รหัสโครงการ SUT3-302-45-12-17

รายงานการวิจัย

การทดสอบระบบการปลูก สูตรสารละลายธาตุอาหาร ภาชนะปลูก และวัสดุปลูก ที่เหมาะสม สำหรับการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน

(Optimization of Soilless Cultural System, Nutrient Solution Formula, Cultural Container and Cultural Substrate for Lettuce Production)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อารักษ์ ธีรอำพน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2545

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2548

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณหน่วยงานฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นอย่างสูงที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์หลายอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณเจ้าหน้าที่ฟาร์มทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการทำงาน รวมทั้งผู้ช่วยวิจัยทุกคนที่ช่วยปฏิบัติงานทั้งภาคสนามและการจัดทำรายงาน ขอขอบคุณภรรยาและลูกที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจอย่างสำคัญยิ่งตลอดมา และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกๆ ท่านที่ให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำทำให้รายงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

มิถุนายน 2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

ทดสอบสูตรสารละลายธาตุอาหาร, ระบบปลูก, ภาชนะปลูกและวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน ในสภาพโรงเรือน ช่วงฤดูหนาว ปี 2544 และ ฤดูฝน ปี 2545 ประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้ *การทดลองที่ 1* : ทดสอบสูตรสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตรฯ ในระบบปลูกแบบ NFT และDFT พบว่า ลักษณะการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ทั้งสี่ลักษณะ คือ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ และความกว้างทรงพุ่ม ที่อายุ 14, 21, 28, 35 วัน ส่วนใหญ่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในทั้งสองฤดูปลูก รวมถึงข้อมูลผลผลิต ทั้งสามลักษณะ คือ น้ำหนักสดส่วนราก น้ำหนักสดส่วนต้นและน้ำหนักสดรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน (เฉพาะในฤดูหนาว) *การทดลองที่ 2:* ทดสอบระบบการปลูก 10 ทรีตเมนต์ประกอบด้วย ระบบปลูกแบบ NFT 2 ทรีตเมนต์ (T1,T8), DFT 4 ทรีตเมนต์(T2,T5,T6,T7), DWT 2 ทรีตเมนต์ (T3,T4), การปลูกในวัสดุปลูก(T10) และ การปลูกในดิน(T9) พบว่า การทดสอบในฤดูหนาว ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปลูกแบบ NFT (T1)และ DFT (T2) มีค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต สูงกว่า ทรีตเมนต์อื่นในเกือบทุกอายุปลูก ส่วนลักษณะผลผลิตนั้น เฉพาะผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปลูกแบบ DFT (T2) เท่านั้นที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนการทดสอบในฤดูฝน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะการเจริญเติบโต *การทดลองที่ 3* :ทดสอบภาชนะปลูก 2 แบบ(C1,C2) และวัสดุปลูก 4 ชนิด(S1, S2, S3, S4)ในฤดูหนาว พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกด้วยถ้วยปลูกสำเร็จรูปขนาดเล็ก(C1) มีค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโตสูงที่สุดในทุกอายุปลูก ส่วนวัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุด คือ ขุยมะพร้าว (S1) และเพอร์ไลท์ (S2) สำหรับลักษณะผลผลิตนั้น พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกด้วยถ้วยปลูกสำเร็จรูปขนาดเล็ก(C1) และใช้เพอร์ไลท์ (S2) เป็นวัสดุปลูก จะให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด และส่วนการทดสอบช่วงฤดูฝนไม่พบความแตกต่างทางสถิติของลักษณะการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะผลผลิตของทุกการทดลองที่ทดสอบในฤดูฝนไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากต้นผักกาดหอมตายก่อนเก็บผลผลิต

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของฤดูปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโตของผักกาดหอม พบว่าความสูงต้นที่ทดสอบในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยมากกว่าในฤดูหนาว (พบเฉพาะในการทดลองที่ 1 ที่อายุ 14, 21 วัน และทุกอายุของการทดลองที่ 3) เช่นเดียวกับลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นในทุกการทดลอง ส่วนลักษณะจำนวนใบต่อต้น และความกว้างทรงพุ่ม นั้นให้ผลการทดลองตรงข้ามกัน คือ ในฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยมากกว่าในฤดูฝน ซึ่งพบเฉพาะในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 เท่านั้น

คำสำคัญ **: ผักกาดหอม, สารละลายธาตุอาหาร, NFT, DFT, DWT, ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน, ภาชนะปลูก, วัสดุปลูก**

