รายงานการวิจัย

ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Study on Using Organic Solution Fertilizer in Hydroponics

โดย

นางสาวพรประพา คงตระกูล

นายโอภาส สืบสาย

นางสาวพรรณิภา ยั่วยล

นายวัชรินทร์ รัตนพันธ์

RCH
S
654
ศ614

เลขหมู่..........
เลขทะเบียน 107395
วัน,เดือน,ปี 22 มี.ค. 2553

ได้รับเงินทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2549

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

ด. 12062078
ว. ....

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำไปทดแทนปุ๋ยสูตรมาตรฐานในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเพื่อปลูกพืชบางชนิดในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่างๆ ดังนี้ ผักสลัดกรีนโอ๊ค, เรดโอ๊ค, บัตเตอร์เฮด และ เรดคลอเรล ปลูกแบบ Nutrient Film Technique (NFT), ผักคะน้า และผักโขม ปลูกแบบ Deep Flow Technique (DFT) และ ปลูกแตงกวา แบบวัสดุปลูก เพื่อเป็นแนวทางการลดต้นทุนและเพิ่มความสะดวกในการผลิตพืชผัก โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน 100%, สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน 50% ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 50%, สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 100% วัดค่า EC ครึ่งหนึ่งของสูตรที่ 4 และ สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 100% (ค่า EC ปรับตามสูตรมาตรฐานตามชนิดพืช) ผลปรากฏว่า ผักทุกชนิดที่ปลูกในสารละลายสูตรมาตรฐาน มีการเจริญเติบโตดีที่สุด สำหรับสูตรที่ 2, สูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ พบว่า การเจริญได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ ยกเว้นการปลูกแตงกวาในระบบวัสดุปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 3 พบว่าการเจริญเติบโตโดยรวมดีเท่ากับปลูกในสารละลายสูตรมาตรฐาน แต่ถึงอย่างไรก็ตามควรมีการทดลองขยายผลต่อไป

Abstract

The aim of this project was study on possibility of using organic solution fertilizer instead of standard nutrient solution for growing some plants in three soilless culture techniques. Nutrient Film Technique (NFT) was used for growing green oak, red oak, butter head and red coral, Deep Flow Technique (DFT) was used for growing chinese kale and slender amaranth and substrate culture was used for growing cucumber. There were 4 nutrient solution formulas, the formula 1: standard nutrient solution, formula 2: standard fertilizer 50% with organic solution fertilizer 50%, formula 3: organic solution fertilizer 100% (adjust EC in half of formula 4) and formula 4: organic solution fertilizer 100% (EC depend on kind of plant), used in this study. The results showed that the standard nutrient solution was the best formula for growing all plants in all techniques however, the formulas containing the organic solution fertilizer were not recommended. Excepted cucumber in substrate culture, the organics solution fertilizer can grow cucumber same standard nutrient solution. However, it should be study with another kinds of plants.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	๑
Abstract	๒
สารบัญ	๓
สารบัญตาราง	๔
สารบัญภาพ	๗
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	9
บทที่ 4 ผลการทดลอง	18
บทที่ 5 สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	63

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงปริมาณธาตุอาหารพืช (เปอร์เซ็นต์) ในปุ๋ยปลา	6
ตารางที่ 2 แสดงการดำเนินการปลูกผักสลัด 4 ชนิด ในระบบ NFT	10
ตารางที่ 3 แสดงการดำเนินการทดลองปลูกแตงกวา ในระบบวัสดุปลูก	14
ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	19
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	20
ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	22
ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT	23
ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	24
ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	25
ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	26
ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT	27
ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	28
ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	30
ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	31
ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT	33

สารบัญตาราง (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	35
ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	37
ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์	38
ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT	40
ตารางที่ 20 แสดงความสูงของต้นกะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร	42
ตารางที่ 21 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นคะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร	44
ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ DFT	46
ตารางที่ 24 แสดงความสูงของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร	47
ตารางที่ 25 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร	50
ตารางที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักโขม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ DFT	52
ตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยของความสูง (เซนติเมตร) ของแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) แต่กรรมวิธีเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

เรื่อง หน้า

ตารางที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ยข้อปล้องของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) แต่กรรมวิธีเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ 55

ตารางที่ 29 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งแขนงของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) แต่กรรมวิธีเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ 56

ตารางที่ 30 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนผลของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) 57

ตารางที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) 58

สารบัญภาพ

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการเตรียมปุ๋ยน้ำ	15
ภาพที่ 2 แสดงละลายธาตุอาหารมาตรฐาน	16
ภาพที่ 3 การเพาะเมล็ด และอนุบาลต้นกล้าในกระบะด้วยน้ำเปล่าของระบบ NFT และ DFT	16
ภาพที่ 4 การเพาะเมล็ดและอนุบาลต้นกล้าของระบบ Substrate culture	17
ภาพที่ 5 แสดงต้นผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 5 สัปดาห์	19
ภาพที่ 6 แสดงจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5	21
ภาพที่ 7 แสดงต้นของเรดโอ๊คในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร	24
ภาพที่ 8 แสดงจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5	29
ภาพที่ 9 แสดงต้นผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในสัปดาห์ที่ 5	30
ภาพที่ 10 แสดงจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5	32
ภาพที่ 11 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของต้นผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว	33
ภาพที่ 12 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของรากผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว	34
ภาพที่ 13 แสดงจำนวนใบของผักสลัดเรดคอลเรลที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5	36
ภาพที่ 14 แสดงต้นผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในสัปดาห์ที่ 5	37
ภาพที่ 15 แสดงจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 16 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของต้นผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว	40
ภาพที่ 17 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของรากผักสลัดเรดคอลเรลที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว	41
ภาพที่ 18 แสดงต้นคะน้าที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 1 สัปดาห์	42
ภาพที่ 19 แสดงต้นคะน้าที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 2 สัปดาห์	43
ภาพที่ 20 แสดงความสูงต้นคะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 5 ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร	43
ภาพที่ 21 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นคะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 5 ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร	45
ภาพที่ 22 แสดงต้นผักโขมที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 1 สัปดาห์	47
ภาพที่ 23 แสดงต้นผักโขมที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 2 สัปดาห์	48
ภาพที่ 24 แสดงต้นผักโขมที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 3 สัปดาห์	48
ภาพที่ 25 แสดงความสูงของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 3 ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร	49
ภาพที่ 26 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 3 ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 27 แสดงต้นแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูก
ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน) วัดค่า
EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1)
วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm ,
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 ms/cm 54
ภาพที่ 28 แสดงลักษณะของผลแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืช
โดยไม่ใช้ดิน แบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร
(สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยมาตรฐาน ผสมปุ๋ย
อินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
วัดค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) 59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพื้นที่ทำการเกษตรของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้มีการขยายตัวของพื้นที่ ที่ใช้เป็นแหล่งก่อสร้างเพื่อการอำนวยความสะดวกรวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัย และสถานประกอบการต่างๆ เพิ่มขึ้นเช่นกัน ในขณะที่เนื้อที่ถือครองทำการเกษตรที่มีอยู่ก็มีสภาพดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ ทำให้ศักยภาพในการผลิตพืชของประเทศด้อยลง ในขณะที่แนวโน้มของการบริโภคกลับมีเพิ่มมากขึ้นตามการขยายตัวของจำนวนประชากร จึงส่งผลให้หลายๆ ประเทศรวมทั้งประเทศไทยหันมาผลิตพืชทางเลือกใหม่ (Alternative production systems) คือ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือการปลูกพืชไร้ดิน (Soilless culture หรือ Hydroponics) (Eillis and Swaney, 1938; Douglas, 1978; Resh, 1981; Peirce, 1987; Jones, 1997) เพราะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินยังประสบปัญหาในด้านของการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเพราะเป็นปัจจัยที่สิ้นเปลืองต้องใช้ตลอดระยะเวลาการปลูก ธาตุอาหารที่ใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหารที่ใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหารก็มีราคาค่อนข้างแพงเพราะเป็นปุ๋ยเคมี ประกอบกับการจัดเตรียมสารละลายธาตุอาหารค่อนข้างยุ่งยากเพราะต้องเตรียมจากปุ๋ยเคมีหลายชนิดมาผสมกัน นอกจากนยังประสบปัญหากับการไม่มีปุ๋ยเคมีดังกล่าววางจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ทำให้ขาดความสะดวกในการจัดซื้อจัดหา และอีกประการที่สำคัญพบว่ายังมีประชาชนบางกลุ่มที่ยังตั้งข้อสงสัยว่าผลผลิตที่ได้จากการผลิตด้วยวิธีการปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้ปลอดภัยจริงหรือ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้สนใจที่จะศึกษาแนวทางการนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ได้จากการหมักเศษปลาตามสูตรของ ดร.สุริยา สาสนรักกิจ จากศูนย์เทคโนโลยีปุ๋ย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารสูง สามารถจัดเตรียมขึ้นได้เอง มีราคาไม่แพง และประการสำคัญถ้าใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมาทดแทนการใช้สารละลายธาตุอาหารได้น่าจะเป็นส่วนเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคมากขึ้น ส่งผลต่อการขยายตัวของกลุ่มผู้บริโภคมากขึ้นเช่นกันและยังนำไปสู่การพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืน (sustainable agriculture) ต่อไป

สำหรับการทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสูตรที่กล่าวมาข้างต้นมาปรับใช้เพื่อทดแทนสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT) แบบ Deep Flow Technique (DFT) และแบบ Substrate culture เพื่อลดต้นทุนการผลิต และเพื่อเพิ่มความสะดวกในการจัดเตรียมสารละลายธาตุอาหารสำหรับใช้ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต่อไป พร้อมกันนี้ได้ทำการศึกษาและสำรวจโรครวมทั้งบันทึกความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจาก

ศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ในระหว่างการปลูกควบคุมไปด้วย สำหรับการทดลองครั้งนี้น่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาและพัฒนาศักยภาพการปลูกพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ให้เหมาะสมกับการเกษตรของไทยต่อไปในอนาคต

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสำหรับปลูกผักสลัดบางชนิด ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT)

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสำหรับปลูกผักบางชนิด ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT)

1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสำหรับปลูกแตง ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Substrate culture

1.2.4 เพื่อศึกษาและสำรวจโรครวมทั้งบันทึกความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ในระหว่างการปลูก

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้แบ่งเป็น 3 ส่วนการศึกษาใหญ่ๆ คือ

ส่วนที่ 1 ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสำหรับปลูกผักสลัดบางชนิด ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT)

ส่วนที่ 2 ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสำหรับปลูกผักบางชนิด ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT)

ส่วนที่ 3 ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสำหรับปลูกแตง ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Substrate culture

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อการพัฒนาระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การเกษตรที่ยั่งยืน

1.4.2 เพื่อใช้เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาช่วยลดปัญหา ด้านโรค และศัตรูพืช

1.4.3 จากผลการวิจัยนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม

2.1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ความหมาย

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics หรือ Soiless culture) หมายถึงวิธีการใดก็ตามที่ทำให้สามารถปลูกพืชได้โดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยกัน โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแก่รากโดยตรง ในปริมาณที่เหมาะสมแทนอาหารพืชที่มีอยู่ภายในดิน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับดิน ซึ่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะสามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลผลิตให้ได้ตรงตามความต้องการ (Douglas, 1978; Resh, 1981; Jones, 1997)

สำหรับในประเทศไทยมีระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เป็นที่นิยมด้วยกัน 3 แบบ ได้แก่

1. แบบ Nutrient Film Technique (NFT) เป็นระบบที่ปล่อยให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชเป็นฟิล์มบางๆ ซึ่งเป็นระบบที่ใช้น้ำ และสารละลายอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด พืชที่นิยมปลูกส่วนใหญ่จะเป็นผักตระกูลสลัดต่างๆ

2. แบบ Deep Flow Technique (DFT) เป็นการปลูกพืชที่ปล่อยให้รากพืชที่ปล่อยให้รากพืชเจริญเติบโตในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง โดยมีระดับความลึกของสารละลายประมาณ 10 - 20 นิ้ว พืชส่วนใหญ่ที่นิยมปลูกแบบนี้ คือ ผักคะน้าต่างๆ ผักกวางตุ้งต่างๆ ผักโขมจีน ผักกาดขาว ผักบุ้ง คื่นฉ่าย เป็นต้น

3. แบบ Substrate culture เป็นการปลูกโดยใช้วัสดุปลูกทำหน้าที่แทนดินสำหรับให้รากยึดและค้ำจุนต้นพืช วัสดุปลูกที่นิยมใช้มักมีความเป็นกลาง ไม่มีธาตุอาหาร ไม่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช และหาได้ง่ายในท้องถิ่นนั้นๆ เช่น แกลบ ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย กรวด ทราย เพอร์ไลน์ เป็นต้น พืชที่นิยมปลูก เช่น แตงเทศ แตงกวาญี่ปุ่น มะเขือเทศ และพริกหวาน เป็นต้น

ข้อได้เปรียบ และเสียเปรียบในการปลูกพืช โดยไม่ใช้ดิน

ข้อได้เปรียบ

- เป็นระบบการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชที่ไม่ยุ่งยาก
- ถ้ามีการจัดการที่ดีจะสามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี โดยไม่เสียเวลาในการเตรียมระบบปลูก เช่น สามารถปลูกผักสลัดได้ถึง 8 - 10 ครั้ง/ปี
- สามารถป้องกันและกำจัดเชื้อโรคพืชต่างๆ ในสารละลายธาตุอาหารได้ง่าย

- สามารถใช้น้ำและธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด
- มีวัสดุปลูกที่ต้องทำการกำจัดน้อย
- เนื่องจากมีการใช้น้ำแก่พืชอยู่ตลอดเวลาจึงไม่จำเป็นต้องให้น้ำอีก

ข้อเสียเปรียบ

- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งในช่วงเริ่มต้นสูงมาก โดยเฉพาะระบบที่ออกแบบใช้ขาตั้งที่ทำจากโลหะ
- ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เพราะระบบมีโอกาสที่จะเสียได้ง่าย เช่นไฟฟ้าดับ ซึ่งมีผลทำให้พืชได้รับผลกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงและรวดเร็ว
- ต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย (สารละลายต่างๆ) เพราะถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากจะเกิดการสะสม ของไอออนบางธาตุที่พืชใช้น้อยหรือไม่ดูดเอาไปใช้เลยจะสะสมอยู่ในสารละลายทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยนสารละลายทั้งหมดบ่อยๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น (ดิเรก, 2536)

2.2 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ความหมาย

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หรือที่เรียกกันว่า น้ำหมักชีวภาพ คือสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์ ซึ่งจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมี 2 แบบ คือ แบบต้องการออกซิเจน (แบบเปิดฝา) และแบบไม่ต้องการออกซิเจน (แบบปิดฝา) ถ้าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้ว จะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรท โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ (พืชหรือสัตว์) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำกำลังเป็นทางเลือกหนึ่ง ที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ ปัจจุบันเกษตรกรได้มีการทำน้ำสกัดชีวภาพ หรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำแล้ว และได้ผลเป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง แต่ยังไม่มีวิธีการผลิตที่แน่นอนรวมทั้งข้อมูลต่างๆ ทางด้านนี้ยังน้อยมากและขาดความชัดเจน กรมวิชาการเกษตรได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้รวบรวมข้อมูลงานวิจัย และงานวิเคราะห์เกี่ยวกับน้ำสกัดชีวภาพของนักวิชาการและเกษตรกรได้ผลิตใช้เอง เพื่อจะได้เผยแพร่ความรู้เรื่องน้ำสกัดชีวภาพ นำไปใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้ได้ผลต่อไป (กรมวิชาการเกษตร, 2526; นภดล, 2538)

2.2.1 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักจากเศษปลา

ปุ๋ยปลาเป็นปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด การผลิตปุ๋ยปลาใช้วิธีการเดียวกันกับการผลิตปลาหมัก โดยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพ การย่อยสลายจะใช้เอนไซม์ที่ผลิตขึ้นเองโดยธรรมชาติ

