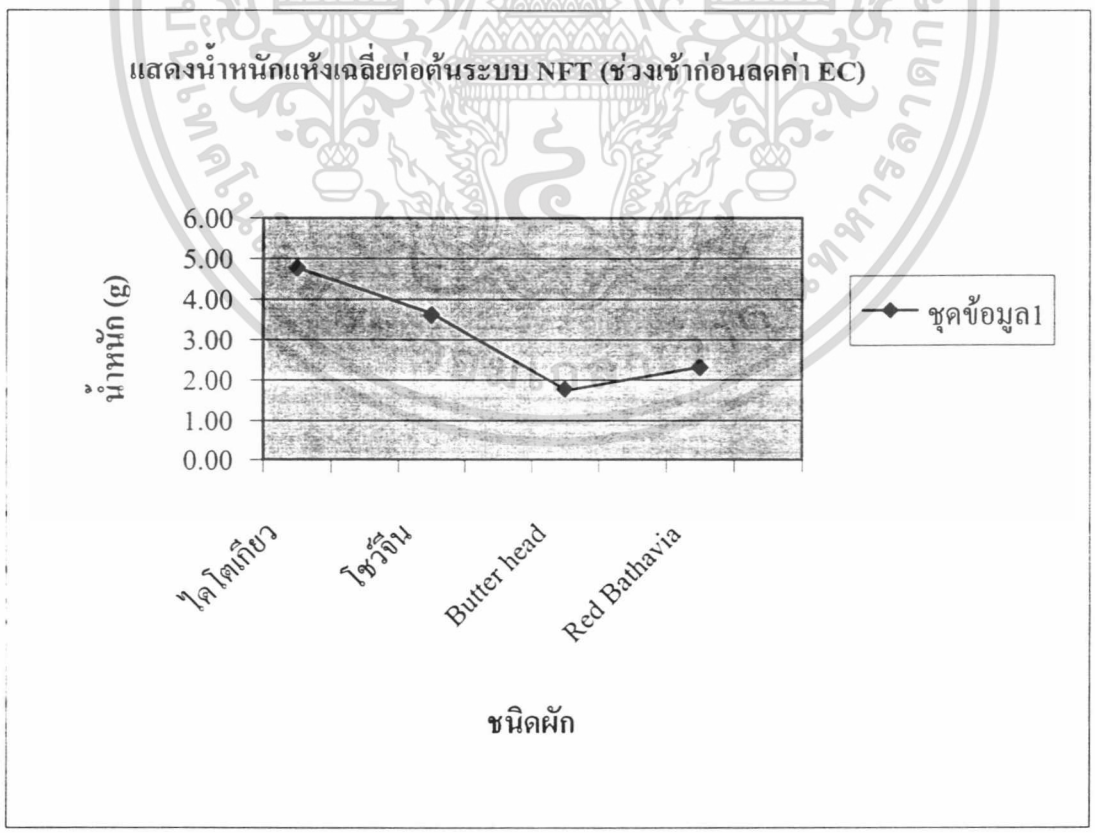


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	4	19.09	4.77
T2	โชว์จีน	5	18.03	3.61
T3	Butter head	1	1.78	1.78
T4	Red Bathavia	1	2.31	2.31

กราฟที่ 25 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

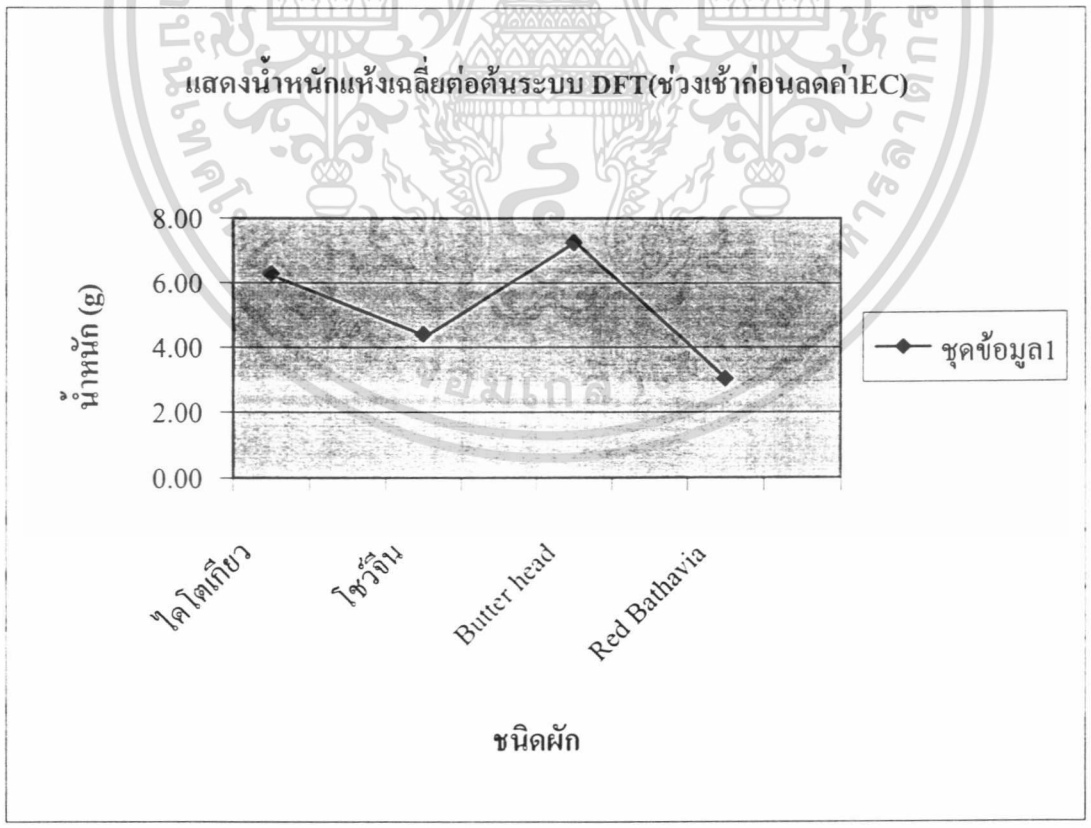


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	18.86	6.28
T6	โชว์จีน	5	21.99	4.40
T7	Butter head	1	7.26	7.26
T8	Red Bathavia	1	3.04	3.04

กราฟที่ 26 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop 2)

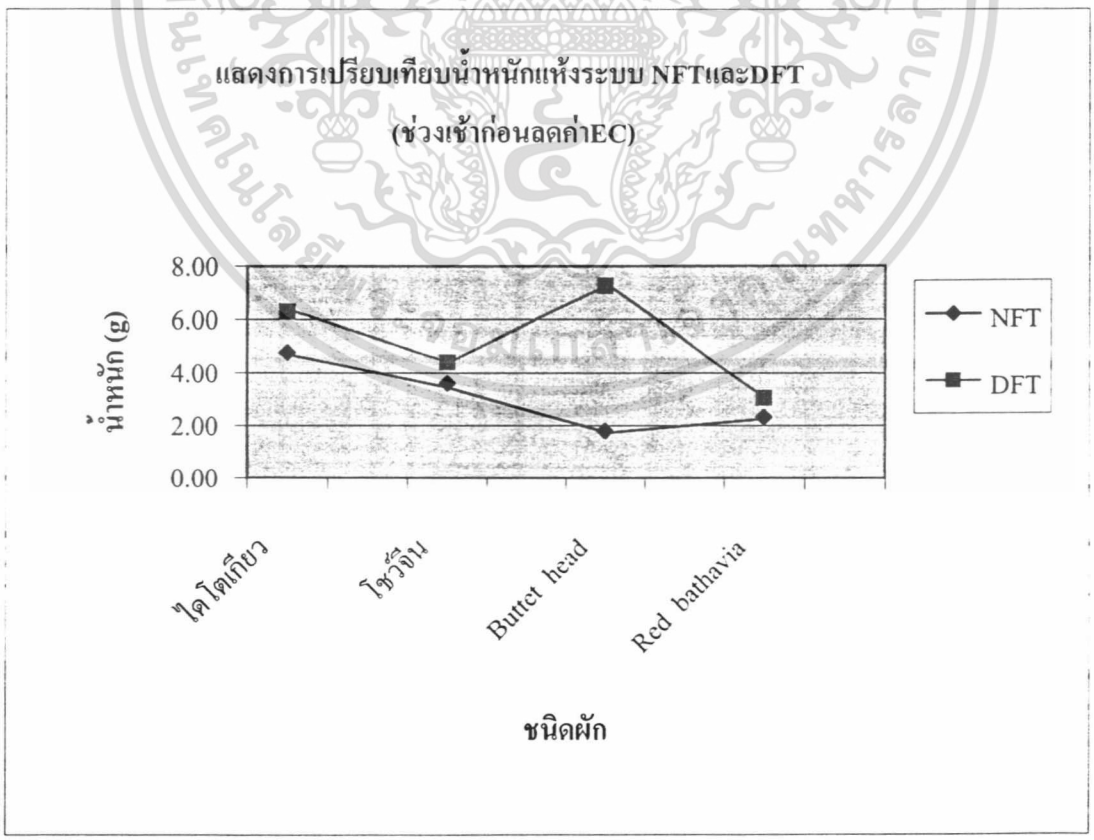


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	4.77	6.28
โชว์จีน	3.61	4.40
Buttet head	1.78	7.26
Red bathavia	2.31	3.04

กราฟที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC(Crop2)