Abstract

Optimization of soilless cultural system, nutrient solution formula, cultural container and cultural substrate for lettuce production in the winter, 2001 and rainy, 2002 that were conducted by three experiments. *Experiment I* : A nutrient solution formula test of 4 treatments(N1, N2, N3, N4) in NFT and DFT system. The results showed that almost treatments were not significant in the growth characters (stem height, leaf number, stem diameter and canapy width at the ages 14, 21, 28, 35 days) and including of the yield characters(fresh root weight, fresh shoot weight and fresh whole plant weight) in all seasons. *Experiment II* : A cultural system comparaison of 10 treatments ; 2 NFT(T1,T8), 4 DFT(T2,T5,T6,T7), 2 DWT (T3,T4), a substrate culture(T10), a soil culture(T9). In the winter, the results showed that NFT(T1) and DFT(T2) gave the growth characters higher than the other treatments, and DFT(T2) gave the highest yield. In the rainy, All treatments were not significant by differences in almost growth characters. *Experiment III* : A test for 2 cultural containers(C1,C2) and 4 cultural substrates(S1, S2, S3, S4). In the winter, the results showed that C1, S1, S2 gave the highest growth characters and the treatment that gave the highest yield was S2 in C1. In the rainy testing in all experiments, all treatments could not be harvested so it there were no results for this experiment.

For season affect in the growth and yield characters of lettuce in soilless production, the lettuce grown in rainy was found that the stem height was higher than that was grown in the winter (experiment I at the ages 14, 21 days and experiment II at all ages), which was similar results in the stem diameter(all experiments). The lettuce grown in the winter the leaf number and the canapy width were higher than these grown in the rainy (all experiments).

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Keywords : **lettuce, hydroponics, soilless cultural system, NFT, DFT, DWT, nutrient solution, cultural substrate, cultural container**

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....ก
บทคัดย่อ.....ข
ABSTRACT .....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....จ
บทที่ 1 บทนำ
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4
บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย.....5
บทที่ 3 ผลการวิจัย.....9
บทที่ 4 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....41
บทที่ 5 สรุป.....44
บรรณานุกรม.....46
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 48
ภาคผนวก ข 51
ประวัติผู้วิจัย.....53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

Table 1 Plant height of lettuce (cm) at the age 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.....14

Table 2 Stem diameter of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.....15

Table 3 Leaf number of lettuce at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.....16

Table 4 Canapy width of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.....17

Table 5 Fresh weight of lettuce (g/root) at the harvest age (42 days) after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.....18

Table 6 Plant height of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.....19

Table 7 Stem diameter of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.....20

Table 8 Leaf number of lettuce at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.....21

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

Table 9 Canapy width of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.....22

Table 10 Plant height of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.....23

Table 11 Stem diameter of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.....24

Table 12 Leaf number of lettuce at the 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.....25

Table 13 Canapy width of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.....26

Table 14 Fresh weight of lettuce (g/plant) at the harvest (42 days) as affect by ten treatments in the winter 2001.....27

Table 15 Plant height of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.....28

Table 16 Stem diameter of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.....29

Table 17 Leaves number of lettuce at the age 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.....30

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

Table 18 Canapy width of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.....31

Table 19 Plant height of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the winter 2001.....32

Table 20 Stem diameter of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the winter 2001.....33

Table 21 Leaf Number of lettuce at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the winter 2001.....34

Table 22 Canapy width of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the winter 2001.....35

Table 23 Fresh weight of lettuce (g) at the harvest (42 days) as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the winter 2001.....36

Table 24 Plant high of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the rainy 2002.....37

Table 25 Stem diameter of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the rainy 2002.....38

Table 26 Leaf number of lettuce at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the rainy 2002.....39

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

Table 27 Canapy width of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural containers and four cultural substrates in the rainy 2002.....40

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

จากข้อมูลสถิติการนำเข้าสารเคมี สำหรับใช้ในภาคเกษตรกรรมของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร(2546) พบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมีจากปี พ.ศ. 2544 ปริมาณ 55,445 ตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 70,158 ตัน ในปี 2545 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต จากข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวชี้วัดให้ทุกคนตระหนักถึงผลพวงของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นปัญหาสุขภาพอนามัยของทั้งเกษตรกรผู้ปลูกและผู้บริโภค รวมถึงปัญหาสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมด้วย จึงนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้ซื้อผลิตผลทางการเกษตร และนำไปสู่ตลาดผักที่ปลอดภัยจากสารพิษ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนับเป็นแนวทางหนึ่งของระบบการผลิตดังกล่าว