จากเป็นตัวย่อยสลายโดยปกติวิธีการทำปุ๋ยปลาจะใช้กรดหรือจุลินทรีย์เพื่อปรับสภาวะเหมาะสมต่อการย่อยสลายโปรตีน และขณะเดียวกันยังช่วยควบคุมไม่ให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญเติบโต กรดที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยปลาสามารถใช้ได้ กรดอนนทรีย์ ได้แก่ Hydrochloric acid, Sulfuric acid, และ Phosphoric acid โดยใช้ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 3 ส่วน กรดอินทรีย์ที่นิยมใช้กัน คือ กรดมด (formic acid) ซึ่งใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 2.0 – 3.5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การทำปุ๋ยหมักปลาได้แก่ Yeast และ *Lactobacillus planetarium* และพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากเชื้อโรคกลุ่ม Coli form และ *Salmonella ssp.* ปุ๋ยปลาสามารถผลิตได้โดยการการนำเอาพุงปลา และเลือดปลามาทำการบดให้ชิ้นส่วนต่างๆ เหล่านี้มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปหมักโดยใช้กรดมดเข้มข้น (Formic acid) หรือกรดน้ำส้มสายชูเข้มข้น (Acetic acid) ในปริมาณร้อยละ 3.5 มาผสมให้เข้ากันกับพุงปลา และเลือด (สาเหตุที่ต้องให้ชิ้นเล็กลงไป เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นลงไปเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้พุงปลา และเลือดปลาเน่ามีกลิ่นเหม็น) นอกจากนี้ยังต้องเติมกากน้ำตาลในปริมาณร้อยละ 20 เพื่อช่วยดับกลิ่นคาวจากเศษปลา จากนั้นทำการคนให้เข้ากัน และคนติดต่อกันอย่างน้อยเป็นเวลา 7 วัน ทำการหมักต่อไปอีกเป็นเวลา 21 วัน ในระหว่างนี้ทำการคนเป็นครั้งคราว การหมักปุ๋ยปลาถ้าใช้เวลานานจะได้ปุ๋ยปลาที่มีคุณภาพและกลิ่นที่ดีบางครั้งการหมักปุ๋ยปลาที่ได้จะมีคุณภาพของปุ๋ยมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและกระบวนการหมัก แต่โดยทั่วไปจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ และโพแตสเซียม 0.5 – 1 เปอร์เซ็นต์ (สุริยา, 2542) ปุ๋ยน้ำหนักชีวภาพจากเศษปลาเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ของพืช และมีธาตุอาหารมาก เนื่องจากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากปลา เช่น หัวปลา ก้างปลา พุงปลา หรือเลือด แล้วนำมาผ่านกระบวนการหมักทิ้งไว้ 15 วัน ปุ๋ยหมักน้ำจะมีสีน้ำตาลคล้ำ และเติมน้ำตาลโมลาสเพิ่มขึ้นอีก หากมีกลิ่นเหม็นหมักต่อไปจนมีกลิ่นหอมของแอลกอฮอล์ สารละลายสีน้ำตาลเข้ม มีธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม และมีธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ส่วนธาตุอาหารเสริมที่พบได้แก่ เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส นอกจากนี้พบว่า ปุ๋ยปลาหมักยังมีแคลเซียม โปรตีน และกรดอะมิโน ซึ่งได้จากการย่อยของโปรตีน เมื่อกรดอะมิโนจับตัวกับธาตุอาหารพืช และเปลี่ยนรูปเป็นอะมิโน-คีเลท สามารถดูดซึมเข้าสู่พืชได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ยในรูปเหลือธรรมดาผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายโดยใช้เอนไซม์ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้วจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบกับธาตุอาหารหลักในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา แร่ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของปลาขึ้นอยู่กับธาตุอาหารหลักในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา แร่ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของปลาขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่ คือ น้ำและอาหารที่ปลากิน แร่ธาตุอาหารที่พบทั้งในปลาน้ำจืด และปลาน้ำเค็มมีประมาณ 60 ชนิด มีออกซิเจน 75

เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 10 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอน 0.6 – 0.8 เปอร์เซ็นต์ กำมะถัน 0.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่ธาตุอื่นมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก ปลาทูน่าจัดเป็นปลาที่มีไขมันต่ำ เนื้อเยื่อปลามีส่วนประกอบของไฮโดรเจน 19 – 20 เปอร์เซ็นต์ เกล็ดปลามีไนโตรเจน 2.5 – 3.5 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในรูปโปรคอลลาเจน แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของปลา และมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณธาตุอาหารพืช (เปอร์เซ็นต์) ในปุ๋ยปลา

ธาตุอาหารพืช	ปุ๋ยเชิงการค้า	ปุ๋ยปลาวิทยาศาสตร์
ไนโตรเจน	3.85	3.28
ฟอสฟอรัส	12.50	8.48
โปแตสเซียม	0.30	0.15
แคลเซียม	0.50	0.15
แมกนีเซียม	0.08	0.08
เหล็ก	0.02	0.15
สังกะสี	0.01	0.35
แมงกานีส	0.01	1.00
ทองแดง	น้อยมาก	0.05

ที่มา : สุริยา (2543)

2.3 ผักทดลองในแต่ละระบบ

2.3.1 ผักที่ใช้ในการทดลองระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

- ผักสลัดกรีนโอ๊ค เป็นผักตระกูลสลัดต่างประเทศ ปลูกได้ในเมืองไทยโดยการคัดสรรเมล็ดพันธุ์ดีนำเข้าจาก ฮอลแลนด์ ลักษณะเด่น : รูปทรงสวยเป็นพุ่ม ใบหยักมีสีเขียวอ่อน รสชาติหวานกรอบ คล้ายผักกาดหอม การประกอบอาหาร : เหมาะที่จะรับประทานสดรับประทานคู่กับแหนมเนือง รับประทานเป็นสลัด หรือทำเป็นผักเครื่องเคียงรองจานในยำ ใช้แทนผักกาดหอม กรีนโอ๊คจะมีรสชาติดีกว่าผักกาดหอม

- ผักสลัดเรดโอ๊ค เป็นผักตระกูลสลัดใบมีสีแดงเข้มและเขียวเข้ม แล้วแต่สายพันธุ์ มีกากใยอาหารมากช่วยล้างผนังลำไส้ กำจัดพวกไขมันและอนุมูลอิสระอันเป็นสาเหตุจากการเกิดมะเร็งในลำไส้ได้ ลักษณะเด่น : รูปทรงเป็นพุ่ม ใบหยักมีสีสวยงาม ใบละเอียด มีกากใยอาหารสูง ย่อยง่าย การประกอบอาหาร : ส่วนใหญ่จะใช้รับประทานสด ทำเป็นสลัด เป็นเครื่องเคียงในยำ

รับประทานคู่กับแหนมเนือง รสชาติคล้ายผักกาดหอมแต่จะหวานกว่า

- ผักสลัด บัตเตอร์เฮด บางครั้งเรียก Bibb หรือ Boston lettuce คือ สลัดกึ่งห่อหรือสลัดบัตเตอร์ใบจะอ่อนและนิ่ม ห่อปลีหลวม ใบในจะมีลักษณะคล้ายมีน้ำมัน หรือเนยจับที่ผิวใบ การปลูกในฤดูหนาวจะให้หัวขนาดใหญ่ และหัวแน่นกว่าฤดูร้อน การปลูกในฤดูร้อน ฤดูฝน ควรปลูกในโรงเรือนที่สามารถลดอุณหภูมิ ความเข้มของแสง และป้องกันฝน บางสายพันธุ์ในกลุ่มนี้จะมีความต้านทานต่อโรคใบด่างของสลัด (Lettuce Mosaic Virus : LMV) รสชาติดีแต่ไม่ทนทานต่อการขนส่ง

- ผักสลัด เรดคอลเรล เป็นผักตระกูลสลัดต่างประเทศใบมีสีแดง เป็นพืชฤดูเดียว มีลำต้นอวบสั้นและช่วงข้อถี่ ใบเจริญจากข้อเป็นกลุ่ม ลักษณะเด่น : รูปทรงเป็นพุ่ม ใบหยิกมีสีแดงปนสีน้ำตาล มีกากใยอาหารสูง ย่อยง่าย การประกอบอาหาร : ส่วนใหญ่จะรับประทานสด ทำเป็นสลัด มีรสชาติหวานกรอบ คล้ายผักกาดหอม (กรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2536)

2.3.2 ผักที่ใช้ในการทดลองระบบ Deep Flow Technique (DFT)

- ผักคะน้า ลักษณะทั่วไปมีระบบรากเป็นระบบรากแก้ว และมีรากแขนง จะแผ่อยู่ตามบริเวณผิวดิน (ศรานนท์, มปป.) ลำต้นผักคะน้ามีลำต้นตั้งตรงสีเขียวลำต้นอวบใหญ่กรอบเป็นพืชฤดูเดียวสูง 40 – 100 เซนติเมตร ผักคะน้าเป็นพืชใบเลียงเดี่ยวเรียงสลับรูปไข่ เนื้อใบหนาก้านใบยาว ขอบใบจักฟันเลื่อยและมักจะเป็นคลื่นโคนใบมักยื่นเป็นติ่งในบริเวณโคนต้นมีขนาดเล็กกว่าตอนปลายยอดซึ่งเป็นรูปขอบหนา ก้านใบสั้นไม่มีติ่ง ดอกผักคะน้ามีช่อดอกแบบ Raceme มีดอกสมบูรณ์กลีบเลียงมีสีเขียวหรือเขียวปนเหลืองผลเมื่อผลแก่และแห้งจัดจะเริ่มแตกตรงรอยตะเข็บ (วรรณา, 2546) เมล็ด ผักคะน้ามีเมล็ดกลมเล็กน้อยมีสีน้ำตาลเมื่อแก่เต็มที่ (ชำนาญ, 2547)

- ผักโขม ลักษณะทั่วไป เป็นพืชล้มลุก สูง 30 – 60 เซนติเมตร ลำต้นเป็นเหลี่ยมมนมีขนนุ่มปกคลุม ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปใบหอก สีเขียวหรือเขียวอมม่วง กว้าง 1 – 4 เซนติเมตร ยาว 3 – 6 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ดอกสีขาวอมเขียว ออกเป็นช่อยาวที่ปลายยอด ดอกย่อยขนาดเล็กจำนวนมาก กลีบดอกมี 5 กลีบ

2.3.3 ผักที่ใช้ในการทดลองระบบวัสดุปลูก (Substrate culture)

สำหรับการทดลองในครั้งนี้ ได้นำแตงกวาพืชที่นำมาทำการทดลองปลูกในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูก (Substrate culture)

ชื่อสามัญ : แตงกวา (Cucumber)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cucumber sativus* Linn.

ชื่อวงศ์ : Cucurbitaceae.

แตงกวาเป็นผักที่นิยมปลูกและบริโภคกันเกือบทุกประเภท เป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของผล แตงกวาเป็นพืชไม้เลื้อย อายุตั้งแต่หยอดเมล็ดหรือเพาะกล้าจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 30 – 40 วัน แตงกวาสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แตงกวามีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย และมีการปลูกในประเทศแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ยังมีการนำมาปลูกในประเทศจีน พม่า ไทย และลาว ต่อมาได้นำไปปลูกในทวีปยุโรป และได้รับการพัฒนาพันธุ์ให้เหมาะสมต่อการปลูกได้ในโรงเรือน ได้นำไปปลูกในทวีปอเมริกากลางและอเมริกาเหนือ และได้รับการพัฒนาพันธุ์อย่างมากในประเทศสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันแตงกวาจึงเป็นผักที่นิยมบริโภคทั่วโลก ทั้งในสภาพการบริโภคสดและแปรรูป (กรมการค้าภายใน, 2531; กมล, 2536; จารุลักษณ์, 2535)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

โดยธรรมชาติมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกดอกแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน เป็นพืชฤดูเดียว เถาเลื้อยหรือขึ้นค้าง

ระบบรากเป็นระบบรากแก้ว (tap root system) รากแขนงเป็นจำนวนมาก รากสามารถแผ่ทางด้านกว้าง และหยั่งลงได้ลึกถึง 1 เมตร

ลำต้นเป็นเถาเลื้อย เป็นเหลี่ยม มีขนขึ้นปกคลุมทั่วไป มีข้อยาว 10 – 20 ซม. มือเกาะเกิดออก มาตามข้อ โดยส่วนปลายของมือเกาะไม่มีการแตกแขนงเป็นหลายเส้น

ใบมีก้านใบยาว 5 – 15 ซม. ใบหยาบมีขนใบมีมุมใบ 3 – 5 มุม ปลายใบแหลม ใบใหญ่แบบ palmate มีเส้นใบ 5 – 7 เส้น

ดอกเพศเมียเป็นดอกเดี่ยวเกิดจากบริเวณมุม ใบหรือข้อมีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ รังไข่มีลักษณะกลมยาว 2 – 5 ซม. มีปุ่มนูนของหนามและขนชัดเจน ส่วนของยอดเกสรตัวเมียมี 2 – 5 แฉก

ดอกเพศผู้อาจเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อ มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกเหมือนดอกเพศเมีย ละอองเกสรตัวผู้ 3 อัน และมีก้านชูเกสรสั้นๆ ดอกเพศเมียและดอกเพศผู้บานในตอนเช้า และพร้อมรับการผสมเกสรดอกจะหุบ ตอนบ่ายภายในวันเดียวกัน การเกิดดอกตัวเมียนั้นขึ้นอยู่กับช่วงแสงและอุณหภูมิกล่าวคือ จะเกิดดอกตัวเมียมากกว่าดอกตัวผู้ในสภาพช่วงแสงสั้นและมีอุณหภูมิกลางคืนต่ำ ซึ่งตรงกับฤดูหนาวของเมืองไทย (กรมการค้าภายใน, 2531; กมล, 2536; จานุลักษณ์, 2535)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลองในระบบ (NFT)

3.1.1 อุปกรณ์

1. ถังหมักปลา 200 ลิตร 1 ถัง
2. หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด. 2
3. กากน้ำตาล
4. เศษปลาสับละเอียด (ปลาทะเล)
5. วัสดุปลูก (Perlite)
6. ถังบรรจุสารละลายธาตุอาหารขนาด 40 ลิตร
7. เครื่องวัดค่า pH meter และ EC meter
8. กระบอกตวง (Cylinder)
9. สารละลายกรด (HNO_3) และ ด่าง (KOH)
10. เครื่องชั่ง (kg), เครื่องชั่งทศนิยม (Balance) 2 และ 4 ตำแหน่ง
11. พืชทดลอง (Green oak, Red oak, Butter head และ Red coral)

3.1.2 การวางแผนการทดลอง

สำหรับการทดลองครั้งนี้ ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT ควบคู่กับการสำรวจโรค และศัตรูพืช

โดยทดสอบกับผักสลัด 4 ชนิด คือ กรีนโอ็ค เรดโอ็ค บัตเตอร์เฮด และเรดคลอเรล ซึ่งผักทุกชนิดมีแผนการทดลอง และวิธีการดำเนินการทดลองเดียวกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ และ 16 ต้น

สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC 1.2 mS/cm

สูตรที่2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC 1.2 mS/cm

สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC 0.6 mS/cm

สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC 1.2 mS/cm

3.1.3 วิธีการทดลอง

การดำเนินการทดลองในครั้งนี้ได้แบ่งเป็น 4 การทดลอง ตามชนิดของพืช คือ กรีนโอ็ค

เรดโอ็ค บัตเตอร์เฮด และเรดคอลเรล สำหรับการทดลองครั้งนี้ได้เตรียมสารละลายธาตุอาหาร ทั้งหมด 4 สูตร (กรรมวิธี)

กรรมวิธีที่ 1 สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน

ประกอบด้วย Stock A 200 cc. Stock B 200 cc. ผสมน้ำ 40 ลิตร วัดค่า EC = 1.2 mS/cm

กรรมวิธีที่ 2 สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1)

ประกอบด้วย Stock A 100 cc. Stock 1 200 cc. ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 200 cc. ผสมน้ำ 40 ลิตร วัดค่า EC = 1.2 mS/cm

กรรมวิธีที่ 3 สูตรอาหารสูตร 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ประกอบด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 200 cc. ผสมน้ำ 40 ลิตร วัดค่า EC = 0.6 mS/cm

กรรมวิธีที่ 4 สูตรอาหารสูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ประกอบด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 400 cc. ผสมน้ำ 40 ลิตร วัดค่า EC = 1.2 mS/cm

การทดลองย่อยทั้ง 2 มีวิธีการดำเนินการเหมือนกันแตกต่างกันที่ชนิดของผัก โดยทำการปลูกผักสลัด 2 ชนิด ในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