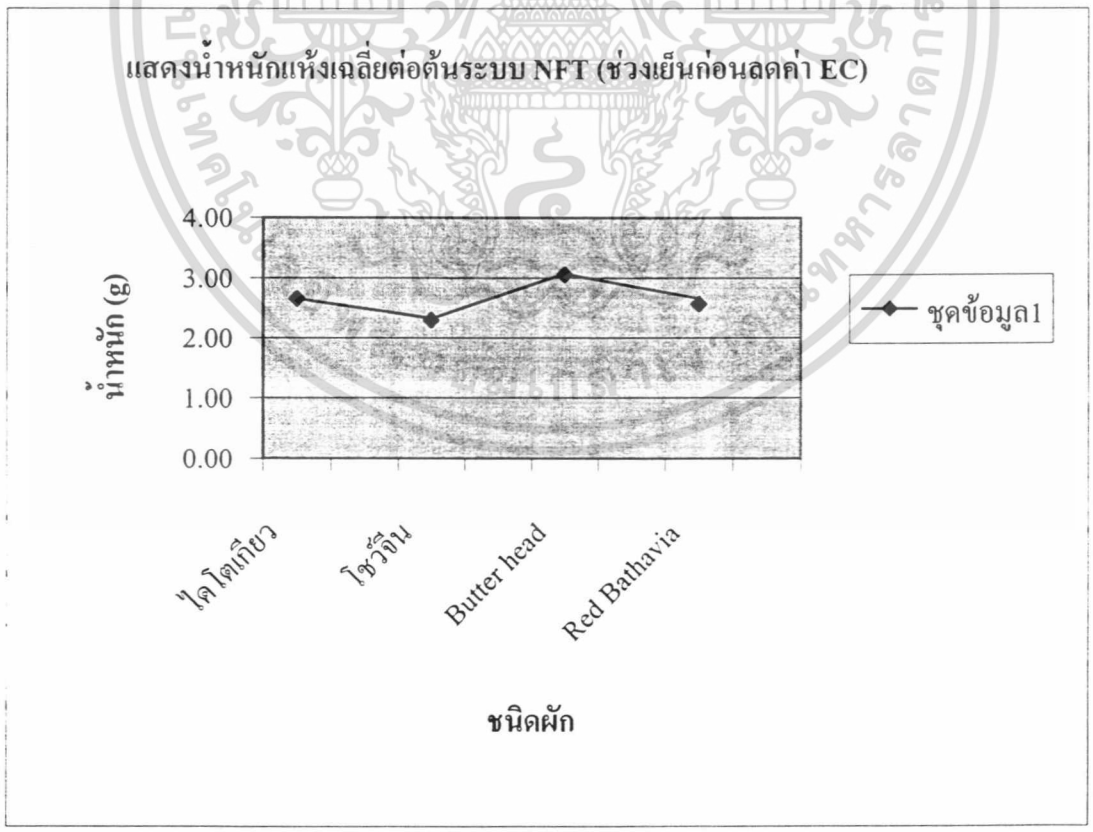


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	6	15.92	2.65
T2	โชว์จีน	4	9.15	2.29
T3	Butter head	1	3.05	3.05
T4	Red Bathavia	1	2.56	2.56

กราฟที่ 28 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

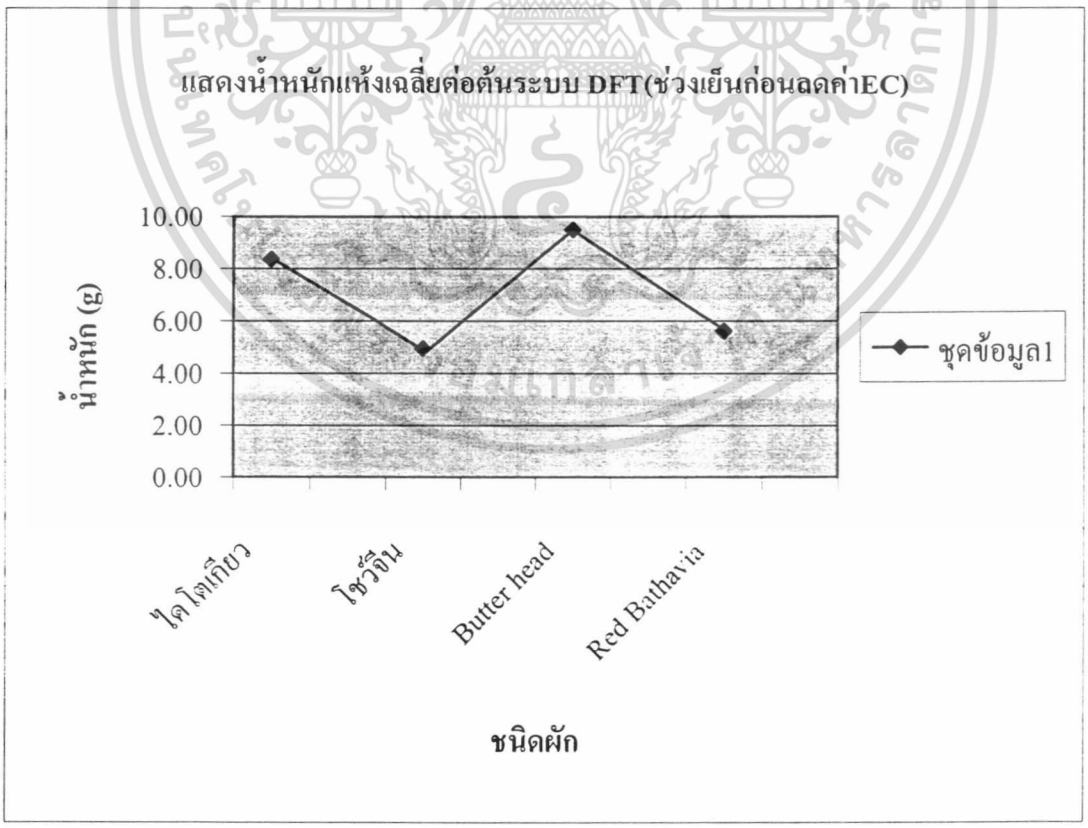


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	25.05	8.35
T6	โชว์จีน	5	24.82	4.96
T7	Butter head	1	9.49	9.49
T8	Red Bathavia	1	5.62	5.62

กราฟที่ 29 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

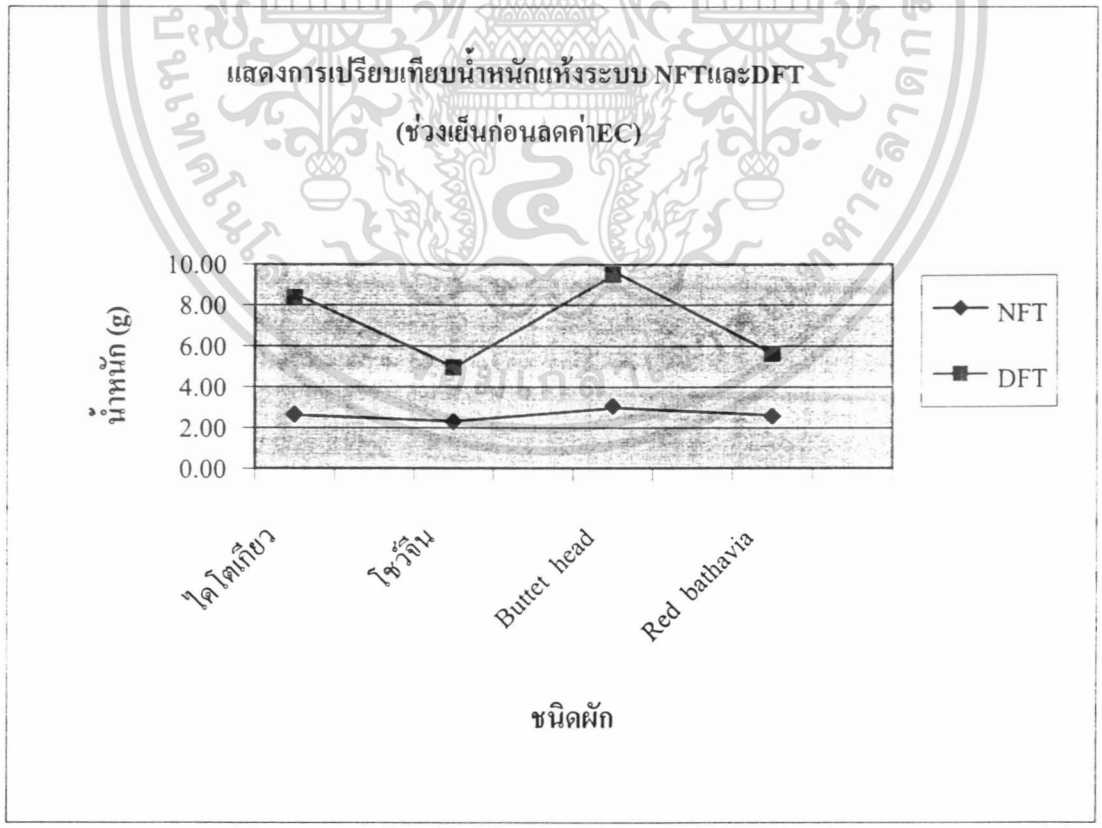


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	2.65	8.35
โชว์จีน	2.29	4.96
Buttet head	3.05	9.49
Red bathavia	2.56	5.62

กราฟที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)