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน(soilless culture) หรือบางทีก็เรียกกันว่า การปลูกพืชด้วยสารละลาย (hydroponics) เป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับขบวนการสร้างอาหาร เพื่อความเจริญเติบโตของพืชมาใช้ประโยชน์ด้วยการให้สารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นแก่พืชโดยไม่ผ่านดิน ความสำคัญของดินในฐานะที่เป็นแหล่งอาหารจึงหมดไป (หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ, 2532) แม้ว่าปัจจุบันการปลูกผักโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทย อาจยังไม่มีความจำเป็นและยังไม่ได้รับความสนใจมากนัก เนื่องจากประเทศไทยยังมีพื้นที่ที่ใช้ในการเกษตรเพียงพอ และการปลูกพืชระบบนี้ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง บางระบบต้องอาศัยกระแสไฟฟ้า ที่สม่ำเสมอ ตลอดจนต้องการปฏิบัติดูแลอย่างต่อเนื่อง ผู้ปลูกจึงต้องมีความรู้ทางเคมี และสรีระวิทยาของพืชนั้นๆ อย่างดี พร้อมทั้งต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำทางเทคโนโลยีอย่างถูกต้อง เหมาะสม แต่ในอนาคตระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะระบบนี้มีประโยชน์หลายประการ เช่น ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารเคมี ประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช สามารถตัดปัญหาศัตรูพืชที่เกิดจากดินทำให้สามารถปลูกพืชอย่างต่อเนื่องแม้ว่าจะเป็นชนิดเดียวกันได้ตลอดปี เป็นระบบที่มีการใช้น้ำ ธาตุอาหารพืช และพื้นที่ปลูกอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช ได้อย่างถูกต้องแน่นอนและรวดเร็ว โดยเฉพาะในระดับรากพืช ซึ่งจากการที่สภาพแวดล้อมต่างๆ อยู่ในระดับที่พอเหมาะตลอดเวลา จึงทำให้พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด อารักษ์ (2544) กล่าวว่า การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน(soilless culture) หมายถึง วิธีการเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยปลูกลงบนวัสดุอื่นที่ไม่ใช่ดิน หรือปลูกลงบนสารละลายธาตุอาหารพืช สามารถแบ่งตามวิธีการให้สารละลายบริเวณรอบรากพืชดังนี้ 1. แบบปลูกในสารละลายธาตุอาหาร โดยนำรากพืชจุ่มแช่ลงในสารละลายธาตุอาหารโดยตรงรากพืชสามารถ

ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ ดูดออกซิเจนและดูดอาหาร ซึ่งแบ่งได้ 2 วิธี ดังนี้ แบบสารละลายไม่หมุนเวียน (Deep Water Technique :DWT) ทั้งแบบเติมอากาศและไม่เติมอากาศ แบบสารละลายหมุนเวียนโดยใช้ปั๊มทำให้มีสารละลายมีการไหลเวียน เป็นการเพิ่มออกซิเจนแก่รากพืชโดยตรง และช่วยรักษามิให้ธาตุต่างๆ เกิดการตกตะกอน ต้นพืชจึงได้รับธาตุอาหารอย่างเต็มที่ระบบนี้เหมาะสำหรับการปลูกเป็นการค้า คือ การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง(Deep Flow Technique: DFT) และการให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นน้ำบางๆ(Nutrient Film Technique: NFT) 2. แบบปลูกให้รากลอยอยู่ในอากาศ(Aeroponics) เป็นการปลูกพืชให้ส่วนของรากพืชลอยอยู่ในอากาศ และฉีดสารละลายธาตุอาหารเป็นฝอยไปที่รากพืชโดยตรงเป็นช่วงเวลา และ 3. แบบปลูกในวัสดุปลูก (Substrate culture) เป็นการปลูกโดยวัสดุปลูกทำหน้าที่แทนดิน สำหรับให้รากยึดและค้ำจุนต้นพืช วัสดุที่นิยมใช้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อพืชมีความเป็นกลางไม่มีธาตุอาหารและหาง่ายในท้องถิ่น

โดยทั่วไปวัสดุปลูก จะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช 4 ประการ ได้แก่ ค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงได้ เก็บสำรองธาตุอาหารพืช กักเก็บน้ำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช และแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูก(วิทยา, 2523) สำหรับวัสดุปลูกที่นิยมใช้สำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน อาจจะเป็นวัสดุอนินทรีย์ เช่น ทรายกรวด หินภูเขาไฟ เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์ และร็อกวูลเป็นต้น หรือวัสดุอินทรีย์ เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว เปลือกไม้และแกลบ เป็นต้น วัสดุปลูกควรมีขนาดสม่ำเสมอกัน ราคาถูกปราศจากพิษและศัตรูพืช ตลอดจนเป็นวัสดุปลูกที่หาได้ง่าย(Douglas, 1985) ประเทศญี่ปุ่นนิยมใช้แกลบเป็นวัสดุปลูก(ทัศนีย์, 2538) แต่แกลบจะมีรูพรุนมากจึงไม่ดูดซับน้ำ จึงอาจนำวัสดุปลูกหลายๆ อย่างมาผสมกันตามอัตราส่วนที่เหมาะสม(อิทธิสุนทร, 2538) เช่น ขุยมะพร้าว ความสามารถในการอุ้มน้ำ(waterholding capacity) ของวัสดุปลูกที่มีคุณสมบัติอย่างหนึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต เพราะเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของอากาศและน้ำในช่องว่าง ที่เหมาะสม(Crileyและ Watanabe, 1974)