ตารางที่ 2 แสดงการดำเนินการปลูกผักสลัด 4 ชนิด ในระบบ NFT

	วิธีดำเนินการ			
ชนิดพืช	**เพาะเมล็ด**	**ระบบอนุบาล**	**ระบบทดลอง**	**เก็บเกี่ยว**
1. กรีนโอ็ค	3 มี.ค. 49	8 มี.ค. 49	28 มี.ค. 49	21 เม.ย. 49
2. เรดโอ็ค	7 เม.ย. 49	11 เม.ย. 49	26 เม.ย. 49	26 พ.ค. 49
3. บัตเตอร์เฮด	6 ก.ค. 49	13 ก.ค. 49	27 ก.ค. 49	24 ส.ค. 49
4. เรดคลอเรล	12 ม.ค. 50	19 ม.ค. 50	26 ม.ค. 50	23 ก.พ. 50

3.1.4 การบันทึกข้อมูล

1. วัดความสูง (ซม.)
2. ขนาดทรงพุ่ม (ซม.)
3. จำนวนใบ
4. น้ำหนักสดและแห้ง (กรัม/ต้น)
5. ลักษณะอาการผิดปกติ

6. บันทึกภาพ

3.2 อุปกรณ์และวิธีการทดลองในระบบ (DFT)

3.2.1 อุปกรณ์

1. ถังหมักปลา 200 ลิตร 1 ถัง
2. หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด. 3
3. กากน้ำตาล
4. เศษปลาสับละเอียด (ปลาทะเล)
5. วัสดุปลูก (Perlite)
6. กระบะสี่เหลี่ยม
7. หัวทราย
8. โฟม
9. เครื่องวัดค่า pH meter และ EC meter
10. กระบอกตวง (Cylinder)
11. สารละลายกรด (HNO_3) และ ด่าง (KOH)
12. ไม้บรรทัด
13. เครื่องอบแห้ง
14. เครื่องชั่ง (kg) , เครื่องชั่งทศนิยม (Balance) 2 และ 4 ตำแหน่ง
15. พืชทดลอง (ผักคะน้าและผักโขม)

3.2.2 การวางแผนการทดลอง

สำหรับการทดลองครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อยตามชนิดของพืช คือ 1. ผักคะน้า 2. ผักโขม

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 กรรมวิธี คือ สูตรธาตุอาหาร กรรมวิธีละ 4 ซ้ำๆ ละ 9 ต้น

สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานค่า EC = 2.4 mS/cm

สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานค่า ผสมปุ๋ยอินทรีย์ ค่า EC = 2.4 mS/cm

สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ ค่า EC = 1.2 mS/cm

สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์ ค่า EC = 2.4 mS/cm

3.2.3 วิธีการทดลอง

การดำเนินการทดลองในครั้งนี้ได้แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ตามชนิดของพืช คือ 1. ผักคะน้า 2. ผักโขม ซึ่งปัจจัยในการศึกษาในแต่ละการทดลองเหมือนกัน คือ สูตรสารละลายธาตุอาหารต่างกันเฉพาะค่า EC เพราะใช้ค่า EC ตามชนิดที่ปลูก

การทดลองครั้งนี้ได้เตรียมสารละลายธาตุทั้งหมด 4 สูตร (กรรมวิธี)

กรรมวิธีที่ 1 สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน

ประกอบด้วย Stock A 530 cc. Stock B 530 cc. ผสมน้ำ 53 ลิตร วัดค่า EC = 2.4 mS/cm

กรรมวิธีที่ 2 สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1)

ประกอบด้วย Stock A 530 cc. Stock B 530 cc. ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 265 cc. ผสมน้ำ 53 ลิตร วัดค่า EC = 2.4 mS/cm

กรรมวิธีที่ 3 สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ประกอบด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 530 cc. ผสมน้ำ 53 ลิตร วัดค่า EC = 1.2 mS/cm

กรรมวิธีที่ 4 สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ประกอบด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1060 cc. ผสมน้ำ 53 ลิตร วัดค่า EC = 2.4 mS/cm

3.2.4 การบันทึกข้อมูล

1. วัดความสูง (ซม.)
2. ขนาดทรงพุ่ม (ซม.)
3. น้ำหนักสดและแห้งของต้นและราก (กรัม)
4. ลักษณะอาการผิดปกติ
5. บันทึกภาพ

3.3 อุปกรณ์และวิธีการทดลองในระบบ (Substrate culture)

3.3.1 อุปกรณ์

1. ถังหมักปลา 200 ลิตร 1 ถัง
2. หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด. 1
3. กากน้ำตาล
4. เศษปลาสับละเอียด (ปลาทะเล)
5. วัสดุปลูก (Perlite)
6. ถังบรรจุสารละลายธาตุอาหารขนาด 200 ลิตร 4 ถัง

7. เครื่องวัดค่า pH meter และ EC meter

8. กระบอกตวง (Cylinder)

9. สารละลายกรด (HNO_3) และ ด่าง (KOH)

10. เครื่องชั่ง (kg), เครื่องชั่งทศนิยม (Balance) 2 และ 4 ตำแหน่ง

11. พืชทดลอง (แตงกวาญี่ปุ่น)

3.3.2 การวางแผนการทดลอง

สำหรับการทดลองครั้งนี้ วางแผนการทดลอง แบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 กรรมวิธี (สูตรธาตุอาหาร) กรรมวิธีละ 4 ซ้ำๆ ละ 4 ต้น ดังนี้

สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานค่า EC = 3.0 mS/cm

สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์ ค่า EC = 3.0 mS/cm

สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ ค่า EC = 1.5 mS/cm

สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์ ค่า EC = 3.0 mS/cm

3.3.3 วิธีการทดลอง

การดำเนินการทดลองปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้นำต้นกล้าแตงกวาญี่ปุ่นปลูกลงในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกแล้วให้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ ทั้ง 4 กรรมวิธี (อายุ 1 สัปดาห์ นับจากเพาะเมล็ด)

สำหรับการทดลองครั้งนี้ได้เตรียมสารละลายธาตุทั้งหมด 4 สูตร ในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน

ประกอบด้วย Stock A 2 ลิตร Stock B 2 ลิตร ผสมน้ำ 200 ลิตร วัดค่า EC = 3.0 mS/cm

กรรมวิธีที่ 2 สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1)

ประกอบด้วย Stock A 1 ลิตร Stock B 1 ลิตร ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 2 ลิตร ผสมน้ำ 200 ลิตร วัดค่า EC = 3.0 mS/cm

กรรมวิธีที่ 3 สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ประกอบด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 2 ลิตร ผสมน้ำ 200 ลิตร วัดค่า EC = 1.5 mS/cm

กรรมวิธีที่ 4 สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ประกอบด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 4 ลิตร ผสมน้ำ 20 ลิตร วัดค่า EC = 3.0 mS/cm

การทดลองมีวิธีการดำเนินการปลูกแตงกวาในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการดำเนินการทดลองปลูกแตงกวา ในระบบวัสดุปลูก

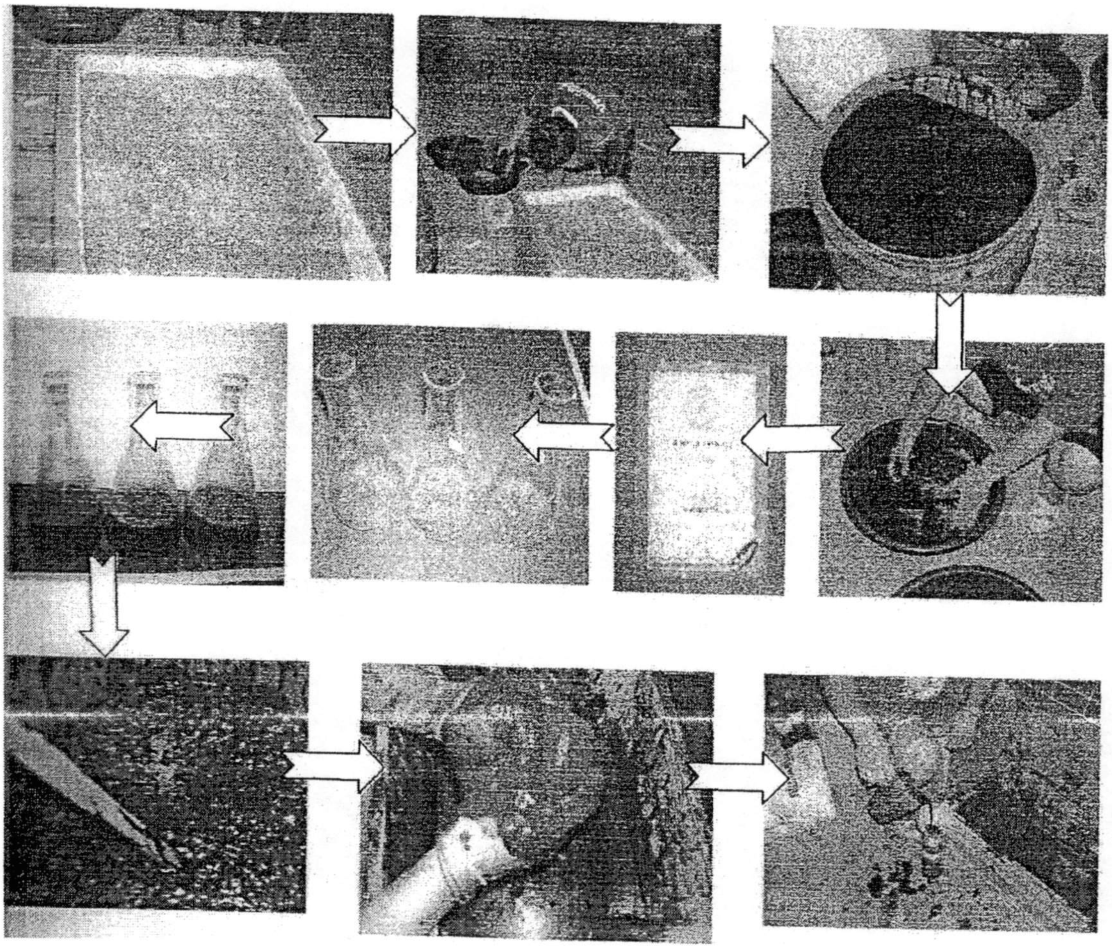
	วิธีดำเนินการ			
ชนิดพืช	**เพาะเมล็ด**	**ระบบอนุบาล**	**ระบบทดลอง**	**เก็บเกี่ยว**
แตงกวา	13 มี.ค. 49	20 มี.ค. 49	11 เม.ย. 49	4 พ.ค. 49

3.3.4 การบันทึกข้อมูล

1. วัดความสูง (ซม.)
2. จำนวนข้อปล้อง
3. จำนวนกิ่งแขนง
4. จำนวนผล
5. น้ำหนักผล (กรัม)

- **ขั้นตอนการเตรียมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ สูตรปลาหมึกโดยใช้สารอินทรีย์ ของสุริยา (2544)**

ใช้ปลาเป็ดหรือเศษปลา 60 กิโลกรัม บดให้ละเอียดจะช่วยให้เกิดการย่อยสลายเร็วขึ้น ใส่กากน้ำตาลลงไปผสม 45 กิโลกรัม เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์พด. 2 1 ถุง โดยนำหัวเชื้อมาละลายในน้ำทิ้งไว้ 30 นาที คนให้เข้ากับน้ำแล้วนำไปเทผสมกับปลาในถัง 200 ลิตร เติมอากาศแบบใช้กับตู้ปลา ถังละ 1 หัว เปิดเครื่องเป่าอากาศตลอดเวลา หมักทิ้งไว้ 10 วัน เนื้อปลาจะย่อยสลายหมด ส่วนของกระดูกปลาจะใช้เวลาประมาณ 20 วัน จึงย่อยสลายหมด ดังภาพที่ 1

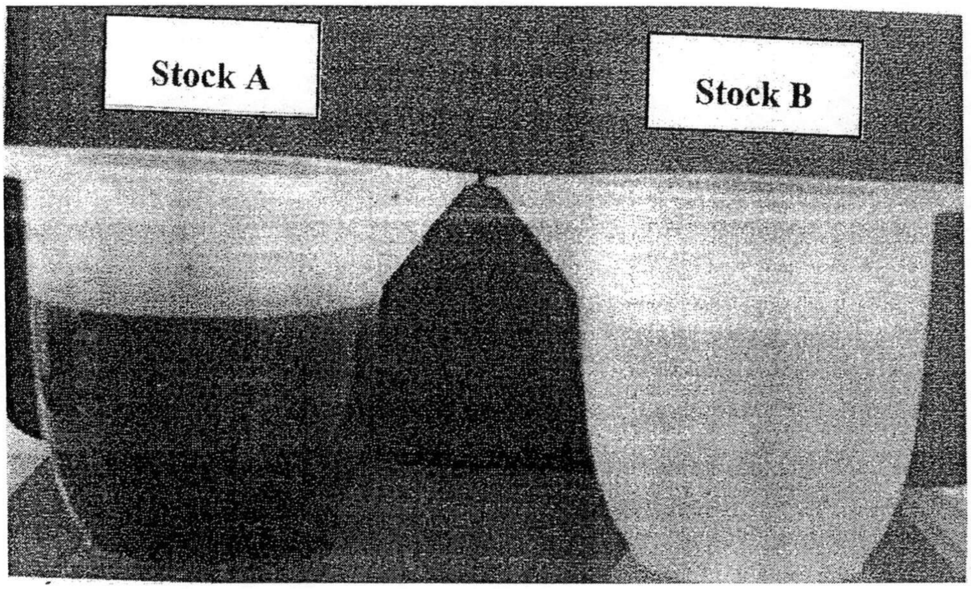


ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการเตรียมปุ๋ยน้ำ

- **ขั้นตอนการเตรียมสูตรอาหารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน** ของ Benoit (1991) ที่ความเข้มข้น 200 เท่า จำนวน 20 ลิตร ประกอบด้วย

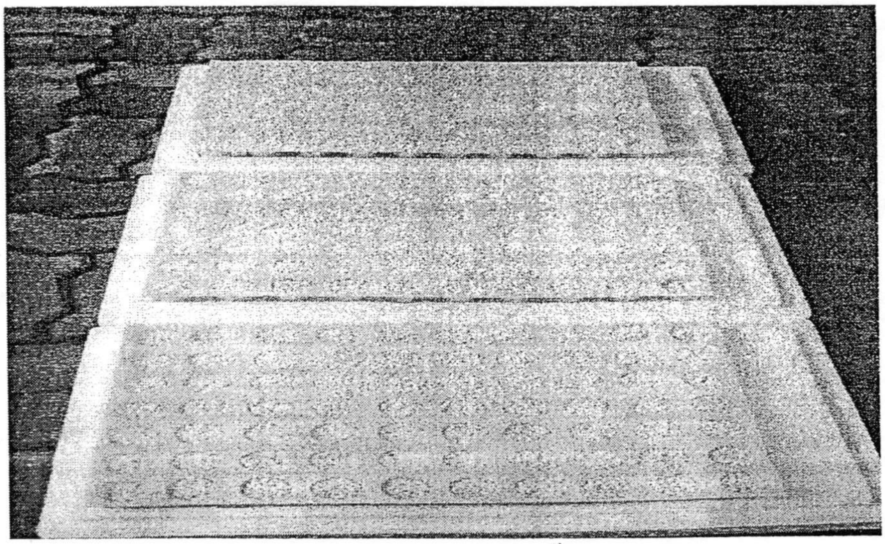
Stock A = Calcium nitrate 2,680 g. , Potassium nitrate 1,184 g. และ Fe (EDTA) 160 g.

Stock B = Potassium nitrate 1,184 g., Potassium phosphate 708 g. , Magnesium sulphate 640 g., Magnesium sulphate 3.4 g., Boric 5.7 g., Zing sulphate 2.3 g., Copper sulphate 0.38 g และ. Sodium molybdate 0.24 g.