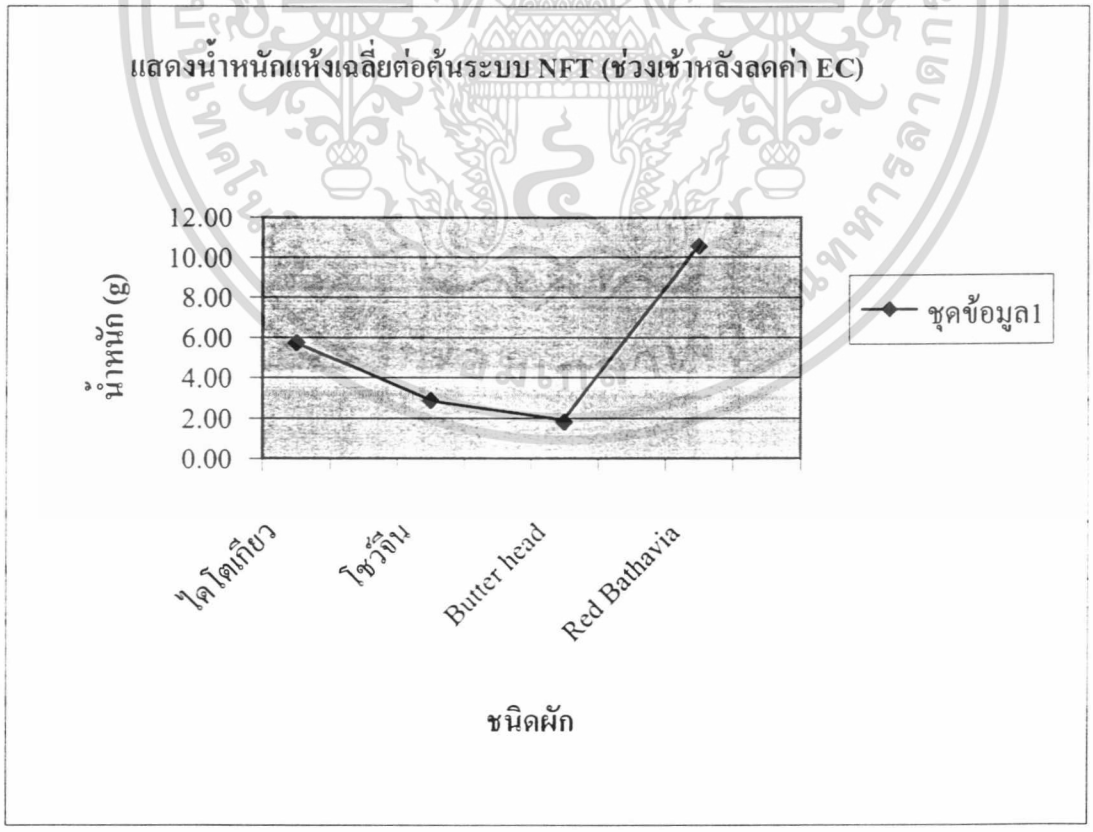


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	3	17.16	5.72
T2	โชว์จีน	6	17.15	2.86
T3	Butter head	1	1.80	1.80
T4	Red Bathavia	2	21.03	10.52

กราฟที่ 31 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

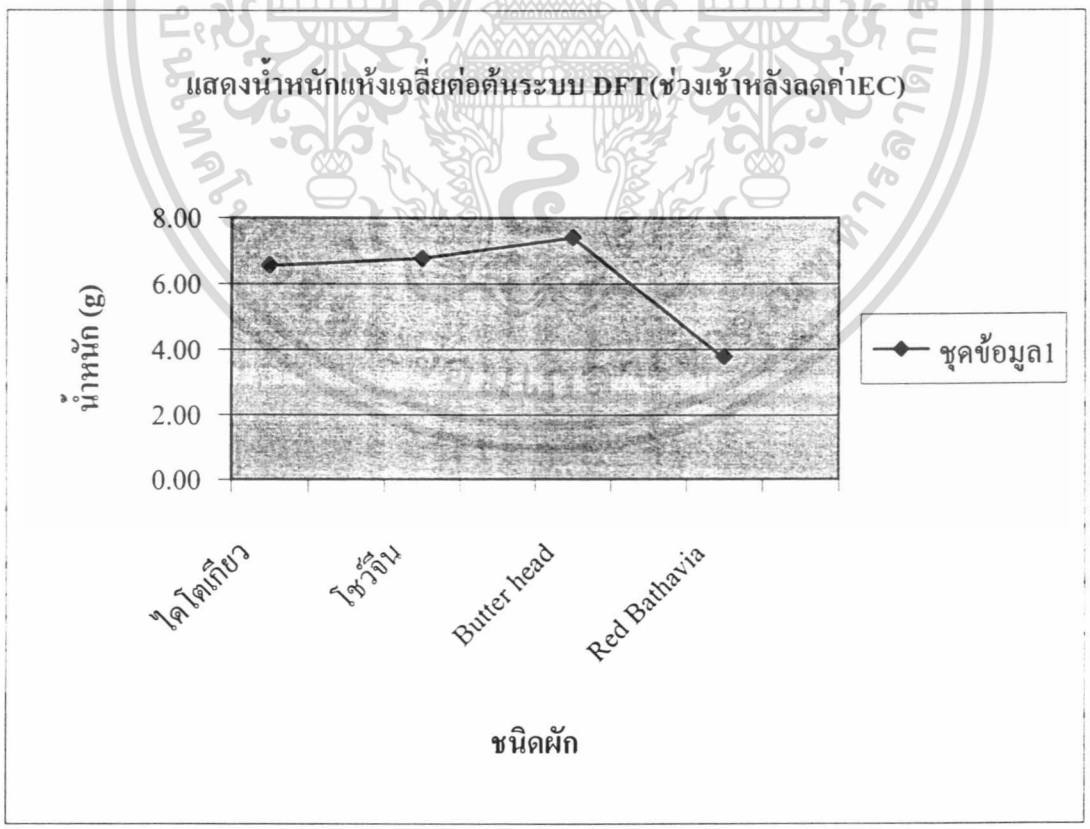


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	19.68	6.56
T6	โชว์จีน	4	27.02	6.76
T7	Butter head	1	7.39	7.39
T8	Red Bathavia	1	3.78	3.78

กราฟที่ 32 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop 2)

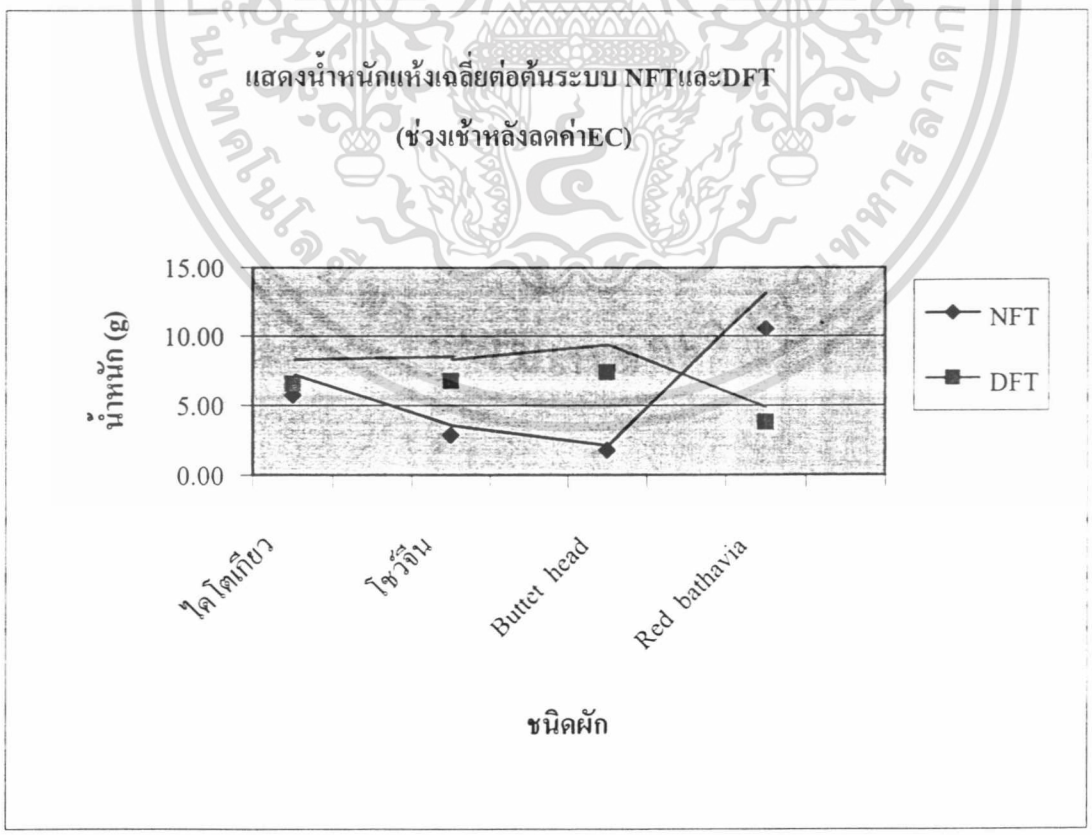


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	5.72	6.56
โชว์จีน	2.86	6.76
Buttet head	1.80	7.39
Red bathavia	10.52	3.78

กราฟที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)