ลักษณะภาชนะที่ใช้บรรจุวัสดุปลูก จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่มีผลต่อระบบรากแตกต่างกัน ดังนั้นการปลูกพืชแต่ละชนิดจะพิจารณาทั้งชนิดของวัสดุปลูก ขนาด และรูปร่างของภาชนะให้สัมพันธ์กัน(Keeverและคณะ, 1985) ขนาดของภาชนะปลูกที่จุได้มากขึ้นทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น และปริมาตรของวัสดุปลูก 11.4 ลิตร ทำให้น้ำหนักแห้งของรากและกลุ่มรากสูงกว่าการใช้วัสดุปลูกปริมาตร 5.7 และ 3.8 ลิตร(Tiltและคณะ, 1987) Spomer(1980) อธิบายถึงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำในวัสดุปลูกกับระดับความสูงต่ำของภาชนะว่า เมื่อภาชนะปลูกมีความสูงเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกชนิดเดียวกันจะลดลง เมื่อความสูงของภาชนะลดลงปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะเพิ่มขึ้น ขณะที่ Garnaud(1985) รายงานว่าภาชนะที่ใช้สำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนิยมใช้ถุงพลาสติกที่ไม่ปลดปล่อยสารโลหะ ไม่เป็นที่อาศัยของจุลินทรีย์เชื้อโรคและมีราคาไม่แพง ได้แก่ พลาสติก polyethylene (PE) , polyvinyl chloride (PVC) และ polypropylene (PP) การใช้

พลาสติกเป็นภาชนะปลูกเป็นข้อดี เนื่องจากมีน้ำหนักเบาทนทานต่อการกัดกร่อน ไม่ว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมี และรักษาอุณหภูมิในระบบปลูกไม่ให้ผันแปรมาก

สูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม กับการใช้ปลูกพืชแต่ละชนิด แตกต่างกัน และแม้ว่าจะเป็นสูตรอาหารเดียวกัน แต่สภาพแวดล้อมที่ต่างกัน อัตราการเจริญเติบโตก็จะแตกต่างกัน เนื่องจากธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นพืชปรากฏมีช่วงกว้าง อีกทั้งพืชยังสามารถปรับความแตกต่างของธาตุอาหารได้อีกด้วย ดังนั้นผู้ปลูกจึงควรปรับสูตรขึ้นใช้เองตามความเหมาะสม โดยยึดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม น้ำที่ใช้เตรียมสารละลายและเลือกชนิดปุ๋ยต่างๆ ให้สอดคล้องกับที่มีจำหน่ายในท้องถิ่น(ถวัลย์, 2534)

สำหรับการปลูกผักกาดหอม โดยไม่ใช้ดินมีรายงานการทดลองแตกต่างกันไป วิภาดา(2537) รายงานว่า การใช้ระบบ float system กับสารละลายสูตรจากประเทศออสเตรเลีย ทำให้ผักกาดหอมมีอัตราการเจริญสูงกว่าที่ปลูกในดิน ทั้งในด้านการเพิ่มจำนวนใบ การเพิ่มขนาดของทรงพุ่มและความสูงของลำต้น ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าที่ปลูกในดิน ประมาณ 10 วัน อีกทั้งยังให้น้ำหนักสดกับน้ำหนักแห้งสูงกว่าที่ปลูกในดิน ค่าการนำไฟฟ้าของการทดลองโดยใช้น้ำยาสูตรนี้ อยู่ในระดับ 1.9 – 2 mmho/cm^2 ส่วนการใช้ระบบ NFT กับผักกาดหอมใบพันธุ์(Grand Rapid (*Letuca sativa* cv. Grand Rapid)) นั้น สามารถเก็บผักกาดหอมใบได้ในช่วง 50 – 55 วัน หลังการเพาะเมล็ด โดยผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดี คือ อัตราการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในรูปน้ำหนักสดจะเพิ่มขึ้นในช่วง 35 - 50 วัน และจะเพิ่มมากขึ้นอีกหลังจาก 50 วันไปแล้ว และอัตราการไหลของสารละลายผ่านบน Gully ในอัตรา 3 ลิตร / นาที และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายอยู่ในช่วง 1 – 1.5 mmhos สามารถทำให้ผักกาดหอมใบเจริญเติบโตได้ดี(สิริรัตน์, 2537) ซึ่งระยะเวลาของการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในสารละลายหลังจากย้ายปลูกถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตจะใช้เวลาประมาณ 4 – 9 สัปดาห์ ขึ้นอยู่ในช่วงเวลาในปีหรือฤดูกาล (Sehipper, 1980 อ้างถึงใน สิริรัตน์, 2537) ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายของผักกาดหอมที่เหมาะสม คือ 2 mmhos (Morgan, Moustafa and Tan, 1980 อ้างถึงใน สิริรัตน์, 2537) ขณะที่ ถวัลย์ (2534) รายงานว่าการปลูกผักกาดหอมในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่หมุนเวียนชนิดเติมอากาศ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 1,557.5 กรัม /0.27 ตร.ม. ใช้ระยะเวลางอกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 56 – 58 วัน ค่าใช้จ่ายแบ่งเป็นค่าเงินลงทุนเบื้องต้น 1,797 บาท ค่าใช้จ่ายผันแปรประมาณ 20.75 บาท /1.55 กิโลกรัม สำหรับการปลูกผักกาดหอมของประเทศญี่ปุ่น ถ้าต้องการปลูกผักกาดหอมพันธุ์ BOI SARADANA ด้วยวิธีปลูกในสารละลาย แบบไม่หมุนเวียน และไม่ต้องเติมอากาศ โดยวิธี Capillary Test ควรใช้ zeolite, pumice, sand และ rockwool เป็นวัสดุปลูก(บุญเลิศ, 2536) ส่วนการปลูกผักกาดหอมของไบโอฟาร์มประเทศญี่ปุ่น สามารถเก็บเกี่ยวได้ภายใน 33 วัน เร็วกว่าในดินปลูกธรรมดาถึง 3.5 เท่า น้ำหนักผลผลิตที่มีหัวผักเท่าๆ กัน ก็หนักกว่า 2 เท่าตัว นอกจากนี้วิตามินและแร่ธาตุยังมีมากกว่าผักธรรมชาติถึง 30 % การเจริญเติบโตทำโดยการรักษาความเข้มข้น

คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศในไบโอฟาร์มให้เป็น 5 เท่า ของธรรมดาพืชดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์ทางรูในใบ เมื่อมีแสงสว่างฉะนั้นถ้ายิ่งมีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เท่าไหร่พืชก็โตเร็วเท่านั้น ความเข้มข้นขนาด 1,500 ppm นับว่าดีที่สุด อุณหภูมิในไบโอฟาร์มจะคงอยู่ที่ 19 – 20 องศาเซนติเกรด และความชื้น 75 % ที่ใช้แสงไฟโซเดียมก็เพราะว่าให้ผลดีที่สุดในบรรดาแสงไฟทั้งหลาย(วิทยา, 2532)

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูก สูตรสารละลายธาตุอาหาร ภาชนะปลูกและวัสดุปลูกที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองประกอบด้วยทั้งหมด 3 การทดลองย่อย โดยทุกการทดลองใช้ผักกาดหอมชนิดใบหลวม(loose-leaf lettuce) และปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนมุ้งตาข่ายขนาด 20 ช่องต่อนิ้ว คุมหลังคาด้วยพลาสติกใส และทำการทดลอง2 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 ช่วงฤดูหนาว(เริ่มเดือนธันวาคม, 2544) และครั้งที่ 2 ช่วงฤดูฝน(เริ่มเดือนกรกฎาคม, 2545) ส่วนรายละเอียดในแต่ละการทดลอง มีดังนี้

การทดลองที่ 1 ทดสอบสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน

แผนการทดลอง

จัดสิ่งทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design(CRD) มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย ปัจจัยแรก ได้แก่ ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มี 2 ระบบ คือ ระบบปลูกแบบสารละลายฯไหลตื้นเป็นฟิล์มบางๆ (Nutrient Film Technique :*NFT*) และระบบปลูกแบบสารละลายฯไหลลึก (Deep Flow Technique :*DFT*) ปัจจัยที่สองได้แก่ สูตรสารละลายธาตุอาหารสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งมี 4 สูตรฯ ดังนี้ สารละลายธาตุอาหารสูตรที่1(*NS1*: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm), สารละลายธาตุอาหารสูตรที่2 (*NS2*: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm) , สารละลายธาตุอาหารสูตรที่3 (*NS3*: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm)และ สารละลายธาตุอาหารสูตรที่4 (*NS 4*: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm)

ขั้นตอนการปลูก,ดูแลรักษาและการเก็บบันทึกข้อมูล

เพาะเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมบนวัสดุเพาะเพอร์ไลท์ที่บรรจุในถ้วยปลูกพลาสติกสำเร็จรูป ดูแลให้ได้รับความชื้นอย่างสม่ำเสมอ เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ประมาณ 14 วัน จึงทำการย้ายต้นกล้าพร้อมถ้วยปลูกใส่ไว้ในรูของโฟมแผ่น(หนา1 นิ้ว) ที่จัดเตรียมไว้(ระยะห่าง 20 x 20 เซนติเมตร) ทั้งในระบบ NFT และ DFT ซึ่งระบบ NFT ประกอบด้วย รางปลูกขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 3 เมตร ช่องว่างระหว่างรางกับแผ่นโฟมประมาณ 10 เซนติเมตร ส่วนประกอบของระบบปลูกประกอบด้วยเหล็กฉากรูเป็น