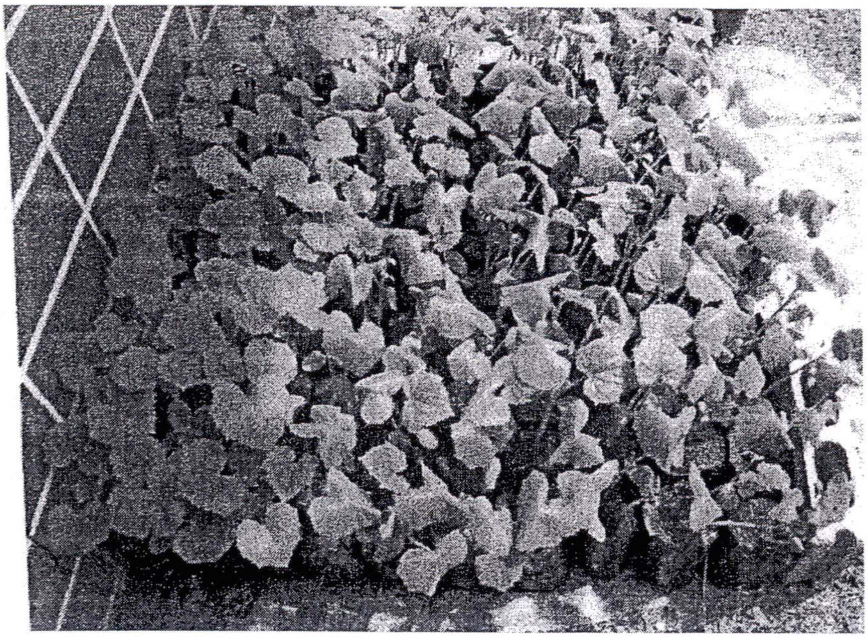
ภาพที่ 2 แสดงละลายธาตุอาหารมาตรฐาน

- **ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**
  - เพาะเมล็ดและอนุบาลต้นกล้าในกระบะ (ภาพที่ 3 และ 4)



ภาพที่ 3 การเพาะเมล็ด และอนุบาลต้นกล้าในกระบะด้วยน้ำเปล่าของระบบ NFT และ DFT

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 4 การเพาะเมล็ดและอนุบาลต้นกล้าของระบบ Substrate culture

- อนุบาลต้นกล้าใช้สารละลายธาตุอาหาร EC = 0.5 mS/cm, pH = 5.8
- ลงระบบทดลองและการดูแลรักษาโดยควบคุมค่า EC, pH ช่วงเย็นของทุกวัน

- การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

- ระยะเวลาในการดำเนินการศึกษา

มีนาคม 2549 - กุมภาพันธ์ 2550

- สถานที่ดำเนินงาน

โรงเรือนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และห้องปฏิบัติการสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

107395

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองในระบบ (NFT)

4.1.1 ผักสลัดกรีนโอ๊ค (Green oak)

จากการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm และสูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm โดยบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละหนึ่งครั้งใช้ระยะเวลา 5 สัปดาห์จนครบอายุการเก็บเกี่ยว ผลปรากฏว่า

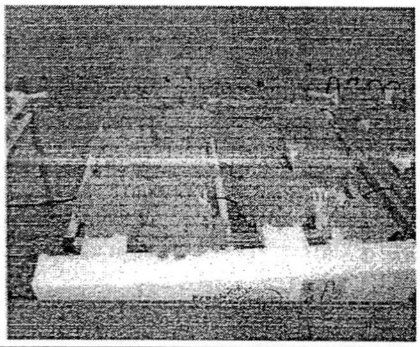
ความสูงต้น

หลังจากการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความสูงต้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 1 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าความสูงของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) ความสูงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 2.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ = 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีความสูงเท่ากันทั้ง 3 สูตร คือ 1.3 เซนติเมตร และเมื่อผักสลัดกรีนโอ๊คมีอายุนับจาก 2 สัปดาห์จนถึงสัปดาห์ 5 พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความสูงต้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่าความสูงของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 10.4 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 6.0 และ 4.4 เซนติเมตร ส่วนสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 3.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 และ ภาพที่ 5

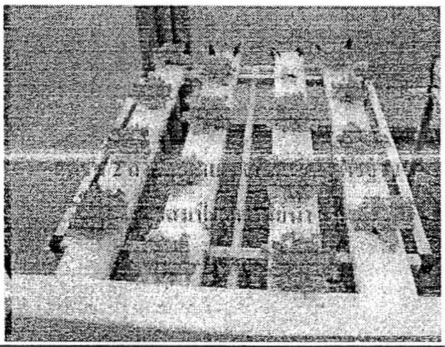
ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม.)**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	2.0a	3.8a	6.5a	8.2a	10.4a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	1.3b	2.8b	3.5b	4.4b	6.0b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	1.3b	2.7b	3.3b	3.4b	4.4b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	1.3b	2.5b	2.6b	3.1b	3.3c
กรรมวิธี	*	**	**	**	**

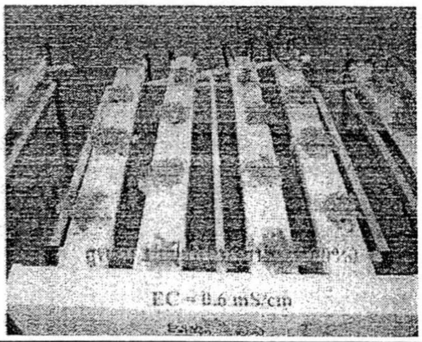
1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



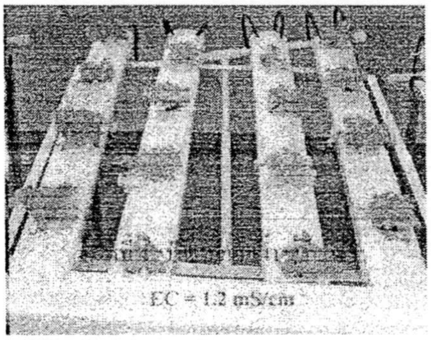
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm



สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm



สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm



สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm

ภาพที่ 5 แสดงต้นผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 5 สัปดาห์

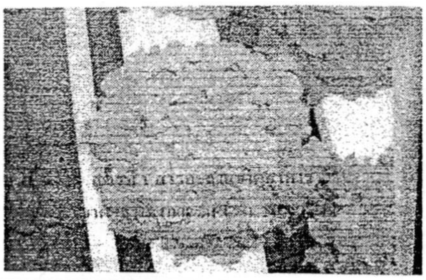
จำนวนใบ

หลังจากการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ จำนวนใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อผักสลัดกรีนโอ๊ค มีอายุนับจาก 2 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 5 อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อจำนวนใบโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 2 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) มีจำนวนใบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 6.6 ใบ แตกต่างกับ สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 5.1 4.9 และ 4.3 ใบ ตามลำดับ และเมื่อบันทึกผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่า จำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 21.6 ใบ มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ย 13.3 11.9 และ 8.5 ใบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5 และ ภาพที่ 6

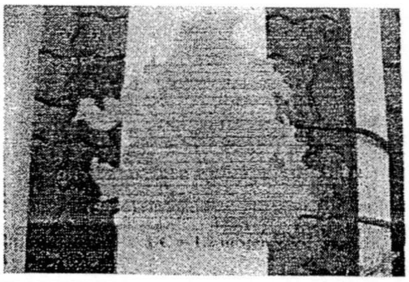
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**จำนวนใบ**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	4.2a	6.6a	9.0a	15.8a	21.6a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.5b	5.1b	7.1b	10.5b	13.3b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	3.4b	4.9b	6.5b	9.0b	11.9b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.1b	4.3b	6.5b	8.2b	8.5c
กรรมวิธี	*	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

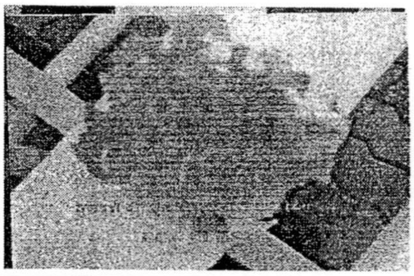


สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร มาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm



สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm

สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm



สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm

ภาพที่ 6 แสดงจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5

ความกว้างของทรงพุ่ม

หลังจากการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ และสัปดาห์ที่ 4 ความกว้างของทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและพบว่าในสัปดาห์ที่ 2 3 และ 5 ความกว้างของทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 1 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าความกว้างของทรงพุ่มที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) มีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 13.2 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 10.8 10.6 และ 10.5 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อบันทึกผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่า ความสูงของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 21.6 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ย 13.3 11.9 และ 8.5 ใบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**จำนวนใบ**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	13.2a	16.3a	18.2a	19.5a	20.7a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	10.8b	12.9b	12.3b	13.2b	13.5b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	10.6b	11.9b	11.8b	12.2b	11.6b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	10.5b	11.6b	11.3b	11.7b	11.1c
กรรมวิธี	*	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักสดของผักสลัดกรีนโอ๊ค

- น้ำหนักสดของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีกว่าที่ปลูกในสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังแสดงในตารางที่ 7

- น้ำหนักสดของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของรากอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบกับที่ปลูกในสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังแสดงในตารางที่ 7

น้ำหนักแห้งของผักสลัดกรีนโอ๊ค

- น้ำหนักแห้งของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 7

น้ำหนักแห้งของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**น้ำหนักสด1/**		**น้ำหนักแห้ง1/**	
	ต้น	**ราก**	**ต้น**	**ราก**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	65.4a	12.3a	5.6a	0.8a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	15.2b	0.8b	1.3b	0.0b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	10.6b	0.0b	1.1b	0.0b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	10.5b	0.0b	1.0b	0.0b
กรรมวิธี	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 ผักสลัดเรดโอ๊ค (Red oak)

จากความสูงต้นของผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในระบบ NFT คือ สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm และสูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำค่า EC = 1.2 mS/cm โดยบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ใช้ระยะเวลา 2 สัปดาห์จนมีการเก็บเกี่ยว ผลปรากฏว่า

ความสูงต้น

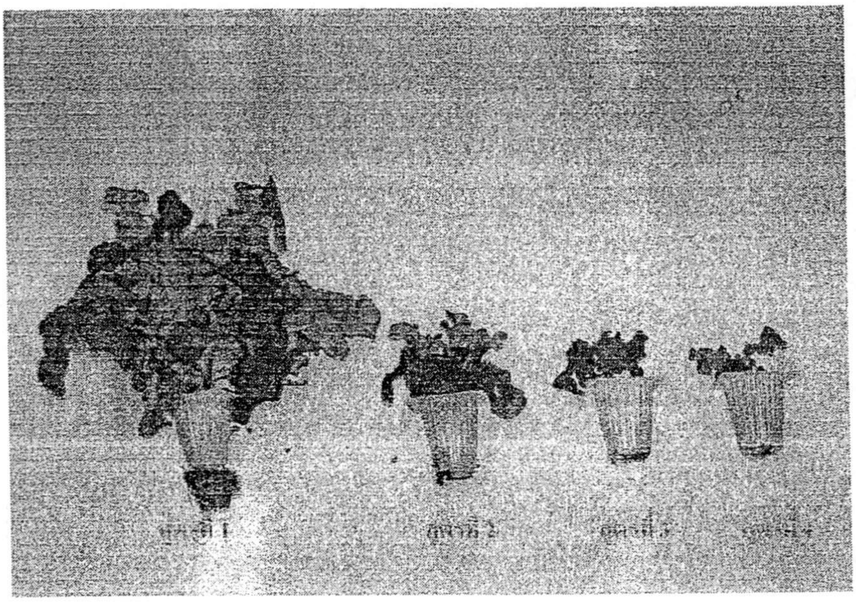
หลังจากการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ และสัปดาห์ที่ 2 พบว่าอิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความสูงต้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ของการบันทึกผลการทดลองพบว่าความสูงของผักสลัดเรดโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) ความสูงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.8 1 1.6 และ 2.3 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา ในสูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ = 1:1) มีค่าเฉลี่ย 0.7 เซนติเมตร และมีความแตกต่างในค่าเฉลี่ย 0.7 และ 1.3 เซนติเมตร ในสูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) มีค่าเฉลี่ย 0.5 เซนติเมตร แตกต่างกันในค่าเฉลี่ย 0.7 และ 1.5 เซนติเมตร และในสูตรที่ 4

(ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 0.4 เซนติเมตรแตกต่างกันที่ค่าเฉลี่ย 0.7 และ 1.2 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 7

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	ความสูงต้น (ซม.)[1/]		
สัปดาห์ที่	1	2	3
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	0.8a	1.6a	2.3a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	0.7a	1.0b	1.3b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	0.5a	0.7b	1.5b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	0.4a	0.7c	1.2c
กรรมวิธี	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 แสดงต้นของเรดโอ๊คในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร

จำนวนใบ

หลังจากการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ จำนวนใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อผักสลัดเรดโอ๊คมีอายุ 2 สัปดาห์ถึง สัปดาห์ที่ 3 อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อจำนวนใบโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ของการบันทึกผลการทดลองพบว่าจำนวนใบของผักสลัดเรดโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) มีจำนวนใบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.6 และ 3.9 ใบ ตามลำดับ แตกต่างกับ สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ = 1:1) มีค่าเฉลี่ย 2.5 และ 2.6 ใบ ในสูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) มีค่าเฉลี่ย 2.4 และ 2.4 ใบ และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 2.3 และ 2.6 ใบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	ความสูงต้น (ซม.)1/		
สัปดาห์ที่	1	2	3
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	1.7a	3.6a	3.9a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	1.6a	2.5b	2.6b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	1.5a	2.4b	2.4b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	1.4a	2.3b	2.6b
กรรมวิธี	ns	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความกว้างของทรงพุ่ม

หลังจากการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ และสัปดาห์ที่ 2 และ 3 พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความกว้างของทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าความกว้างของทรงพุ่มของผักสลัดเรดโอ๊คที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) ความสูงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 6.0 มี

ความแตกต่างกัน 9.3 และ 2.3 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) มีค่าเฉลี่ย 4.0 5.7 เซนติเมตร และแตกต่างกัน 1.3 เซนติเมตร สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ในสัปดาห์ที่ 1 และ 3 ค่าเฉลี่ย 3.5 และ 1.5 เซนติเมตร แตกต่างจาก สัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ย 5.1 เซนติเมตร สูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 3.4 และแตกต่างกัน 4.8 และ 1.2 ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	ความสูงต้น (ซม.)1/		
สัปดาห์ที่	1	2	3
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	6.0a	9.3a	2.3a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	4.0a	5.7b	1.3bc
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	3.5b	5.1bc	1.5b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.4b	4.8c	1.2c
กรรมวิธี	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักสดของผักสลัดกรีนโอ๊ค

- น้ำหนักสดของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีกว่าที่ปลูกในสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังแสดงในตารางที่ 11

น้ำหนักสดของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของรากอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบที่ปลูกในสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังแสดงในตารางที่ 11

น้ำหนักแห้งของผักสลัดกรีนโอ๊ค

- น้ำหนักแห้งของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 11

- น้ำหนักแห้งของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	น้ำหนักสด1/		น้ำหนักแห้ง1/	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	11.2a	1.6a	0.5a	0.0a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	2.1b	0.0b	0.04b	0.0b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	1.4b	0.0b	0.0b	0.0b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	0.8b	0.0b	0.0b	0.0b
กรรมวิธี	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.1.3 ผักสลัดบัตเตอร์เฮด (Butter head)

จากการปลูกผักสลัดบัตเตอร์เฮด (Butter head) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์จนครบอายุการเก็บเกี่ยว โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ = 1:1) EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm และสูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ EC = 1.2 mS/cm โดยบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ผลปรากฏว่า

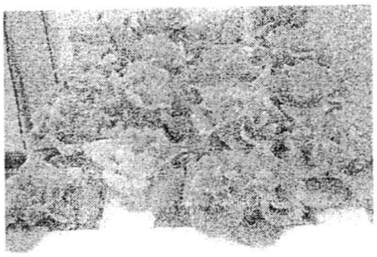
จำนวนใบ

หลังจากการปลูกผักสลัดบัตเตอร์เฮดลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบจนถึงสัปดาห์ที่ 5 จำนวนใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) มีค่าเฉลี่ย 33.56 25.66 28.80 และ 21.68 ใบ ตามลำดับ แต่ผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสูตรที่ 2 3 และ 4 ที่มีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ จะมีใบที่มีขนานเล็กและมีลักษณะบางกว่าผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสูตรที่ 1 ที่มีสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 12 และ ภาพที่ 8

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**จำนวนใบ**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	5.74a	12.56a	9.0a	15.8a	21.6a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	6.05b	12.45a	18.05a	23.95a	25.66a
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	6.47b	12.04a	16.81a	23.60a	28.80a
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	6.47b	11.47a	15.57a	19.32a	21.68a
กรรมวิธี	ns	ns	ns	ns	ns

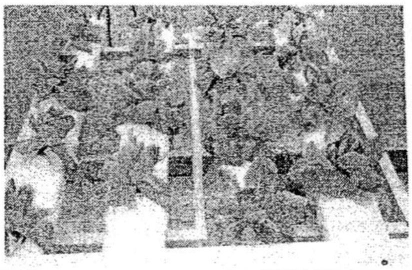
1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร
มาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm

สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน
ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm

สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm



สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm

ภาพที่ 8 แสดงจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5

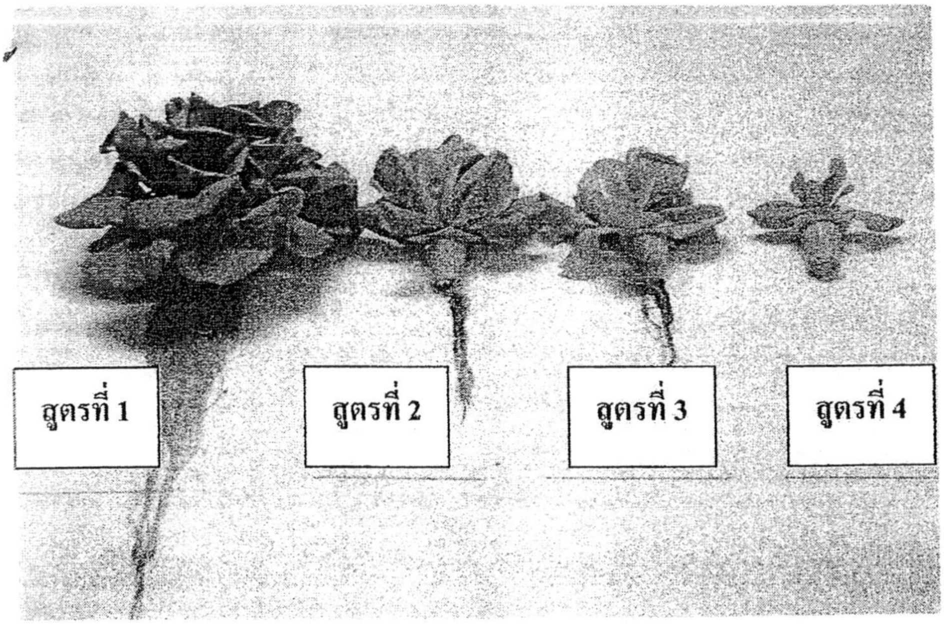
ความสูงต้น

หลังจากการปลูกผักสลัดบัตเตอร์เฮดลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบจนมีอายุ 4 สัปดาห์ ความสูงของสลัดบัตเตอร์เฮดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กล่าวคือ จากการบันทึกข้อมูลในสัปดาห์ที่ 4 ความสูงของสลัดบัตเตอร์เฮดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ = 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) สูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) มีค่าเฉลี่ยคือ 9.66 8.33 8.50 7.71 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อบันทึกผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่า ความสูงของสลัดบัตเตอร์เฮด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 5 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่า ความสูงของสลัดบัตเตอร์เฮดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) มีความมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 11.21 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ = 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) สูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 9.18 9.38 และ 7.95 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 13 และภาพที่ 9

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม)**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	5.83a	6.33a	6.29a	9.66a	11.2a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	5.59a	6.21a	6.24a	8.33a	9.18b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	5.72a	6.23a	6.19a	8.50a	9.38b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	5.61a	6.46a	6.43a	7.71a	7.95b
กรรมวิธี	ns	ns	ns	ns	*

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 9 แสดงต้นผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในสัปดาห์ที่ 5

ความกว้างของทรงพุ่ม

หลังจากการปลูกผักสลัดบัตเตอร์เฮดในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ และสัปดาห์ที่ 2 ความกว้างทรงพุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อผักสลัดบัตเตอร์เฮดมีอายุ 3 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 5 อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความกว้างของทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าความกว้างของทรงพุ่มของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) มีกว้างทรงพุ่มมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 19.56 23.38 และ 22.98 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างกับ สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) มีค่าเฉลี่ย 16.74 17.53 และ 17.74 เซนติเมตร ตามลำดับ สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) มีค่าเฉลี่ย 15.61 15.67 และ 17.22 เซนติเมตร ตามลำดับ และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 14.35 14.48 และ 15.05 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 10

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

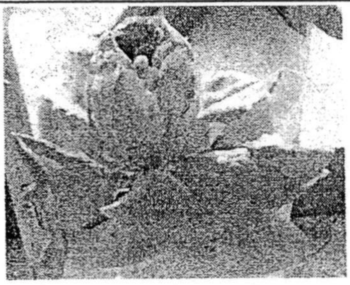
สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความกว้างทรงพุ่ม1/**				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	12.37a	16.16a	19.56a	23.38a	22.98a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	11.65a	15.25a	16.74b	17.53b	17.74b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	11.89a	15.03a	15.61cb	15.67c	17.22b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	11.80a	14.89a	14.35a	14.48c	15.05b
กรรมวิธี	ns	ns	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร
มาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm

สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน
ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm

สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm



สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm

ภาพที่ 10 แสดงจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5

น้ำหนักสดของผักสลัดบัตเตอร์เฮด

- น้ำหนักสดของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีกว่าที่ปลูกในสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 11

- น้ำหนักสดของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของรากอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบที่ปลูกในสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 12

น้ำหนักแห้งของผักสลัดบัตเตอร์เฮด

- น้ำหนักแห้งของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 11

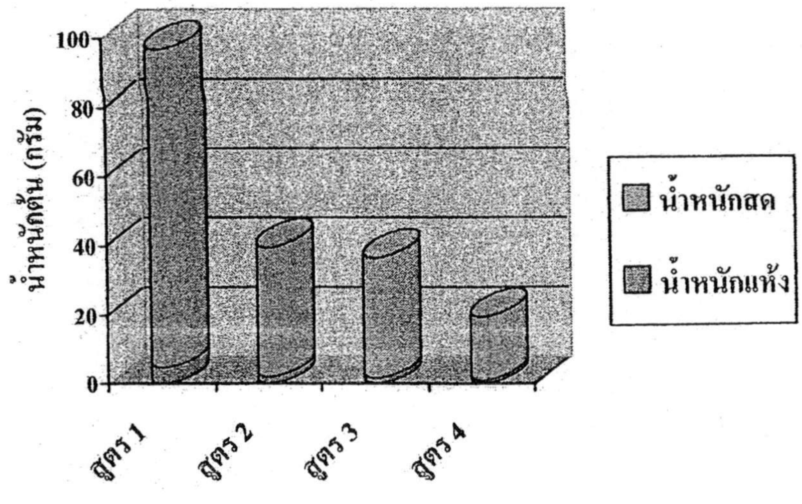
- น้ำหนักแห้งของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 12

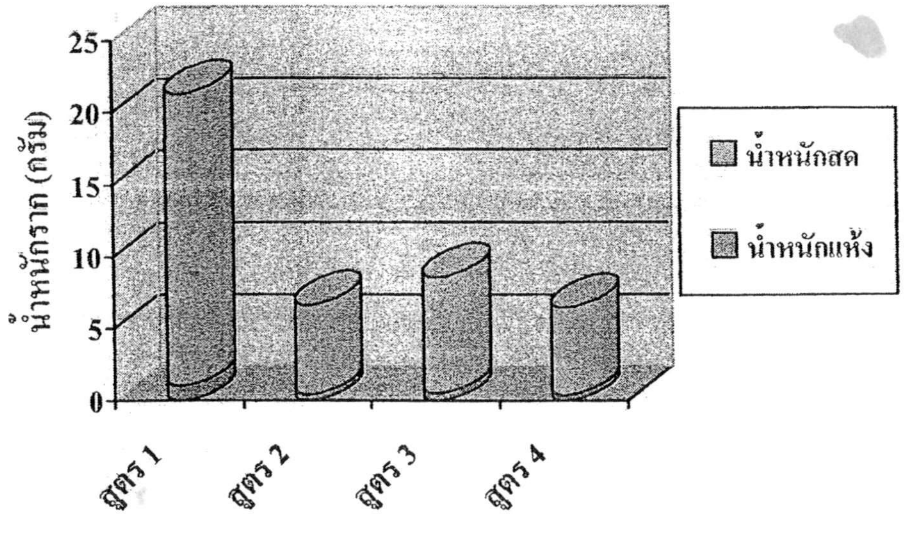
ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**น้ำหนักสด 1/**		**น้ำหนักแห้ง 1/**	
	ต้น	**ราก**	**ต้น**	**ราก**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	62.11a	20.26a	4.65a	1.04a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	37.47b	6.24b	2.11b	0.42b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	34.91b	8.06b	1.71b	0.53b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	18.62b	6.08b	1.07b	0.35b
กรรมวิธี	*	**	**	*

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 11 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของต้นผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 12 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของรากผักสลัดบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว

4.1.4 ผักสลัดเรดคอลเรล (Red coral)

จากการปลูกผักสลัดเรดคอลเรด (Red coral) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ = 1:1) EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm และสูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ EC = 1.2 mS/cm โดยบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ระยะเวลา 5 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า

จำนวนใบ

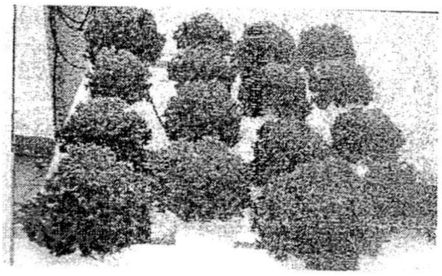
หลังจากการปลูกผักสลัดเรดคอลเรดลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ จำนวนใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อผักสลัดเรดคอลเรดมีอายุนับจาก 2 สัปดาห์ถึงสัปดาห์ที่ 5 อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อจำนวนใบโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 2 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าจำนวนใบของผักสลัดเรดคอลเรดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) มีจำนวนใบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 9.97 ใบ แตกต่างกับ สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 7.60 5.87 และ 4.77 ใบ ตามลำดับ และเมื่อบันทึกผลการทดลองใน

สัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่า จำนวนใบของผักสลัดเรดคอลเรด ที่ใช้สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 19.37 ใบ มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ย 17.41 11.06 และ 7.85 ใบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 16 และ ภาพที่ 13

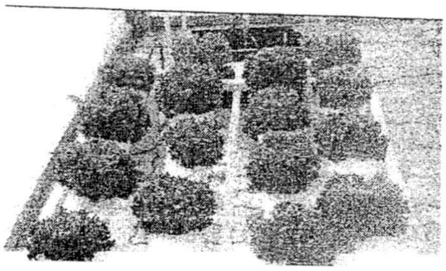
ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**จำนวนใบ[1/]**				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.97a	9.97a	13.12a	18.03a	19.35a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.35a	7.60b	10.9b	14.87b	17.41b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	3.58a	5.87cb	8.8b	10.35cb	11.06c
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.41a	4.77c	6.41b	7.47b	7.85c
กรรมวิธี	ns	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

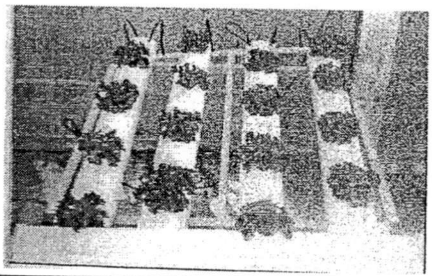


สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหาร มาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm



สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm

สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm



สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm

ภาพที่ 13 แสดงจำนวนใบของผักสลัดเรดคอลเรลที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5

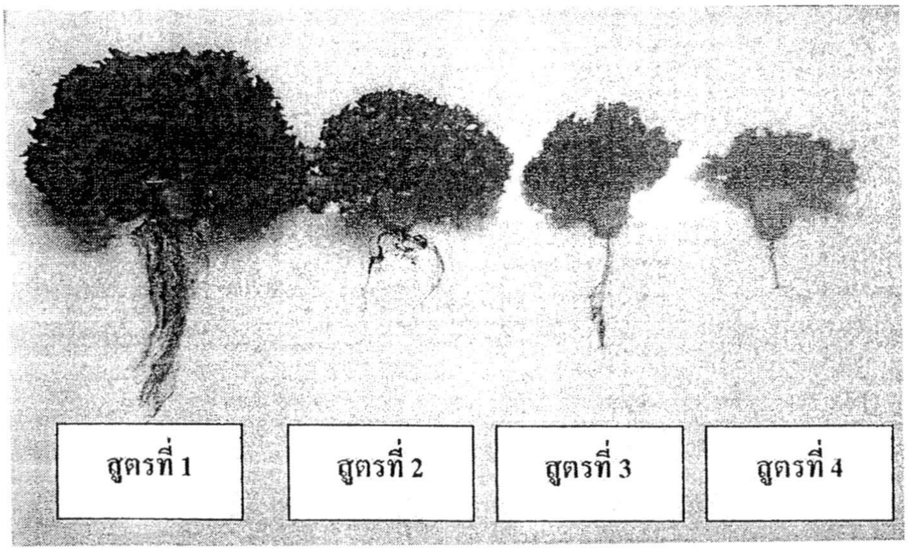
ความสูงต้น

หลังจากการปลูกผักสลัดเรดคอลเรดลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ ความสูงไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อผักสลัดเรดคอลเรดมีอายุนับจาก 2 สัปดาห์ถึงสัปดาห์ที่ 5 อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความสูงโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 2 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าความสูงของผักสลัดเรดคอลเรดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) ความสูงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 7.59 เซนติเมตร แตกต่างกับ สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 6.08 5.38 และ 4.04 เซนติเมตร และเมื่อผักผักสลัดเรดคอลเรดมีอายุ 5 สัปดาห์ พบว่า ความสูงของผักสลัดเรดคอลเรดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 15.57 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ย 11.43 8.19 และ 5.32 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 17 และ ภาพที่ 14

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม)**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.64a	7.59a	10.15a	12.67a	15.57a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.75a	6.08ba	7.82b	9.83ba	11.43b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	3.57a	5.38cb	5.74cb	7.29cb	8.19b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.57a	4.04c	4.11c	5.08c	5.32c
กรรมวิธี	ns	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 14 แสดงต้นผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในสัปดาห์ที่ 5

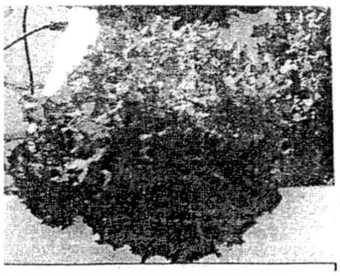
ความกว้างของทรงพุ่ม

หลังจากการปลูกผักสลัดเรดคอลเรดในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่าในสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ ความกว้างทรงพุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 1 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่าความกว้างของทรงพุ่มของผักสลัดเรดคอลเรดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน) สูตรที่ 2 (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1:1) สูตรที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) และสูตรที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ย 3.35 3.06 และ 3.36 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อผักสลัดเรดคอลเรดมีอายุนับจาก 2 สัปดาห์จนถึงสัปดาห์ 5 พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความกว้างทรงพุ่มโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่า ความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดเรดคอลเรดที่ใช้สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 16.95 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 12.00 6.99 และ 4.65 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 18 และภาพที่ 15

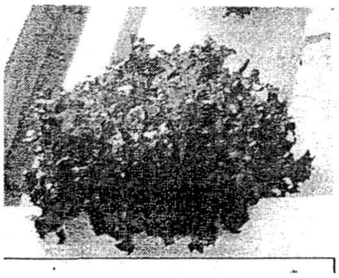
ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดเรดคอลเรด ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT ในแต่ละสัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความกว้างทรงพุ่ม1/**				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.35a	10.70a	13.23a	14.58a	16.95a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.06a	9.94a	10.92b	11.59b	12.00b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	3.39a	5.74b	6.26c	6.51c	6.99c
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	3.36a	4.95b	4.87c	4.66c	4.65c
กรรมวิธี	ns	**	**	**	**

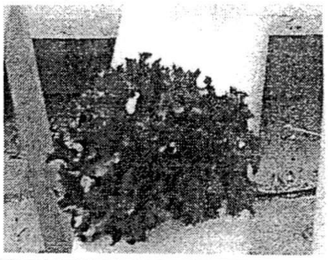
1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



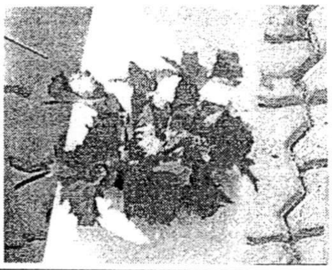
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน EC = 1.2 mS/cm



สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm



สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm



สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm

ภาพที่ 15 แสดงจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5

น้ำหนักสดของผักสลัดเรดคอลเรล

- น้ำหนักสดของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีที่สุดคือ 89.04 กรัม มีแตกต่างจากสูตรที่ 2 3 และ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 78.93 39.41 และ 13.76 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 19 และภาพที่ 16

- น้ำหนักสดของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ เมื่อเก็บเกี่ยวผักที่ปลูกโดยใช้สารละลายอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของรากดีที่สุดคือ 26.83 กรัม เมื่อเปรียบที่ปลูกในจากสูตรที่ 2 3 และ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 23.47 11.99 และ 3.16 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 19 และภาพที่ 17