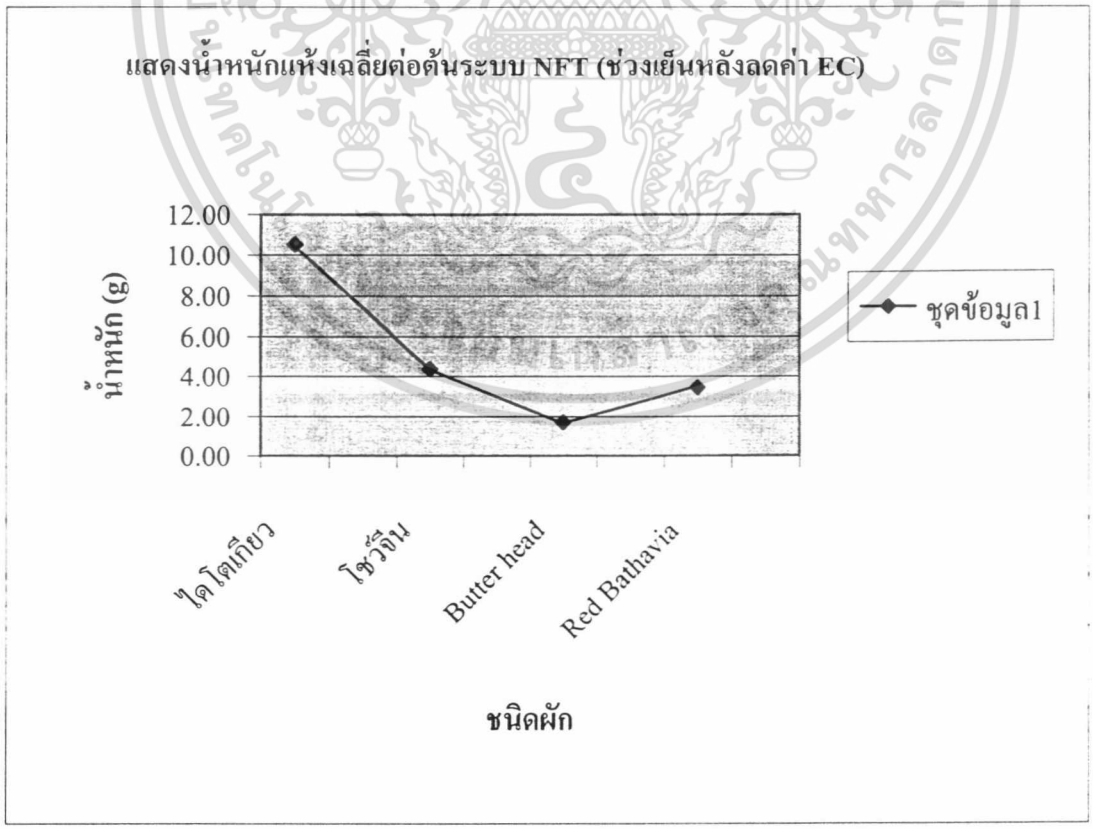


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T1	ไดโตเกียว	2	21.03	10.52
T2	โชว์จีน	5	21.82	4.36
T3	Butter head	1	1.70	1.70
T4	Red Bathavia	1	3.44	3.44

กราฟที่ 34 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ NFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

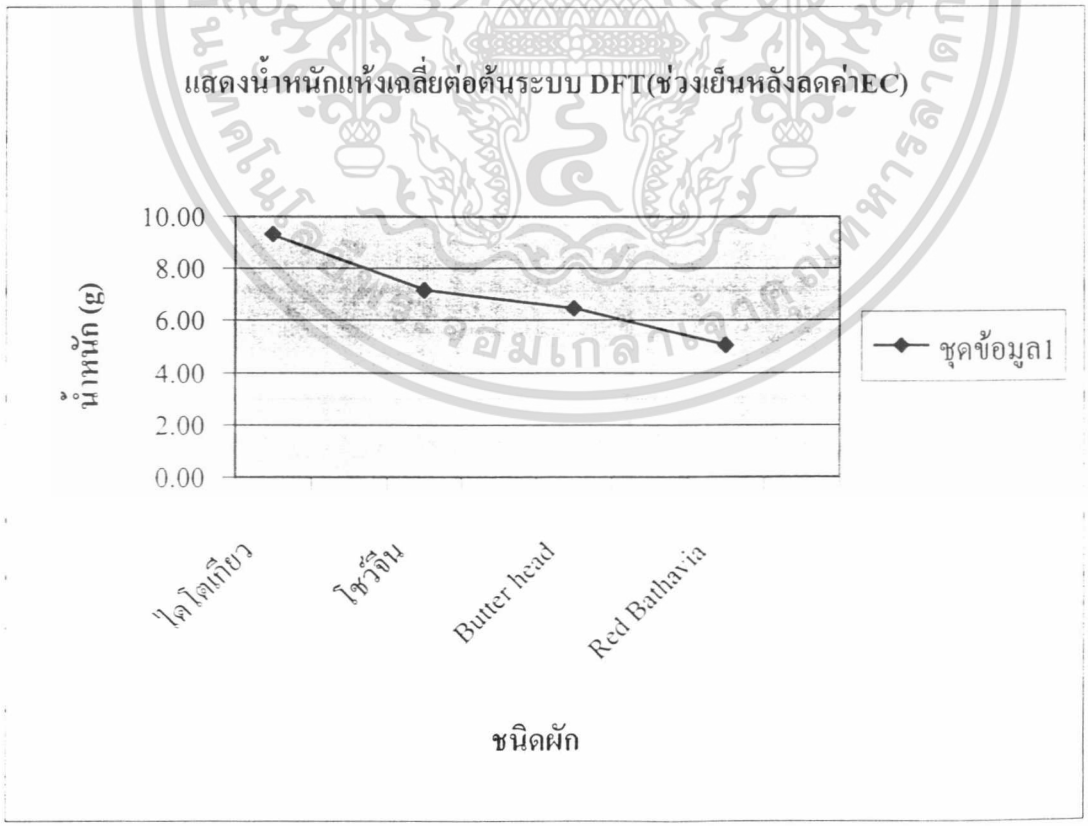


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

Treatment	ชื่อผัก	จำนวนต้น	นน.แห้งรวม(g)	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น(g)
T5	ไดโตเกียว	3	27.94	9.31
T6	โชว์จีน	4	28.58	7.15
T7	Butter head	1	6.45	6.45
T8	Red Bathavia	1	5.02	5.02

กราฟที่ 35 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

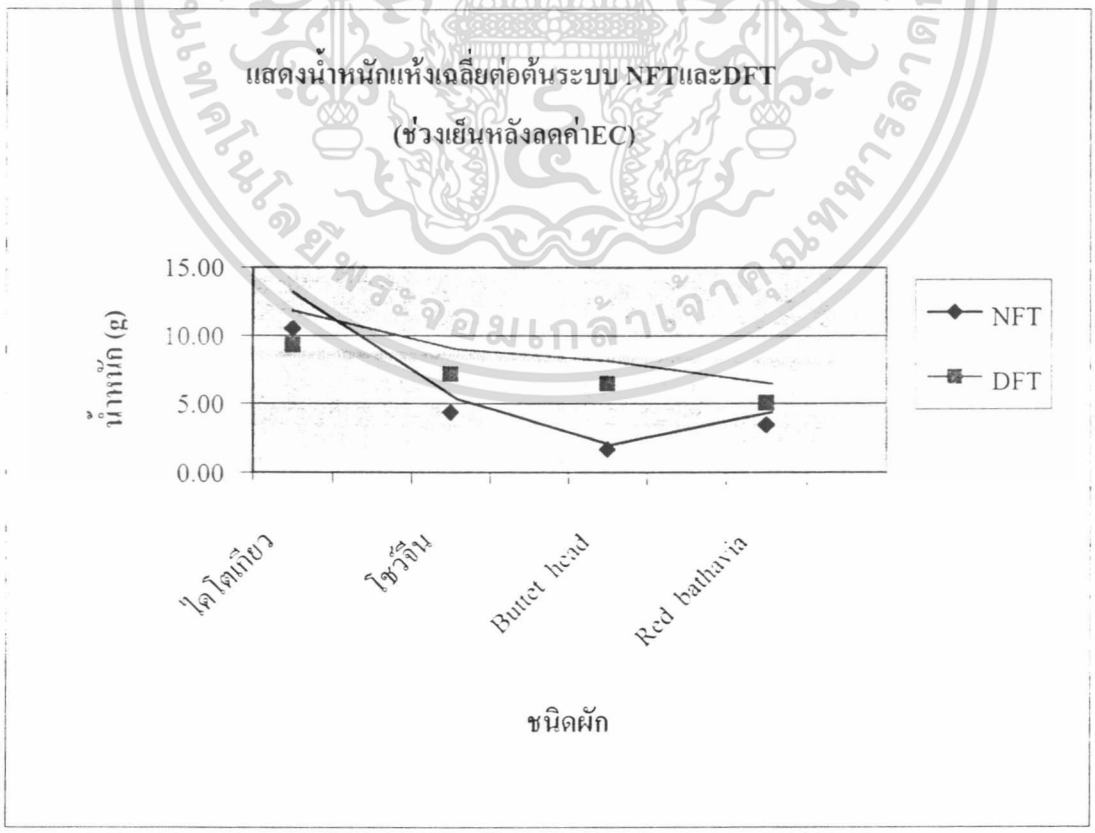


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)

ชนิดผัก	นน.แห้งเฉลี่ยต่อต้น (g)	
	NFT	DFT
ไดโตเกียว	10.52	9.31
โชว์จีน	4.36	7.15
Buttet head	1.70	6.45
Red bathavia	3.44	5.02

กราฟที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นของผักที่ปลูกในระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)