โครงสร้างของระบบฯ ใช้กระเบื้องแผ่นเรียบเป็นส่วนรางปลูกเพื่อรองรับสารละลายพร้อมปูกันซึมด้วยพลาสติกสีดำ(Polyethylene:PE) 2 ชั้น และมีแผ่นโฟมปูรองอีกหนึ่งชั้นที่พื้นด้านล่างและด้านข้าง พร้อมทั้งปรับรางปลูกให้มีความลาดเอียง(slope) การไหลของสารละลายประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์(ระบบนี้สารละลายจะไหลผ่านรากพืชเป็นฟิล์มบางประมาณ0.1-0.5 ซม.) โดยมีกล่องโฟมขนาดบรรจุ 50 ลิตรสำหรับรองรับสารละลายที่ใช้ในระบบฯ พร้อมติดตั้งปั๊มน้ำขนาดเล็กเป็นต้นกำลังสำหรับส่งสารละลายเข้าสู่ระบบโดยควบคุมอัตราการไหลของสารละลายที่ 3 ลิตรต่อนาที สำหรับระบบDFTนั้นมีโครงสร้างของระบบฯ คล้ายกับระบบ NFT แตกต่างกันที่ ระบบนี้รางปลูกไม่ต้องทำslopeโดยรากพืชแช่อยู่ในสารละลายลึก 5 ซม. แต่ก็มีการไหลเวียนของสารละลายเช่นเดียวกับระบบ NFT ทั้งสองระบบการควบค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)ที่ 5.5-6.0 ค่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้า(EC)ที่ 0.8 -1.5 mS/cm และเปลี่ยนสารละลายใหม่ทุกๆสองสัปดาห์ พร้อมทั้งดูแลรักษาต้นพืชทั้งเรื่องโรคและแมลง และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อต้นพืชอายุ 42 วัน ส่วนข้อมูลที่บันทึก ได้แก่ ลักษณะการเจริญเติบโต ประกอบด้วย ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ และความกว้างทรงพุ่ม ที่อายุ 14, 21, 28, 35 วัน และข้อมูลผลผลิต(ที่อายุเก็บเกี่ยว) ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักสดรวม น้ำหนักสดส่วนราก น้ำหนักสดส่วนต้น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ด้วยโปรแกรม SAS (Statistic Analysis System) : version 0.63

การทดลองที่ 2 ทดสอบระบบการปลูกพืชของการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน

แผนการทดลอง

วางแผนทดลองแบบ CRD มีจำนวน10 ทรีตเมนต์ คือ ทรีตเมนต์ที่1 ระบบ NFTแบบที่1 (Nutrient Film Technique :*NFT* type I, constructed of PE and foam = T1) ดูรายละเอียดโครงสร้างของระบบฯที่การทดลองที่1 , ทรีตเมนต์ที่2 ระบบ DFTแบบที่1(Deep Flow Technique :*DFT* type I, constructed of PE and foam = T2) ดูรายละเอียดโครงสร้างของระบบฯที่การทดลองที่1, ทรีตเมนต์ที่ 3 ระบบการปลูกแบบรากพืชแช่ในสารละลายระดับลึก และไม่เพิ่มออกซิเจนในสารละลาย โครงสร้างของระบบและส่วนประกอบอื่นๆคล้าย T2 แตกต่างกันที่ระบบนี้ไม่มีการไหลเวียนของสารละลาย ดังนั้นจึงไม่ต้องมีกล่องโฟมบรรจุสารละลายและปั๊มน้ำ (Deep Water Technique without oxygen addition : DWT, constructed of PE and foam. = T3), ทรีตเมนต์ที่4 ระบบการปลูกแบบรากพืชแช่ในสารละลายระดับลึกและเพิ่มออกซิเจนในสารละลาย:โครงสร้างของระบบและส่วนประกอบอื่นๆคล้าย T3 แตกต่างกันที่ระบบนี้ในสารละลายมีโดยการติดตั้งปั๊มลมเพื่อเพิ่มออกซิเจนเข้าไปในระบบ (Deep Water Technique with oxygen addition : DWT + O2, constructed of PE and foam = T4), ทรีตเมนต์ที่5 ระบบปลูกแบบสารละลายฯไหลลึกและมีท่อปลูกชั้นเดียว :โครงสร้างของระบบฯประกอบด้วย ท่อPVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว เป็นท่อปลูก ความยาวท่อ 1.2 เมตร และเจาะรูสำหรับระบบปลูกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 ซม. ระยะห่างระหว่างรู 20 ซม. ระยะห่าง