น้ำหนักแห้งของผักสลัดเรดคอลเรล

- น้ำหนักแห้งของต้น

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมี

นัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 19 และภาพที่ 16

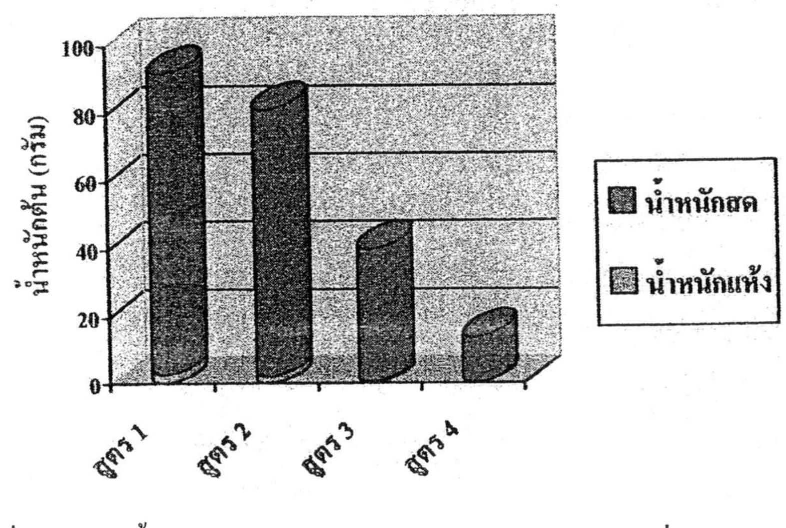
- น้ำหนักแห้งของราก

พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 19 และภาพที่ 17

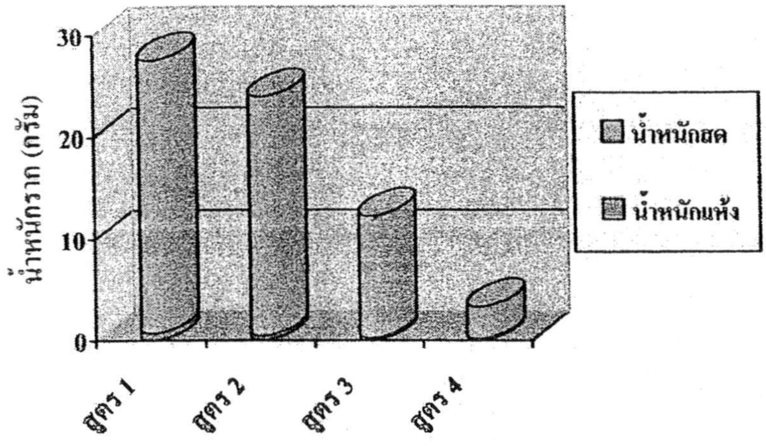
ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ NFT

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	น้ำหนักสด1/		น้ำหนักแห้ง1/	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.2 mS/cm	89.04a	26.83a	2.78a	0.69a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.2 mS/cm	78.9b	23.47a	2.22a	0.41b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.6 mS/cm	39.41c	11.99b	0.62b	0.22c
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	13.76d	3.16c	0.26b	0.12d
กรรมวิธี	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 16 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของต้นผักสลัดเรดคอลเรล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 17 แสดงน้ำหนักสด และแห้งของรากผักสลัดเรดคอลเรลที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการเก็บเกี่ยว

4.2 ผลการทดลองในระบบ (DFT)

4.2.1 ผักคะน้า

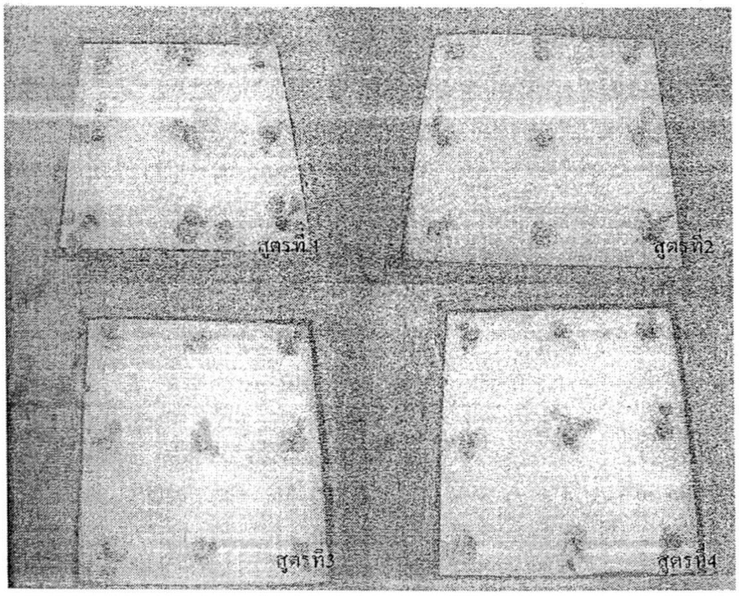
ความสูง

หลังจากปลูกคะน้า ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) เพื่อทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรที่ 1) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน วัดค่า EC = 2.4 mS/cm (สูตรที่ 2) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 2.4 mS/cm (สูตรที่ 3) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำวัดค่า EC = 1.2 mS/cm (สูตรที่ 4) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 2.4 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผล พบว่าสัปดาห์แรกปัจจัยสูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นคะน้าจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 2 3 และ 4 พบว่าความสูงของต้นคะน้ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ความสูงของต้นผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและพบว่าในสัปดาห์ที่ 3 ผักคะน้าที่ปลูกในสารละลายที่ 2 3 และ 4 ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี ดังตารางที่ 20 และภาพที่ 18 - 20

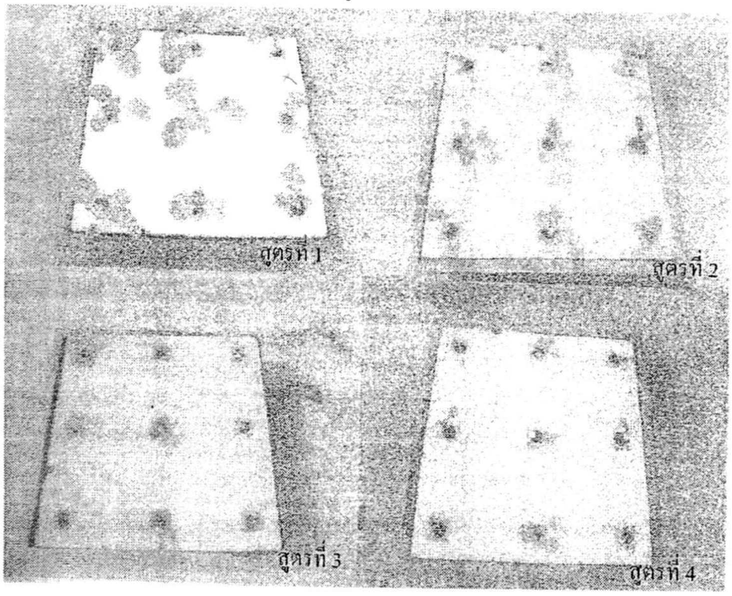
ตารางที่ 20 แสดงความสูงของต้นคะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม.)**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 2.4 mS/cm	23.1a	4.01a	5.19a	6.88a	7.73a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 2.4 mS/cm	2.19a	3.10b	ตายb	ตายb	ตายb
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	2.52a	2.70b	ตายb	ตายb	ตายb
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 2.4 mS/cm	2.45a	2.61b	ตายb	ตายb	ตายb
กรรมวิธี	**ns**	**	**	**	**

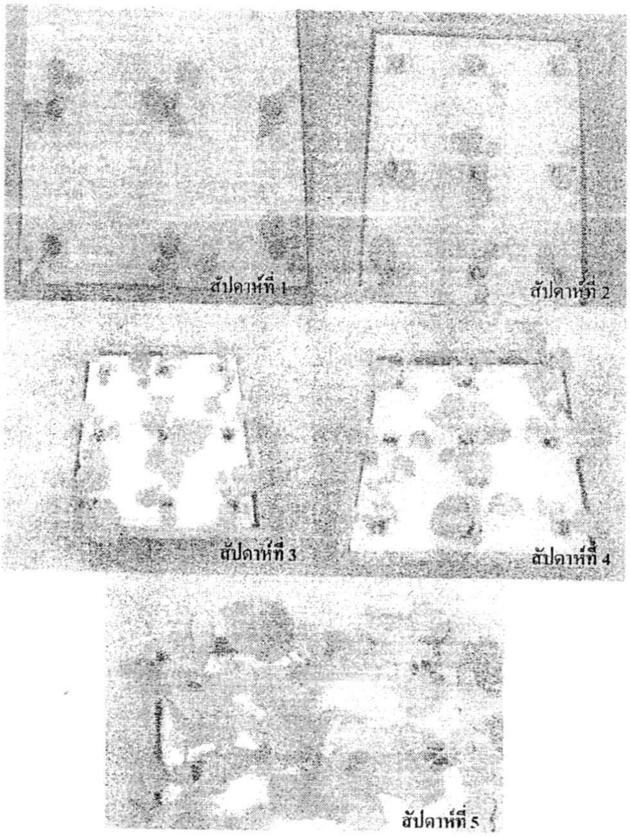
1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 18 แสดงต้นคะน้าที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 1 สัปดาห์



ภาพที่ 19 แสดงต้นคะน้าที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 2 สัปดาห์



ภาพที่ 20 แสดงความสูงต้นคะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 5 ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร

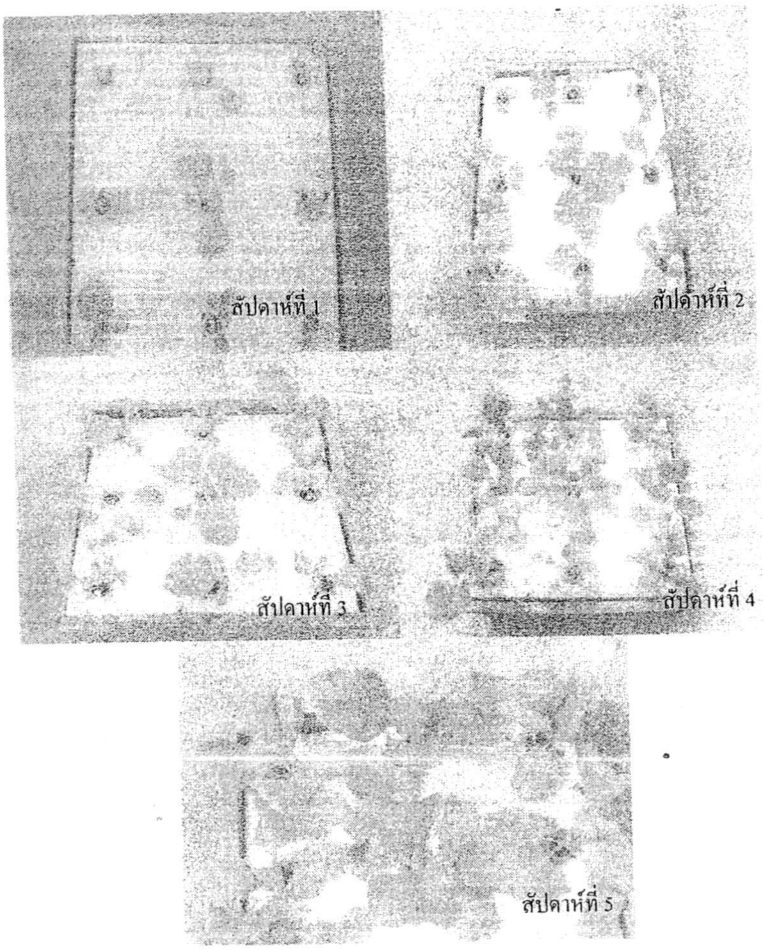
ขนาดทรงพุ่ม

หลังจากปลูกคะน้า ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) เพื่อทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรที่ 1) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน วัดค่า EC = 2.4 mS/cm (สูตรที่ 2) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 2.4 mS/cm (สูตรที่ 3) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำวัดค่า EC = 1.2 mS/cm (สูตรที่ 4) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 2.4 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผล พบว่าสัปดาห์แรกปัจจัยสูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีอิทธิพลต่อขนาดทรงพุ่มของต้นคะน้าจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 2 3 และ 4 พบว่าความสูงของต้นคะน้ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ความสูงของต้นผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และพบว่าในสัปดาห์ที่ 3 ผักคะน้าที่ปลูกในสารละลายที่ 2 3 และ 4 ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี ดังตารางที่ 21 และภาพที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นคะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม.)**[1/]				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 2.4 mS/cm	6.47a	14.82a	21.29a	25.8a	25.73a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 2.4 mS/cm	6.87a	8.39b	ตายb	ตายb	ตายb
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	7.20a	8.03b	ตายb	ตายb	ตายb
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 2.4 mS/cm	7.33a	9.26b	ตายb	ตายb	ตายb
กรรมวิธี	**ns**	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 21 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นคะน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 5 ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดิน แบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร

น้ำหนักสดของผักคะน้า

- น้ำหนักสดของต้น

พบว่าปัจจัยสูตรอาหารสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของต้นอย่างยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4

- น้ำหนักสดของราก

พบว่าปัจจัยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4 สูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของราก

น้ำหนักแห้งของผักคะน้า

- น้ำหนักแห้งของต้น

พบว่าปัจจัยสูตรอาหารสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นอย่างยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4

- น้ำหนักแห้งของราก

พบว่าปัจจัยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักแห้งของรากดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4 สูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของราก

ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักคะน้า ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ DFT

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	น้ำหนักสด1/		น้ำหนักแห้ง1/	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 2.4 mS/cm	35.58a	2.75a	5.20a	0.21a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 2.4 mS/cm	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 2.4 mS/cm	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b
กรรมวิธี	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 ผักโขม

ความสูง

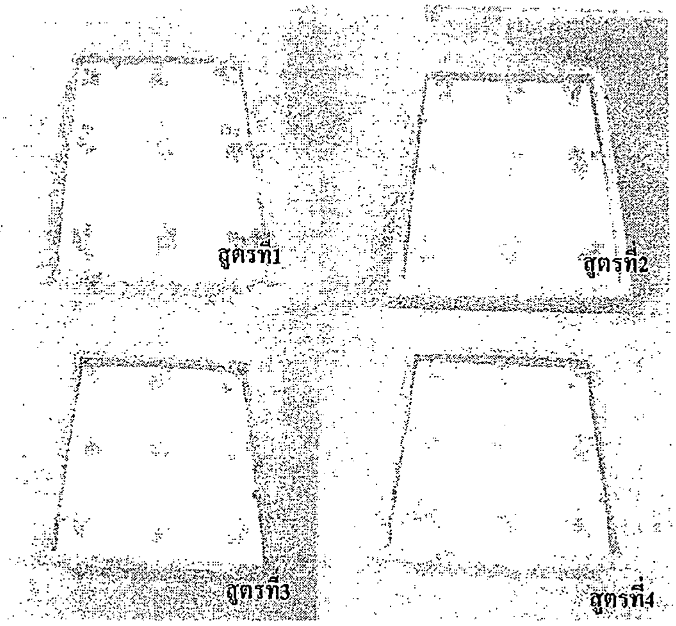
หลังจากปลูกผักโขม ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) เพื่อทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรที่ 1) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน วัดค่า EC = 1.0 mS/cm (สูตรที่ 2) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 1.0 mS/cm (สูตรที่ 3) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำวัดค่า EC = 0.5 mS/cm (สูตรที่ 4) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.0 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผล พบว่าสัปดาห์แรกปัจจัยสูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นผักโขมจนกระทั่งสัปดาห์ที่

2 ของการบันทึกผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังตารางที่ 24 และภาพที่ 22 – 25