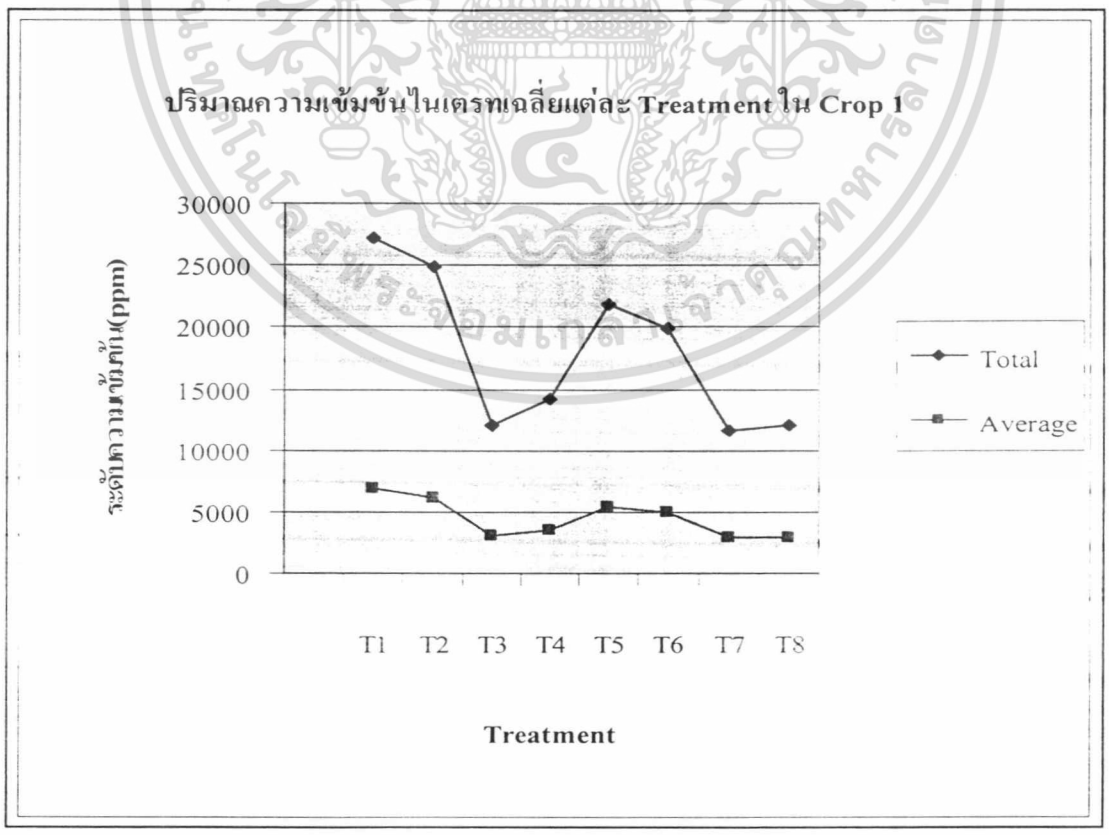


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผัก Crop 1

	Replication					
treatment	1	2	3	4	Total	Average
T1	6942	6942	6684	6684	27252	6813
T2	6199	6199	6212	6241	24851	6213
T3	3008	3052	3112	2888	12060	3015
T4	3695	3641	3469	3417	14222	3556
T5	5422	5478	5480	5480	21860	5465
T6	4848	4941	5081	4985	19855	4964
T7	2813	2904	2903	2998	11618	2905
T8	2961	3069	2957	2957	11944	2986

กราฟที่ 37 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผัก Crop 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41 Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ต่อน้ำหนักสดในผักที่ปลูกด้วยระบบ NFT และ ระบบ DFT (Crop 1)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	69455998.38	9922285.4821	1161.48*	2.42	3.50
A	1	5369364.50	5369364.50000	628.52*	4.26	7.82
B	3	62028707.38	20676235.7917	2420.31*	3.01	4.71
AxB	3	2057926.500	685975.500000	80.3*	3.01	4.71
ERROR	24	205027.5000	8542.81250000			
TOTAL	31	69661025.875	2247129.86690			

* = มีอิทิพลร่วมกัน

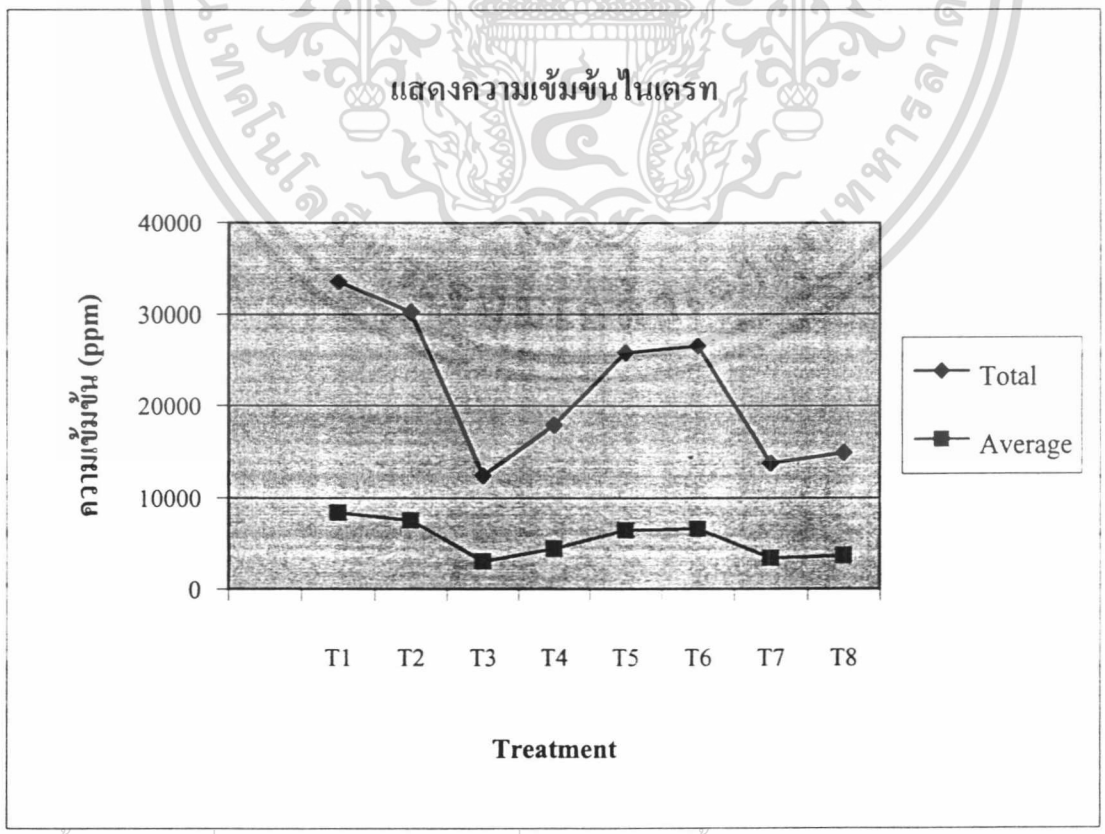
Grand Mean	4489.4375	
CV	2.0588	
DMRT.01		
T1 (a1b1)	6813	A
T2 (a1b2)	6212.75	B
T5 (a2b1)	5465	C
T6 (a2b2)	4963.75	D
T4 (a1b4)	3555.5	E
T3 (a1b3)	3015	F
T8 (a2b4)	2986	F
T7 (a2b3)	2904.5	F
DMRT.05		
T1 (a1b1)	6813	A
T2 (a1b2)	6212.75	B
T5 (a2b1)	5465	C
T6 (a2b2)	4963.75	D
T4 (a1b4)	3555.5	E
T3 (a1b3)	3015	F
T8 (a2b4)	2986	F
T7 (a2b3)	2904.5	F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 แสดงความเข้มข้นของไนเตรท ต่อน้ำหนักสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)

	Replication					
treatment	1	2	3	4	Total	Average
T1	8295	8593	8320	8320	33528	8382
T2	7674	7430	7489	7607	30200	7550
T3	3236	3139	3054	2963	12392	3098
T4	4333	4581	4482	4482	17878	4470
T5	6488	6488	6448	6340	25764	6441
T6	6525	6525	6821	6647	26518	6630
T7	3398	3521	3444	3384	13747	3437
T8	3709	3631	3765	3765	14870	3718

กราฟที่ 38 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm) ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43 Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ต่อน้ำหนักสดในผักที่ปลูกด้วยระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนลดค่า EC (Crop2)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	15704046.2188	16529149.4598	149.61*	2.42	3.50
A	1	5361993.781	5361993.781	484.2*	4.26	7.82
B	3	51139332.59	35037977.53	3163.99*	3.01	4.71
AxB	3	5228119.844	1742706.615	157.37*	3.01	4.71
ERROR	24	265775.75	11073.9896			
TOTAL	31	15969821.97	3740961.999			

* = มีอิธิพลร่วมกัน

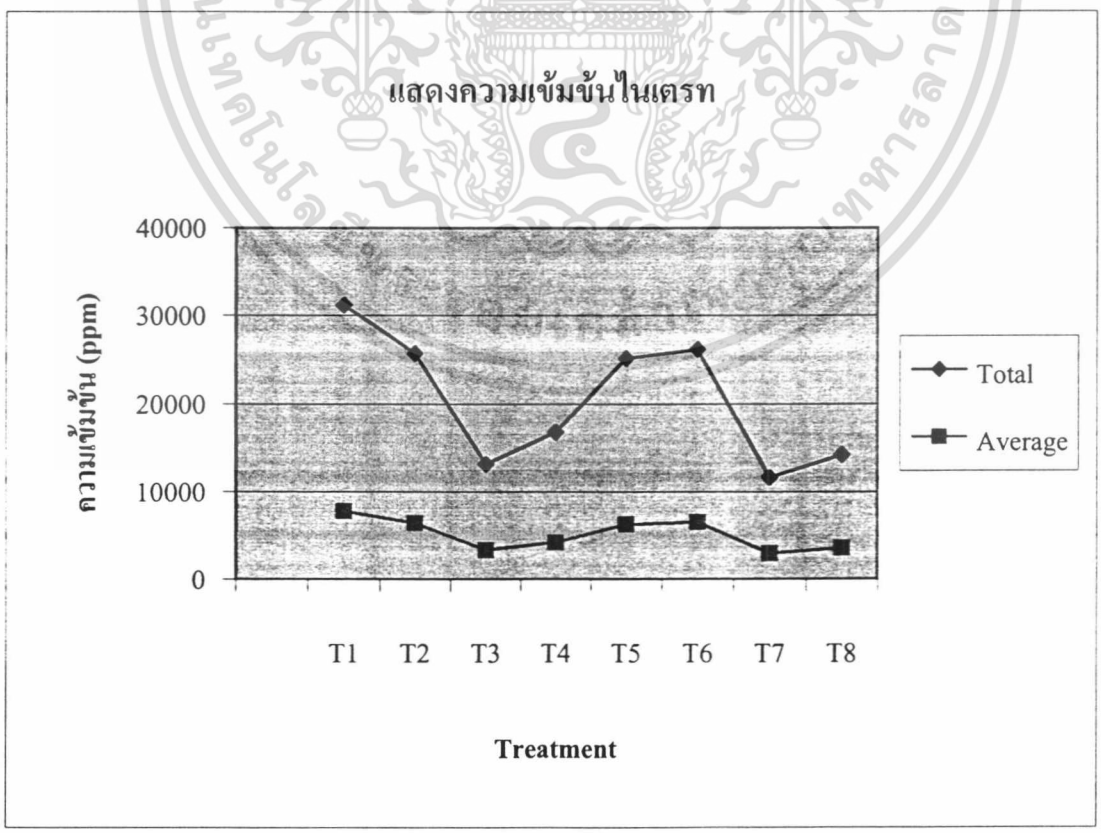
Grand Mean	5465.5312	
CV	1.9254	
DMRT.01		
T1 (a1b1)	8382	A
T2 (a1b2)	7550	B
T6 (a2b2)	6629.5	C
T5 (a2b1)	6441	C
T4 (a1b4)	4469.5	D
T8 (a2b4)	3717.5	E
T7 (a2b3)	3436.75	F
T3 (a1b3)	3098	G
DMRT.05		
T1 (a1b1)	8382	A
T2 (a1b2)	7550	B
T6 (a2b2)	6629.5	C
T5 (a2b1)	6441	D
T4 (a1b4)	4469.5	E
T8 (a2b4)	3717.5	F
T7 (a2b3)	3436.75	G
T3 (a1b3)	3098	H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)