ระหว่าง 20 ซม. โดยมีท่ออลูมิเนียมเป็นโครงสร้างรับท่อปลูก หนึ่งชุดปลูกมี 4 ท่อปลูก และมีความลึกของสารละลายที่รากพืชต้องแช่อยู่ประมาณ 5 ซม. (Deep flow Technique: DFT type IIa, constructed of PVC and one floor = T5), ทรีตเมนต์ที่6 ระบบปลูกแบบสารละลายฯไหลลึกและมีท่อปลูกสองชั้น :โครงสร้างของระบบฯและส่วนประกอบอื่นๆคล้าย T5 แตกต่างกันที่ระบบนี้จะมี 2 ชั้นปลูก โดยชั้นบนเหมือนระบบ T5 (มี 4 ท่อปลูก) ส่วนชั้นล่างมีแค่2 ท่อปลูก โดยวางตำแหน่งท่อไว้ด้านริมเพื่อให้ได้รับแสงได้อย่างทั่วถึงนอกจากนี้ปั๊มน้ำที่ใช้จะมีขนาดแรงดันน้ำมากกว่าที่ใช้ในระบบ T5 (Deep flow Technique: DFT type IIb, constructed of PVC and two floor = T6), ทรีตเมนต์ที่7 ระบบปลูกแบบสารละลายฯไหลลึก:โครงสร้างของระบบฯ ประกอบด้วยเหล็กกลวงรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 1 x 1นิ้วเป็นโครงรับรางปลูก และมีกระเบื้องแผ่นเรียบเป็นส่วนรางปลูกเพื่อรองรับสารละลายพร้อมทั้งปูกันซึมด้วยพลาสติกสีดำ(Polyethylene:PE) จำนวน2 ชั้น ยึดริมพลาสติกทั้งสี่ด้านด้วยลวดเย็บ กับลวด เพื่อกักสารละลายไว้ที่ความลึกของสารละลายที่รากพืชต้องแช่อยู่ประมาณ 5 ซม.(Deep flow Technique :DFT type III, constructed of PE = T7), ทรีตเมนต์ที่8 ระบบปลูกแบบสารละลายฯไหลตื้นเป็นฟิล์มบางๆ: ประกอบด้วยท่อปลูกสำเร็จรูปสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยวัสดุท่อทำจาก HDPE(High Density Polyethylene) (Nutrient Film Technique :NFT type II, constructed of HDPE = T8), ทรีตเมนต์ที่9 ระบบปลูกโดยใช้ดิน : ใช้ดินปลูก บรรจุในกระถางปลูกพลาสติกขนาด 10 นิ้ว ให้น้ำ ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 40-0-0 (Soil Culture = Control = T9), ทรีตเมนต์ที่10 ระบบปลูกโดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน : ผสมวัสดุปลูก ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว และ แกลบเผา อัตราส่วน 1:1 บรรจุในกระถางปลูกพลาสติกขนาด 10 นิ้ว และให้สารละลายฯสูตรเดียวกันกับทรีตเมนต์อื่น (Substrate Culture = T10)

ขั้นตอนการปลูก,ดูแลรักษาและการเก็บบันทึกข้อมูล

เพาะเมล็ดบนวัสดุเพาะเพอร์ไรท์ที่บรรจุในถ้วยปลูกพลาสติกสำเร็จรูป ดูแลให้ได้รับความชื้นอย่างสม่ำเสมอ เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ประมาณ 14 วัน จึงย้ายกล้าลงในระบบการปลูกพืชของแต่ละทรีตเมนต์ การทดลองนี้ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร2(NS2) โดยควบคุมค่าpH และค่าEC ดูแลรักษาต้นพืชทั้งเรื่องโรคและแมลง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลต่าง ๆ และใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล เหมือนกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 ทดสอบภาชนะปลูกและวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน

แผนการทดลอง

จัดสิ่งทดลองแบบ Factorial in CRD (2 x 4 factorial) มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่หนึ่ง ประกอบด้วย ภาชนะปลูก ซึ่งมี 2 แบบ คือ ถ้วยปลูกพลาสติกสำเร็จรูป ซึ่งมีขนาดเล็กเล็กเมื่อเทียนกับแบบที่สอง (small plastic cup:C1) และ แก้วพลาสติกขนาดใหญ่ 4 x 6 ซม. (big plastic cup:C2)

ปัจจัย ที่สอง ประกอบด้วย วัสดุปลูก มี 4 ชนิด คือ วัสดุปลูกที่ 1 ขุยมะพร้าว(coconut fiber : S1), วัสดุปลูกที่ 2 เพอร์ไลท์ (perlite : S2) วัสดุปลูกที่ 3 เวอร์มิคูไลท์ผสมเพอร์ไลท์ (vermiculite and perlite: S3) ในอัตราส่วน 1:1 และวัสดุปลูกที่ 4 ฟองน้ำ (spongy : S4)