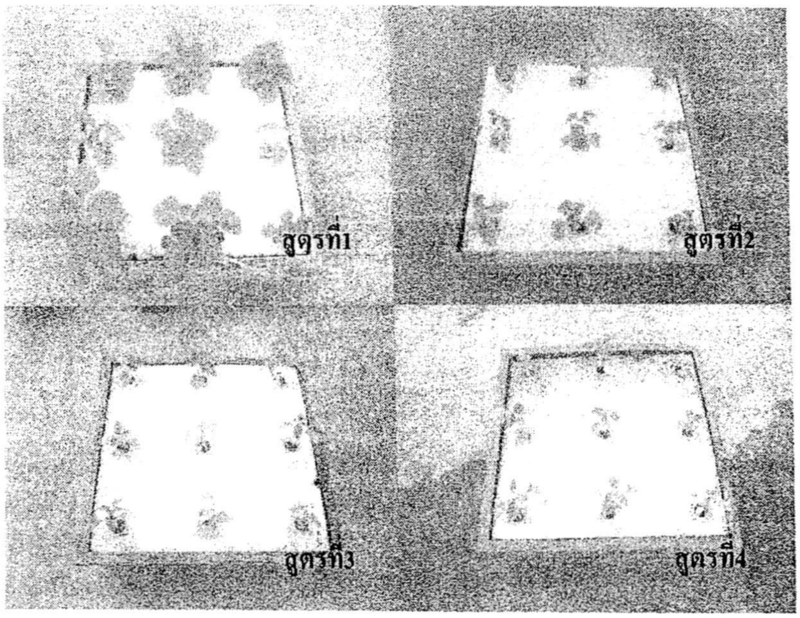
ตารางที่ 24 แสดงความสูงของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	ความสูงต้น (ซม.)1/		
สัปดาห์ที่	1	2	3
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 2.4 mS/cm	292a	6.88a	22.83a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 2.4 mS/cm	2.84a	4.48b	11.70b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.2 mS/cm	2.97a	4.74b	8.57bc
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 2.4 mS/cm	2.98a	2.53c	4.11
กรรมวิธี	ns	**	**

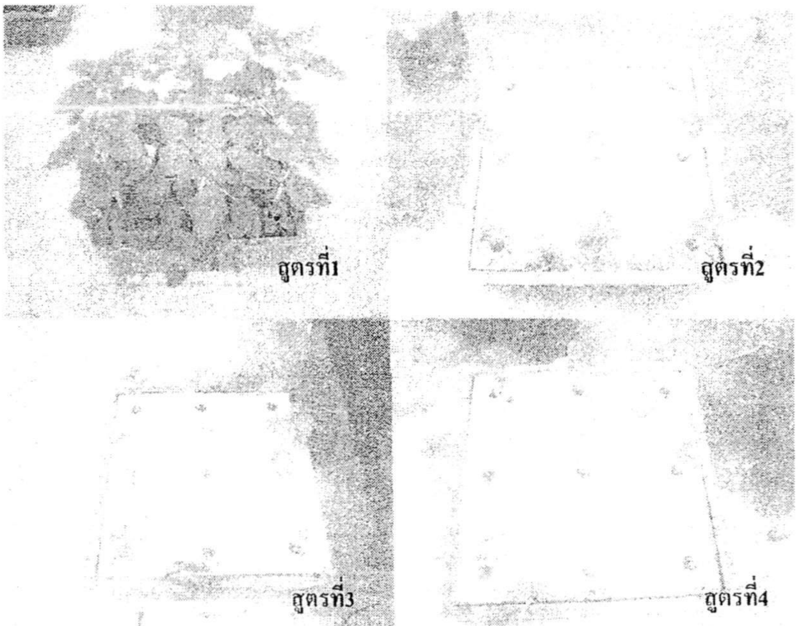
1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



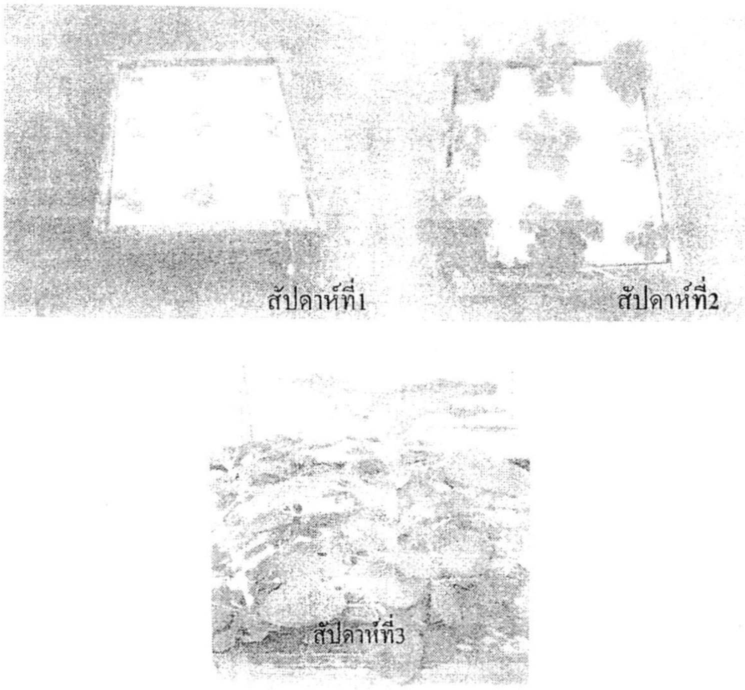
ภาพที่ 22 แสดงต้นผักโขมที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 1 สัปดาห์



ภาพที่ 23 แสดงต้นผักโขมที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 2 สัปดาห์



ภาพที่ 24 แสดงต้นผักโขมที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร เมื่ออายุ 3 สัปดาห์



ภาพที่ 25 แสดงความสูงของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 3 ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดิน แบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร

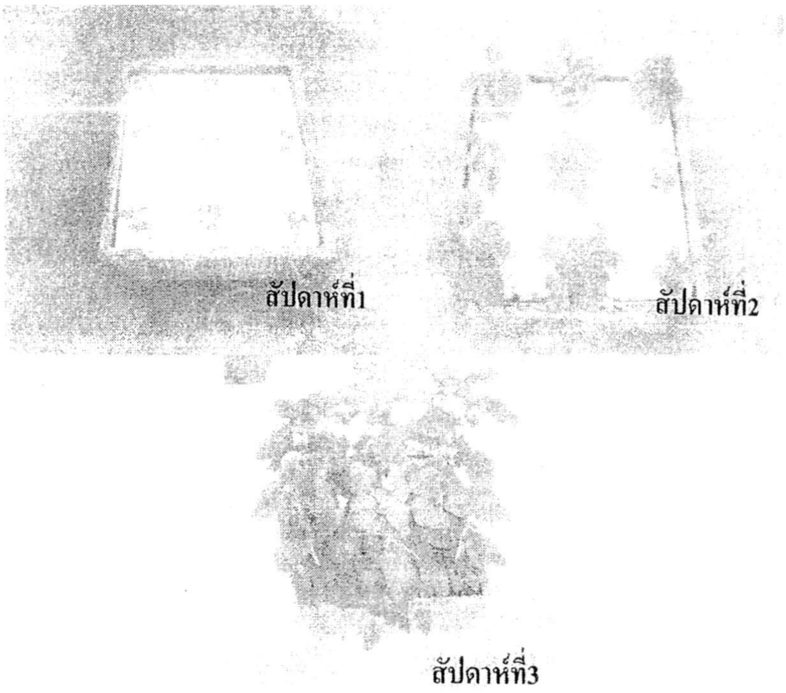
ขนาดทรงพุ่ม

หลังจากปลูกผักโขม ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) เพื่อทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรที่ 1) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน วัดค่า EC = 1.0 mS/cm (สูตรที่ 2) สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 1.0 mS/cm (สูตรที่ 3) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำวัดค่า EC = 0.5 mS/cm (สูตรที่ 4) ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.0 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผล พบว่าสัปดาห์แรกปัจจัยสูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีอิทธิพลต่อขนาดทรงพุ่มของต้นผักโขมจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 2 ของการบันทึกผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยได้มีบทบาทต่อความสูงของผักโขม ดังตารางที่ 25 และภาพที่ 26

ตารางที่ 25 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดิน แบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม.)[1/]**		
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.0 mS/cm	10.76a	15.51a	24.68a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.0 mS/cm	9.79a	10.60b	9.29b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.5 mS/cm	9.04a	10.01b	9.01b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.0 mS/cm	9.03a	6.21b	2.52b
กรรมวิธี	ns	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 26 แสดงขนาดทรงพุ่มของต้นผักโขมในแต่ละสัปดาห์ที่ 1 – 3 ที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหาร

น้ำหนักสดของผักโขม

- น้ำหนักสดของต้น

พบว่าปัจจัยสูตรอาหารสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของต้นอย่างยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังตารางที่ 26

- น้ำหนักสดของราก

พบว่าปัจจัยสูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของรากดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังตารางที่ 26

น้ำหนักแห้งของผักโขม

- น้ำหนักแห้งของต้น

พบว่าปัจจัยสูตรอาหารสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห่งของต้นอย่างยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักแห้งของต้นดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังตารางที่ 26

- น้ำหนักแห้งของราก

พบว่าปัจจัยสูตรสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยอินทรีย์น้ำได้มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเก็บเกี่ยว สูตรที่ 1 มีน้ำหนักแห้งของรากดีกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4 ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผักโขม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรในระบบ DFT

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	น้ำหนักสด[1/]		น้ำหนักแห้ง[1/]	
	ต้น	ราก	ต้น	ราก
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 1.0 mS/cm	39.82a	6.21a	4.16a	2.59a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 1.0 mS/cm	4.64b	0.10b	0.56b	0.00b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 0.5 mS/cm	3.31b	0.28b	0.40b	0.00b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.0 mS/cm	2.27b	0.00b	0.71b	0.00b
กรรมวิธี	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.3 ผลการทดลองในระบบ Substrate culture

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำมาทดแทนสารธาตุอาหารในการปลูกแตงกวา ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูก ผลปรากฏว่า

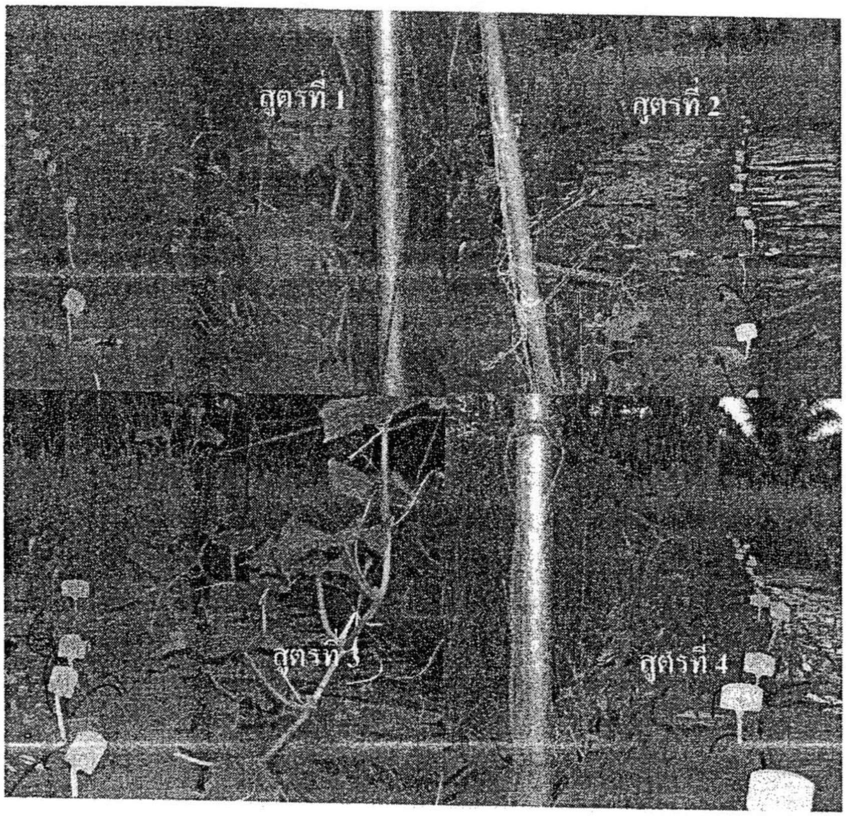
ความสูง

หลังจากปลูกแตงกวาอายุ 1 สัปดาห์ (นับจากเพาะเมล็ด) ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวัสดุปลูกทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (กรรมวิธี) 1. ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 2. ให้ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 3. ให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำอย่างเดียว วัดค่า EC = 1.5 mS/cm 4. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำอย่างเดียว วัดค่า EC = 3.0 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผล พบว่าสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ ความสูงต้นไม่มีความแตกต่างสถิติแต่นับจาก 2 สัปดาห์จนถึงสัปดาห์ที่ 5 พบว่า อิทธิพลของปุ๋ย ได้มีบทบาทต่อความสูงต้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 2 ของการบันทึกผลการทดลองพบว่า ความสูงของแตงกวาที่ใช้ปุ๋ยสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 114.63 และ 91.56 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยไม่ต่างกันคือ 49.6 และ 28.13 เซนติเมตร และเมื่อบันทึกผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่า ความสูงของแตงกวาที่ใช้ปุ๋ยสูตรที่ 1 และ สูตร 3 มีค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากันคือ 189.06 และ 155.38 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยคือ 75.38 และ 36 เซนติเมตร และตารางที่ 27

ตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยของความสูง (เซนติเมตร) ของแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) แต่กรรมวิธีเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม.)[1/]**				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 3.0 mS/cm	2.25a	114.63a	156.50a	175a	189.06a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 3.0 mS/cm	2.12a	49.63b	67.69bc	68.19b	75.38b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.5 mS/cm	2.37a	91.56a	123.81ab	142.96a	155.38a
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 3.0 mS/cm	2.37a	28.13b	46.81c	42.63b	36b
กรรมวิธี	ns	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 27 แสดงต้นแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm , ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 ms/cm

จำนวนข้อปล้อง

หลังจากปลูกแตงกวาอายุ 1 สัปดาห์ (นับจากเพาะเมล็ด) ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (กรรมวิธี) 1. สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 2. ให้ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 3. ให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm 4. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผลของจำนวนปล้อง เมื่อมีอายุ 1 สัปดาห์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 และ สัปดาห์ที่ 3 ไม่มีความแตกต่างสถิติแต่ในสัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 5 อิทธิพลของปุ๋ย ได้มีบทบาทต่อจำนวนปล้อง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 2 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่า จำนวนข้อปล้องของแตงกวาที่ใช้ปุ๋ยสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อปล้อง เท่ากัน 11.18 และ 11.93 ข้อมีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยไม่ต่างกันคือ 7.93 และ 4.18 ข้อ และสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ที่ไม่แตกต่างกันคือ 7.93 และ 11.93 ข้อ เมื่อบันทึก

ผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พบว่า จำนวนปล้องของแตงกวาที่ใช้ปุ๋ยสูตรที่ 1 และสูตร 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25 และ 20.62 ข้อมีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยไม่ต่างกันคือ 10.18 และ 4.75 ข้อ ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ยข้อปล้องของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) แต่กรรมวิธีเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ความสูงต้น (ซม.)1/**				
สัปดาห์ที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 3.0 mS/cm	2.25a	14.18a	19.50a	22.12a	25a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 3.0 mS/cm	2.12a	7.93bc	21.63a	9.62b	10.18b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.5 mS/cm	2.37a	11.93ab	17.19a	19.42a	20.62a
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 3.0 mS/cm	2.37a	4.18c	6.50a	5.68b	4.75b
กรรมวิธี	**ns**	*	**ns**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จำนวนกิ่งแขนง

หลังจากปลูกแตงกวาอายุ 1 สัปดาห์ (นับจากเพาะเมล็ด) ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกและทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (กรรมวิธี) 1. สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 2. ให้ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 3. ให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm 4. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผลของจำนวนกิ่งแขนง เมื่อมีอายุ 2 สัปดาห์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 3 ไม่มีความแตกต่างสถิติแต่ในสัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 5 อิทธิพลของปุ๋ย ได้มีบทบาทต่อจำนวนกิ่งแขนง กล่าวคือ ในสัปดาห์ที่ 3 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่า สามารถจับกลุ่มได้ 3 ด้วยกันตามค่าเฉลี่ยคือ การใช้ปุ๋ยสูตรที่ 1 เท่ากับ 4.81 กิ่ง กลุ่มที่ 2 คือ สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน

1.37 และ 0.56 กิ่ง และกลุ่มที่ 3 คือ สูตรที่ 3 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.06 กิ่ง ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งแขนงของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm) แต่กรรมวิธีเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งแขนง**			
สัปดาห์ที่	**2**	**3**	**4**	**5**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 3.0 mS/cm	4.81a	1.68a	2.31a	2.25a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 3.0 mS/cm	1.37c	0.50b	1.18a	0.56c
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.5 mS/cm	3.06b	1.43ab	2.18b	1.43b
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 3.0 mS/cm	0.56c	0.50b	0.56b	0.50c
กรรมวิธี	**	ns	**	*