	Replication					
treatment	1	2	3	4	Total	Average
T1	7727	7727	7833	7831	31118	7780
T2	6575	6575	6254	6254	25658	6415
T3	3188	3383	3331	3283	13185	3296
T4	4466	4397	3934	3998	16795	4199
T5	6399	6399	6001	6283	25082	6271
T6	6337	6468	6704	6569	26078	6520
T7	3017	2838	2896	2879	11630	2908
T8	3464	3520	3552	3666	14202	3551

กราฟที่ 39 แสดงความเข้มข้นของไนเตรท ต่อน้ำหนักสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45 Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ต่อน้ำหนักสดในผักที่ปลูกด้วยระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนลดค่า EC (Crop2)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	94256428.0000	13465204.0000	563.4*	2.42	3.50
A	1	2979240.5	2979240.5	124.66*	4.26	7.82
B	3	88537506.75	29512502.25	1234.85*	3.01	4.71
AxB	3	2739680.75	913226.9167	38.21*	3.01	4.71
ERROR	24	573593.5	23899.7292			
TOTAL	31	94830021.5	3059032.952			

* = มีอิทธิพลร่วมกัน

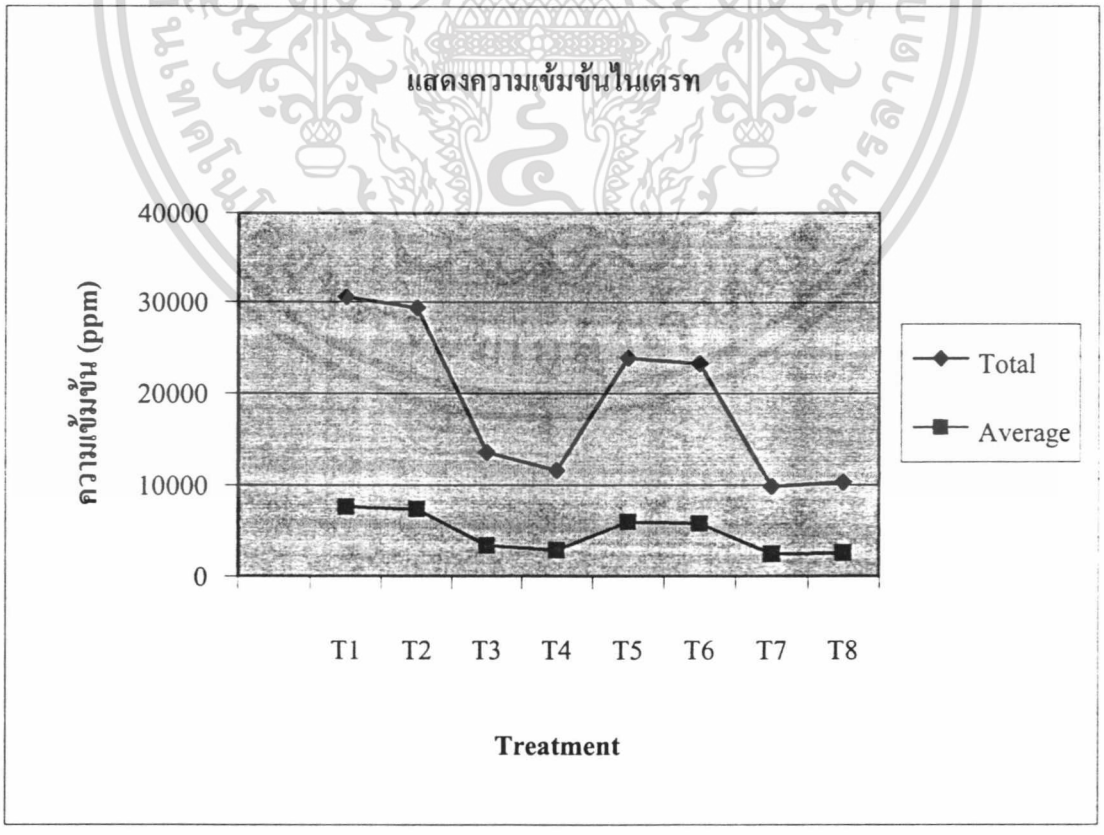
Grand Mean	5117.125	
CV	3.0211	
DMRT.01		
T1 (a1b1)	7779.5	A
T6 (a2b2)	6519.5	B
T2 (a1b2)	6414.5	B
T5 (a2b1)	6270.5	B
T4 (a1b4)	4198.75	C
T8 (a2b4)	3550.5	D
T3 (a1b3)	3296.25	D
T7 (a2b3)	2907.5	E
DMRT.05		
T1 (a1b1)	7779.5	A
T6 (a2b2)	6519.5	B
T2 (a1b2)	6414.5	BC
T5 (a2b1)	6270.5	C
T4 (a1b4)	4198.75	D
T8 (a2b4)	3550.5	E
T3 (a1b3)	3296.25	F
T7 (a2b3)	2907.5	G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)

	Replication					
treatment	1	2	3	4	Total	Average
T1	7733	7733	7608	7486	30560	7640
T2	7364	7482	7249	7249	29344	7336
T3	3381	3370	3439	3386	13576	3394
T4	2792	2979	2916	2871	11558	2890
T5	5883	5883	6044	6044	23854	5964
T6	5916	5916	5735	5709	23276	5819
T7	2480	2389	2458	2480	9807	2452
T8	2573	2612	2382	2698	10265	2566

กราฟที่ 40 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47 Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ต่อน้ำหนักสดในผักที่ปลูกด้วยระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าหลังลดค่า EC (Crop2)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	32021210.50	18860172.9286	2024.5*	2.42	3.50
A	1	9941340.50	9941340.50000	1067.13*	4.26	7.82
B	3	19812676.75	39937558.9167	4287*	3.01	4.71
AxB	3	2267193.250	755731.083300	81.12*	3.01	4.71
ERROR	24	223583.5000	9315.97920000			
TOTAL	31	32244794.000	4265961.09680			

* = มีอิทธิพลร่วมกัน

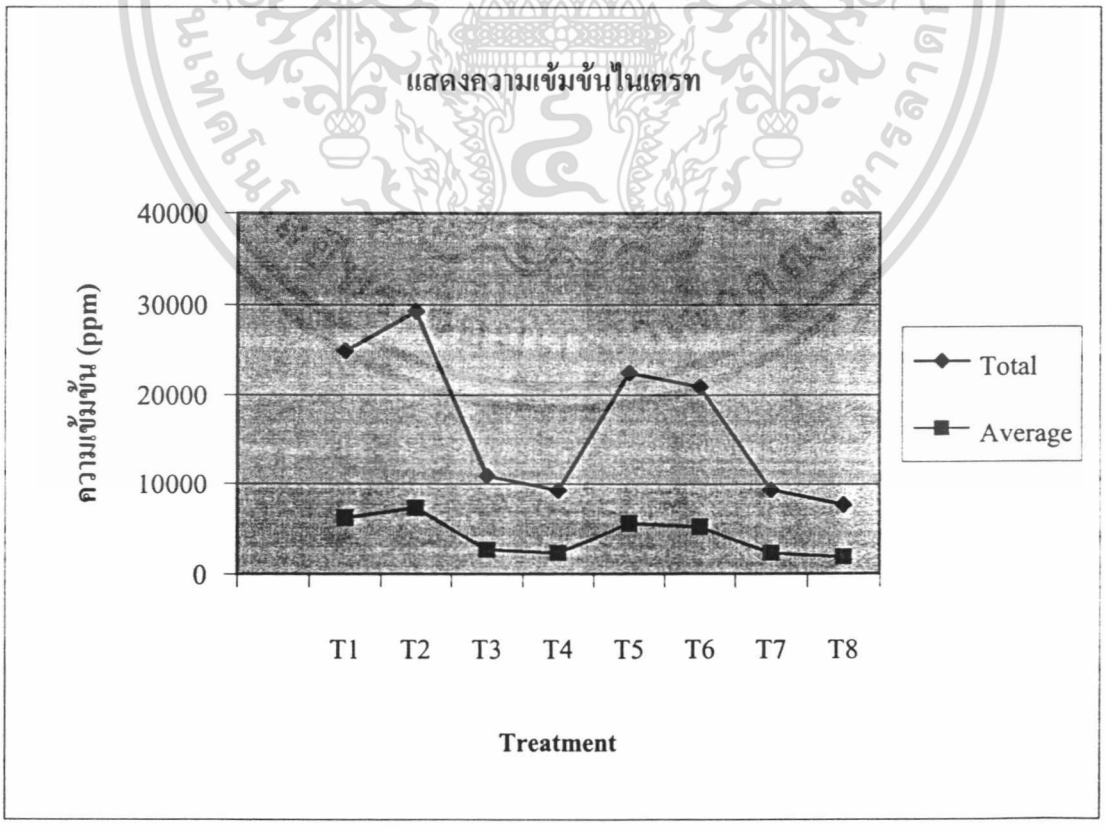
Grand Mean	4757.5	
CV	2.0288	
DMRT.01		
T1 (a1b1)	7640	A
T2 (a1b2)	7336	B
T5 (a2b1)	5963.5	C
T6 (a2b2)	5819	C
T3 (a1b3)	3394	D
T4 (a1b4)	2889.5	E
T8 (a2b4)	2566.25	F
T7 (a2b3)	2451.75	F
DMRT.05		
T1 (a1b1)	7640	A
T2 (a1b2)	7336	B
T5 (a2b1)	5963.5	C
T6 (a2b2)	5819	D
T3 (a1b3)	3394	E
T4 (a1b4)	2889.5	F
T8 (a2b4)	2566.25	G
T7 (a2b3)	2451.75	G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด (ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)

	Replication					
treatment	1	2	3	4	Total	Average
T1	6176	6322	6098	6295	24891	6223
T2	7311	7199	7283	7451	29244	7311
T3	2825	2825	2684	2564	10898	2725
T4	2193	2343	2310	2384	9230	2308
T5	5523	5677	5618	5618	22436	5609
T6	5213	5315	5166	5166	20860	5215
T7	2362	2196	2458	2280	9296	2324
T8	1969	2030	1844	1783	7626	1907

กราฟที่ 41 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทต่อน้ำหนักสด(ppm)ในผักในระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49 Analysis of Variance ของความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ต่อน้ำหนักสดในผักที่ปลูกด้วยระบบ NFT และระบบ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นหลังลดค่า EC (Crop2)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	25293872.22	17899124.6027	1815.62*	2.42	3.50
A	1	6164438.21	6164438.28120	625.3*	4.26	7.82
B	3	15111659.59	38370553.1979	3892.17*	3.01	4.71
AxB	3	4017774.344	1339258.114600	135.85*	3.01	4.71
ERROR	24	236601.7500	9858.40620000			
TOTAL	31	25530473.969	4049370.12800			

* = มีอิธิพลร่วมกัน

Grand Mean 4202.5312

CV 2.3626

DMRT.01

T2 (a1b2)	7311	A
T1 (a1b1)	6222.75	B
T5 (a2b1)	5609	C
T6 (a2b2)	5215	D
T3 (a1b3)	2724.5	E
T7 (a2b3)	2324	F
T4 (a1b4)	2307.5	F
T8 (a2b4)	1906.5	G

DMRT.05

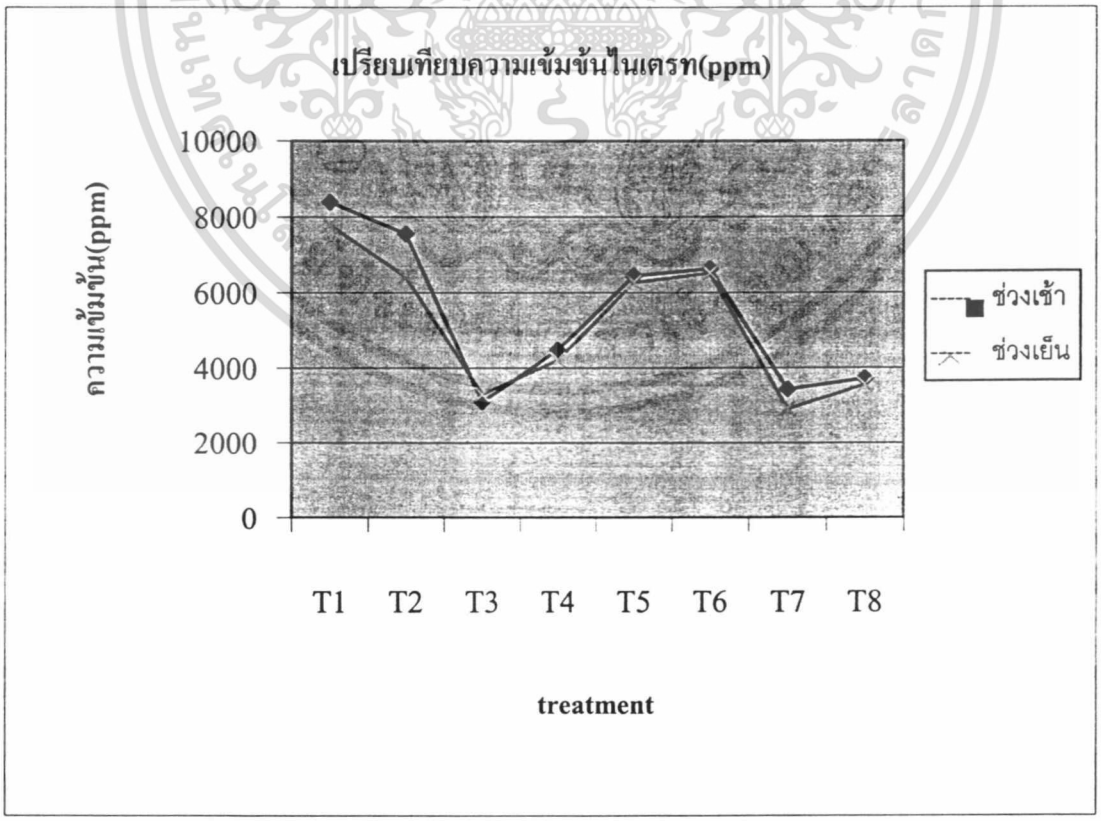
T2 (a1b2)	7311	A
T1 (a1b1)	6222.75	B
T5 (a2b1)	5609	C
T6 (a2b2)	5215	D
T3 (a1b3)	2724.5	E
T7 (a2b3)	2324	F
T4 (a1b4)	2307.5	F
T8 (a2b4)	1906.5	G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

	ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวผลผลิต	
treatment	ช่วงเวลาเช้า	ช่วงเวลาเย็น
T1	8382	7780
T2	7550	6415
T3	3098	3296
T4	4470	4199
T5	6441	6271
T6	6630	6520
T7	3437	2908
T8	3718	3551

กราฟที่ 42 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นก่อนลดค่า EC (Crop 2)

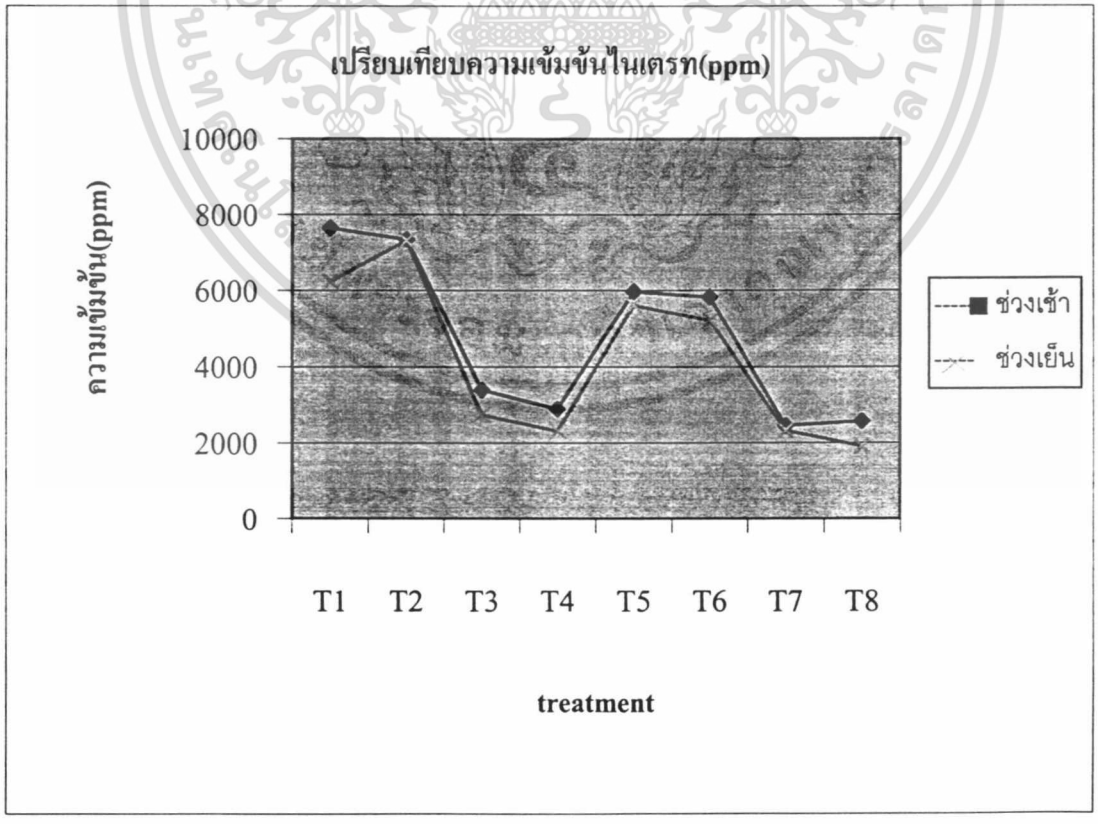


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 51 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

	ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวผลผลิต	
treatment	ช่วงเวลาเช้า	ช่วงเวลาเย็น
T1	7640	6223
T2	7336	7311
T3	3394	2725
T4	2890	2308
T5	5964	5609
T6	5819	5215
T7	2452	2324
T8	2566	1907

กราฟที่ 43 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า-เย็นหลังลดค่า EC (Crop 2)