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จำนวนผลผลิตแตงกวาญี่ปุ่น

หลังจากปลูกแตงกวาอายุ 1 สัปดาห์ (นับจากเพาะเมล็ด) ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกและทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (กรรมวิธี) 1. สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 2. ให้ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 3. ให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm 4. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผลของจำนวนผล ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นอิทธิพลของปุ๋ย ได้มีบทบาทต่อจำนวนผลกล่าวคือ ในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันคือ 0.81 และ 1.06 ผล ตามลำดับ และสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ก็ไม่แตกต่างกันคือ 0.43 และ 0.12 ผล เมื่อบันทึกผลครั้งที่ 3 พบว่า มีความ

แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นอิทธิพลของปุ๋ย ได้มีบทบาทต่อจำนวนผลกล่าวคือ ในครั้งที่ 3 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่า สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันคือ 1.62 และ 1.31 ผลตามลำดับและสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ก็ไม่แตกต่างกันคือ 0.43 และ 0.18 ผล ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนผลของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm)

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ค่าเฉลี่ยจำนวนผล**		
สัปดาห์ที่	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 3.0 mS/cm	0.81ab[1/]	1.50a	1.62a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 3.0 mS/cm	0.43bc	0.81ab	0.43b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.5 mS/cm	1.06a	1.00ab	1.31a
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 3.0 mS/cm	0.12c	0.18b	0.18b
กรรมวิธี	*	*	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

น้ำหนักของผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่น

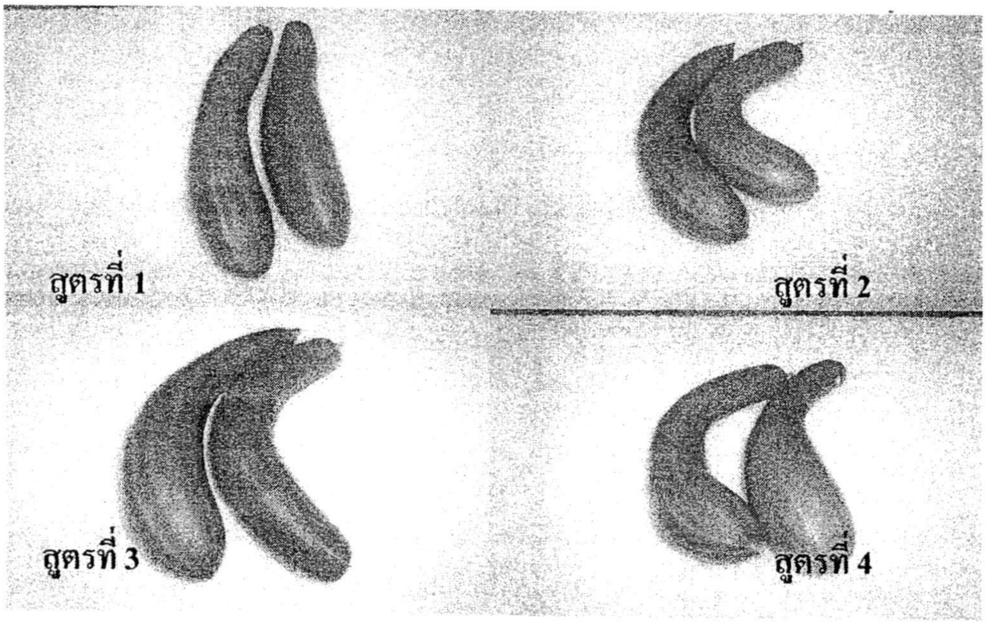
หลังจากปลูกแตงกวาอายุ 1 สัปดาห์ (นับจากเพาะเมล็ด) ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกและทำการทดลองให้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (กรรมวิธี) 1. สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 2. ให้ปุ๋ยสูตรมาตรฐานผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm 3. ให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm 4. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 ms/cm หลังจากนั้นเริ่มทำการบันทึกผลของจำนวนผล ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังนั้นอิทธิพลของปุ๋ย ได้มีบทบาทต่อจำนวนผลกล่าวคือ ในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ของการบันทึกผลการทดลอง พบว่า ปุ๋ยสูตรที่ 1 และปุ๋ยสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันคือ 376.56 และ 326.56 กรัม ตามลำดับและสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ก็ไม่แตกต่างกันคือ 96.25 และ 48.44

กรัมตามลำดับ ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm)

สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ (กรรมวิธี)	**ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก**		
สัปดาห์ที่	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**
สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ค่า EC = 3.0 mS/cm	189.38a[1/]	261.56a	376.56a
สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) ค่า EC = 3.0 mS/cm	65.31b	153.75a	96.25b
สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 1.5 mS/cm	220.31a	224.38a	326.56a
สูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ค่า EC = 3.0 mS/cm	29.38b	27.50b	48.44b
กรรมวิธี	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 28 แสดงลักษณะของผลแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แบบวัสดุปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร (สูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) วัดค่า EC = 3.0 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm, ปุ๋ยอินทรีย์ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm)

บทที่ 5
สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำเพื่อใช้ปลูกผักในระบบพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ Nutrient Film Technique (NFT), Deep Flow Technique (DFT) และ Substrate culture ผลปรากฏว่า ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT) ทดแทนการใช้สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตผัก โดยแบ่งเป็น 4 การทดลองย่อยตามชนิดของผัก 1. ผักสลัดกรีนโอ๊ค 2. ผักสลัดเรดโอ๊ค 3. บัตเตอร์เฮด 4. เรดคอลเรล ซึ่งปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร สูตรที่ 1 ธาตุอาหารสูตรมาตรฐานของ Benoit (1991) EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 2 ธาตุอาหารสูตรมาตรฐานของ Benoit (1991) ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำสูตรของ สุริยา (2547) ในอัตรา 1:1 EC = 1.2 mS/cm สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสูตรของสุริยา (2547) EC = 0.6 mS/cm และสูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสูตรของสุริยา (2547) EC = 1.2 mS/cm ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ มีการเจริญเติบโตได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ จากผลการทดลองพบว่า ในสูตรสารละลายธาตุอาหารที่มีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบมีค่า EC = 0.6 และ 1.2 mS/cm ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักสลัดทั้ง 4 ชนิดหยุดชะงัก ซึ่งสอดคล้องกับ สมบุญ (2538) กล่าวว่าธาตุอาหารจำพวกจุลธาตุบางธาตุบางชนิด เช่น เหล็ก สังกะสี และทองแดง เมื่อสารละลายธาตุอาหารเป็นกรดมากส่งผลให้สารละลายไม่ละลายน้ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากธาตุอาหารเหล่านี้มีประจุบวก ไม่สามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอาหารที่มีประจุลบของไฮดรอกซิลไออน (OH) และตกตะกอน ทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจะไปสอดคล้องกับ ยงยุทธ (2541) กล่าวว่า พืชจะเจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูงเมื่อได้รับปัจจัยที่จำเป็นต่างๆ อย่างเหมาะสม หากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งไม่เหมาะสมแม้เพียงปัจจัยเดียวก็จะทำให้พืชโตช้าหรือไม่โตเลย การเพิ่มขึ้นของค่า EC ในสารละลายธาตุอาหารมีผลให้ ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักและรากลดลง และมีผลให้ผักสลัดมีการสังเคราะห์แสงลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ อิทธิสุนทร (2538) กล่าวว่า การเพิ่มขึ้นของค่า EC ในสารละลายธาตุอาหาร ส่งผลให้มีการสะสม เกลือ ซึ่งหากมีการสะสมเป็นปริมาณมากในวัสดุปลูกหรือในสารละลายธาตุอาหาร ส่งผลให้มีการสะสม เกลือ ซึ่งหากมีการสะสมเป็นปริมาณมากในวัสดุปลูกหรือในสารละลายธาตุอาหารก็จะเป็นพิษต่อพืชได้ และเมื่อเพิ่มสารละลายธาตุอาหารให้แก่พืชสูงกว่าค่า EC ที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตจนมากเกินไป ส่งผลให้ผักสลัดทั้ง 4 ชนิดแสดงอาการเหี่ยวเฉาและตายได้ ซึ่งตรงกับกรรมวิธีที่ 2 3 และ 4 ที่มีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นควรมีการศึกษาและทดลองกับพืชชนิดอื่นๆ ต่อไป

และในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) ทดแทนการใช้

สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตผัก โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ตามชนิดของผัก 1. คะน้า 2. ผักโขม ซึ่งปลูกในสารละลาย 4 สูตร สูตรที่ 1 ธาตุอาหารสูตรของ Benoit (1991) สูตรที่ 2 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:1) สูตรที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ และสูตรที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ซึ่งมีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบมีการเจริญเติบโตได้ผลไม่เป็นที่พอใจ จากการทดลองพบว่าในสูตรสารละลายธาตุอาหารที่มีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบมีค่า EC ส่งผลให้ผักทั้ง 2 ชนิด หยุดชะงักการเจริญเติบโตซึ่งสอดคล้องกับ สมบุญ (2538) กล่าวว่า ธาตุอาหารพวกบางชนิด เช่น เหล็ก สังกะสี และทองแดง เมื่อสารละลายเป็นกรดมากส่งผลให้สารละลายไม่ละลายน้ำทั้งนี้เนื่องมาจากธาตุอาหารเหล่านี้มีประจุบวกไม่สามารถทำปฏิกิริยากับธาตุที่มีประจุลบของไฮดรอกซิลไอออน (OH) และตกตะกอนทำให้พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ซึ่งสอดคล้อง กับ ยงยุทธ (2541) กล่าวว่า พืชจะเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงเมื่อได้รับปัจจัยที่จำเป็นต่างๆ อย่างเหมาะสมหากขาดปัจจัยใด ปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นต่างๆ อย่างเหมาะสม แม้เพียงปัจจัยเดียวก็จะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต การเพิ่มขึ้นของค่า EC ในสารละลายธาตุอาหารมีผลให้ความสูงและขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักและรากลดลง มีผลให้ผักคะน้าและผักโขม มีการสังเคราะห์แสงลดน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ อิทธิสุนทร (2538) กล่าวว่า ในสารละลายธาตุอาหารมีผลให้ความสูงและขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักและรากลดลง มีผลให้ผักคะน้าและผักโขม มีการสังเคราะห์แสงลดน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ อิทธิสุนทร (2538) กล่าวว่า ในสารละลายธาตุอาหารส่งผลให้มีการสะสมเกลือหากมีการสะสมเป็นปริมาณมากในวัสดุปลูกหรือในสารละลายธาตุอาหารก็จะเป็นพิษต่อพืชได้และเมื่อเพิ่มสารละลายธาตุอาหารให้แก่พืชสูงกว่าค่า EC ที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตจนมากเกินไปส่งผลให้ผักทั้ง 2 ชนิดแสดงอาการเหี่ยวเฉาและตาย ซึ่งตรงกับสูตรที่ 2 3 และ 4 ที่มีปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นองค์ประกอบ

สำหรับในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบวัสดุปลูกได้ทำการทดลองใช้ปุ๋ย 4 กรรมวิธี (สูตร) คือ สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน วัดค่า EC = 3.0 mS/cm. สูตรที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (1:10 วัดค่า EC = 3.0 mS/cm. สูตรที่ 3 ให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 1.5 mS/cm. สูตรที่ 4 ให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ วัดค่า EC = 3.0 mS/cm. พบว่า การให้ปุ๋ยสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ สุริยา (2542) การศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ยปลาในรูปของสารละลายโดยใส่โดยตรง ให้กับข้าวในสภาพดินพบว่า ผลการทดลองนี้แสดให้เห็นว่าปุ๋ยปลาจาก วท. สามารถนำมาให้เป็นปุ๋ยได้ด้วยตรง ให้กับข้าวในสภาพดินพบว่า ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยปลาจาก วท. สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้โดยตรง ผลจากการทดสอบพบว่า การฉีดพ่นปุ๋ยปลาเชิงการค้า และปุ๋ยปลาจาก วท. ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยรองพื้นมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีรองพื้นอย่างเดียว ซึ่งจะไป

สอดคล้องกับ พรรณิภา และคณะ (2545) จากการศึกษาการเปรียบเทียบชนิดของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพสูตรปลาหมัก มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นผักเหลียง เนื่องจ้ำหนักยอด จำนวนต้นที่แตกยอดและพื้นที่ใบของผักเหลียงสูงที่สุดและปุ๋ยน้ำชีวภาพสูตรผักเหมาะสมที่จะฉีดเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของผักเหลียง เนื่องจากต้นผักเหลียงให้ความสูง ความกว้างของทรงพุ่ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นระดับผิวดินและจำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ ศักรินทร์ (2546) ศึกษาอิทธิพลระดับความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำปลาหมักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT พบว่า การศึกษาเปรียบเทียบระดับความเข้มข้น (EC Electrical Conductivity) 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 mS/cm พบว่า คะน้ายอดที่ได้รับปุ๋ยน้ำปลาหมักที่ระดับความเข้มข้น (EC) 0.5 มิลลิซิเมนต่อเซนติเมตร (2 มิลลิลิตรต่อลิตร) มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกๆ กรณี โดยมีน้ำหนักสด พื้นที่ใบ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุด ดังนั้นควรมีการศึกษาขยายผลเพื่อนำไปใช้ปลูกพืชผักชนิดอื่นๆ และนำไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจนำไปปฏิบัติต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนนำปุ๋ยน้ำปลาหมักไปใช้ ควรมีการกำจัดไขมันออกจากสารละลายเสียก่อน เพราะไขมันจะไปจับรากของผักที่ทำการทดลองให้เน่า ซึ่งมีผลให้พืชขาดออกซิเจน และเกาะกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง อาจทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้
2. ควรล้างหัวเซนเซอร์ทุกครั้งที่เพราะไขมันจะเกาะอยู่ที่บริเวณเซนเซอร์ ของเครื่องวัด pH meter และ EC meter มีผลให้ค่าที่อ่านผิดเพี้ยนไปจากค่าความเป็นจริงได้
3. ควรลดค่า EC ต่ำลงกว่านี้เนื่องจากแนวโน้มในการใช้ค่า EC ต่ำเจริญเติบโตดีที่สุด
4. ควรล้างปลาทะเลก่อนนำไปบด เพื่อลดความเค็มจากน้ำทะเลที่ติดตัวปลา เมื่อนำมาทำการหมัก ซึ่งอาจมีปริมาณเกลือในสารละลายธาตุอาหารมากเกินไปจึงเป็นสาเหตุของการเหี่ยวและตาย

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2536. เงื่อนไขในการผลิตพืชแบบไฮโดรโปนิกส์เชิงพาณิชย์. (ระบบออนไลน์)

กมล เลิศรัตน์. 2536. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. กองขยายพันธุ์พืช. กรมส่งเสริมการเกษตรเชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 189-213

กรมการค้าภายใน. 2531. รายงานการศึกษาเรื่องแตงกวา. กองเศรษฐกิจการเกษตร. กรมการค้าภายใน, กรุงเทพฯ. หน้า 1-65

จารุลักษณ์ ขนบดี. 2535. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. โอเดียนสโตน, กรุงเทพฯ. หน้า 102-125

ดิเรก ทองอร่าม. 2546. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการจัดการผลิตและเทตโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. ธรรมรักษ์การพิมพ์, ราชบุรี. 640 หน้า

พรรณิภา ยั่วยล, โอภาส สืบสาย, นาตยา มนตรี, กนกพร บุญญะอติชาติ และอารดา มาสริ. 2545. การผลิตผักเหลียงเชิงอินทรีย์เพื่อการค้า. งานวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, ชุมพร.

นภดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 99 หน้า

วรรณา แต้. 2546. ผักที่ปลูกได้ทั้งปี. พงษ์วรินทร์การพิมพ์, กรุงเทพฯ. หน้า 57-63

ศักรินทร์ บุญล้ำ. 2547. การศึกษาอิทธิพลระดับความเข้มข้นของปุ๋ยปลาหมักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ชุมพร. 56 หน้า

ศรานนท์ เจริญสุก. มปป. ผักสวนครัว. ส่งเสริมธุรกิจอาชีพเพชรกระรัต, กรุงเทพฯ. หน้า 8-15

สมบุญ เตชะภิญโญ. 2538. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า

สุริยา สาสนรักกิจ. 2542. ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชของปุ๋ยปลาเชิงการค้าที่ซื้อจากท้องตลาด และปุ๋ยปลา วท. ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2547. ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชของปุ๋ยปลาเชิงการค้าที่ซื้อจากท้องตลาด และปุ๋ยปลา วท. ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 146 หน้า

Benoit. F. and N.Ceusterman. 1986. Survey of decade of research (1974-1984) with nutrient flim technique (NFT) on glasshouse vegetable. Soilless Culture. 2 (1) : p 5-17

Jones, L. 1990. Home Hydroponics. Crown Pubishers, Inc..., New York. 142 p