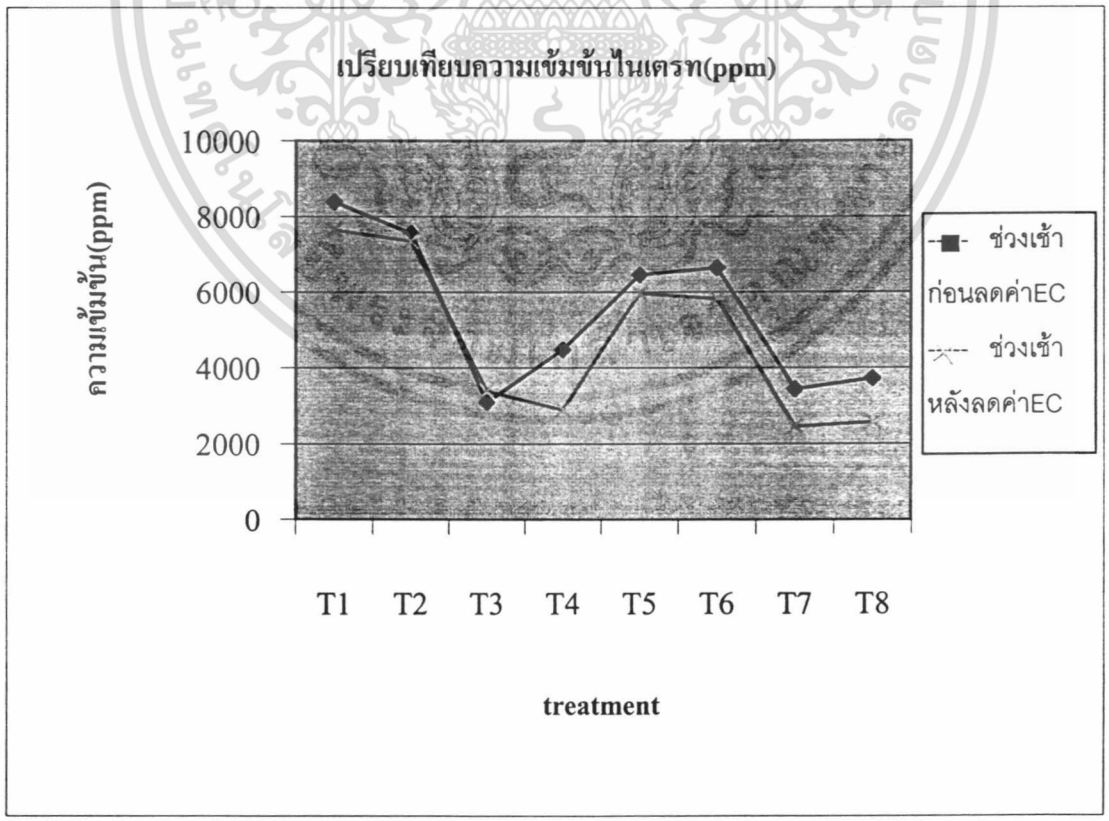


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนและหลังลดค่า EC (Crop 2)

	ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวผลผลิต	
treatment	ช่วงเวลาเช้าก่อนลดค่า EC	ช่วงเวลาเช้าหลังลดค่า EC
T1	8382	7640
T2	7550	7336
T3	3098	3394
T4	4470	2890
T5	6441	5964
T6	6630	5819
T7	3437	2452
T8	3718	2566

กราฟที่ 44 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าก่อนและหลังลดค่า EC (Crop 2)

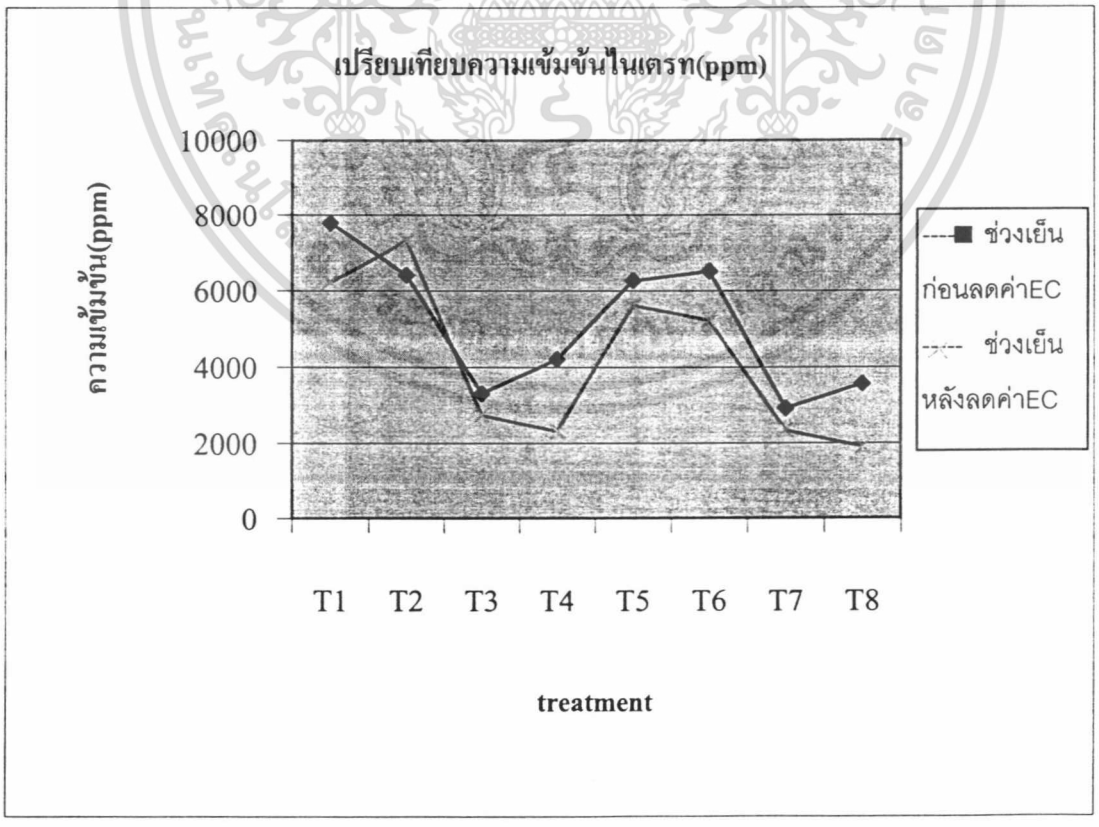


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

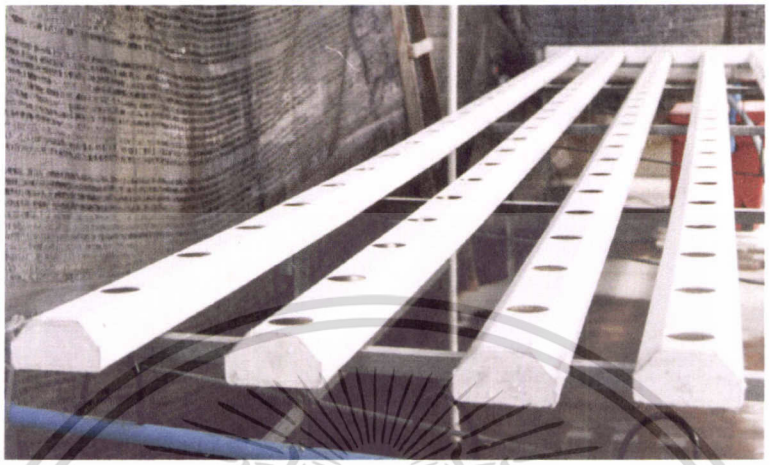
ตารางที่ 53 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนและหลังลดค่า EC (Crop 2)

	ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวผลผลิต	
treatment	ช่วงเวลาเย็นก่อนลดค่า EC	ช่วงเวลาเย็นหลังลดค่า EC
T1	7780	6223
T2	6415	7311
T3	3296	2725
T4	4199	2308
T5	6271	5609
T6	6520	5215
T7	2908	2324
T8	3551	1907

กราฟที่ 45 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนเตรท (ppm)ในผักระบบ NFT และ DFT ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเย็นก่อนและหลังลดค่า EC (Crop 2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

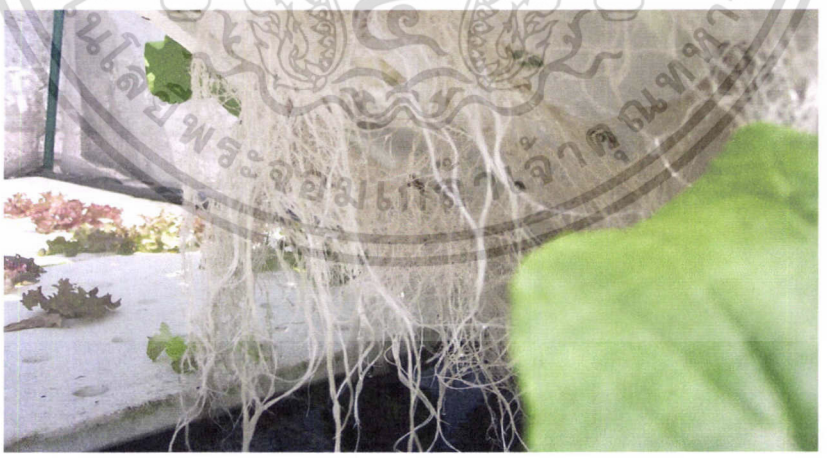


ภาพที่ 4 แสดงระบบปลูกแบบ NFT

ภาพที่ 5 แสดงระบบปลูกแบบ DFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของผักในระบบ NFT



ภาพที่ 7 แสดงการเจริญของระบบรากของผักที่ปลูกในระบบ DFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 แสดงการเจริญเติบโตของผักในระบบปลูก DFT

ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของไคโตเกียวในระบบปลูก NFT และ DFT (Crop2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของโชว์จีนในระบบปลูก NFT และ DFT (Crop2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้