ขั้นตอนการปลูก,ดูแลรักษาและการเก็บบันทึกข้อมูล

เพาะต้นกล้าผักกาดหอมโดยนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูกในวัสดุปลูกและภาชนะปลูกแยกตามทรีตเมนต์ ที่กำหนด ดูแลให้ได้รับความชื้นสม่ำเสมอ จนกระทั่งต้นกล้ามีอายุได้ประมาณ 14 วัน จึงทำการย้ายกล้าไว้ในระบบ NFT ซึ่งประกอบด้วย ท่อPVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร เป็นรางปลูก ความยาวท่อ 12 เมตร และเจาะรูสำหรับระบบปลูกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างรูประมาณ 25 เซนติเมตร ซึ่งจะมีรูสำหรับปลูกพืชทั้งหมด 95 รูต่อชุด และใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร2(NS2) โดยควบคุมค่าpH และค่าEC ดูแลรักษาต้นพืชทั้งเรื่องโรคและแมลง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลต่าง ๆ และใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล เหมือนกับการทดลองที่ 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 <u>การทดสอบสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน</u>

จากข้อมูลtable 1-4 เป็นการทดสอบในฤดูหนาว พบว่า เกือบทุกลักษณะการเจริญเติบโตของผักกาดหอมไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกระบบปลูกและทุกสูตรสารละลายฯ กล่าวคือ เมื่อวัดข้อมูลที่อายุพืช 14, 21, 28 และ 35 วัน ค่าเฉลี่ยของลักษณะความสูงต้นเท่ากับ 3.44, 4.17, 6.98 และ 9.19 ซม. ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.18,0.38, 0.57 และ 0.68 ซม. ตามลำดับ จำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.98, 5.98, 9.77 และ 14.26 ใบ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 6.46, 18.46, 19.17 และ 24.80 ซม. ตามลำดับ แต่มีบางลักษณะเช่นกันที่พบความแตกต่างของระบบปลูกและสูตรสารละลายฯในบางอายุพืช ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางที่อายุ 14 วัน ของระบบ DFT มีค่าเฉลี่ยมากกว่าระบบ NFT จำนวนใบของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ DFT มีมากกว่าระบบ NFT ในทุกสูตรสารละลายฯ ที่อายุ 14 วัน และที่อายุ 21 วัน พบเฉพาะในสูตร NS 4 และผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ DFT มีความกว้างทรงพุ่มมากกว่าที่ปลูกในระบบ NFT ที่อายุ 14 วัน ในทุกสูตรสารละลายธาตุอาหารฯ และเฉพาะสูตร NS 4 ที่อายุ 21 วัน นอกจากนี้ยังพบว่า ผักกาดหอมที่อายุเก็บเกี่ยว (42 วัน) ในทุกระบบปลูกและทุกสูตรสารละลายฯ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักสดของต้น น้ำหนักสดของราก และน้ำหนักสดรวม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.95, 90.75 และ 107.70 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (table 5)

ส่วนการทดสอบในฤดูฝน (table 6-9) นั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติของลักษณะการเจริญเติบโตเกือบทุกลักษณะของทุกระบบปลูกและทุกสูตรสารละลายฯ กล่าวคือ ที่อายุพืช 14, 21, 28 และ 35 วัน มีค่าเฉลี่ยของความสูงต้นเท่ากับ 4.97, 5.32, 6.15 และ 7.46 ซม.ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 0.21, 0.49, 0.58 และ 0.75 ซม. ตามลำดับ จำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.64, 4.88, 6.34 และ 8.32 ใบ ตามลำดับ และความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 6.71, 9.51, 11.65 และ 14.15 ซม. ตามลำดับ มีบางลักษณะเท่านั้นที่พบความแตกต่างคือ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 14 วัน ที่ระบบ DFT มีค่ามากกว่าระบบ NFT ใน ทุกสูตรสารละลายฯ สำหรับลักษณะผลผลิตนั้นไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลได้เนื่องจากพืชทดลองตายก่อนเก็บผลผลิต

การทดลองที่ 2 <u>ทดสอบระบบปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน</u>

ประกอบด้วย 10 ทรีตเมนต์ (T1 ถึง T10 : ดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่วิธีการทดลอง) ผลการทดลองจำแนกตามฤดูปลูกได้ดังนี้

การทดสอบในฤดูหนาว

ความสูงต้น ที่อายุ 14 และ 21 วัน พบว่า T1, T2 และ T6 เป็นกลุ่มที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (10.50, 11.35 และ 10.75 ซม. ตามลำดับ)สอดคล้องกับที่อายุ 35 วัน T1, T2, T5 และ T6 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 15.20, 14.70, 17.70 และ 15.85 ซม. ตามลำดับ (table 10)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ที่อายุ 14 วันหลังปลูก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ (เฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ซม.) และที่อายุ 21 วัน กลุ่มทรีตเมนต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุดคือ T2, T3 และ T7 ส่วนที่อายุ 28 วัน พบว่า T1, T2, T3, T4, T5, T6 และ T7 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างกัน และที่อายุ 35 วัน T1 และ T2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันคือ 0.87 ซม. (table 11)

จำนวนใบต่อต้น ที่อายุ 14 วันหลังปลูก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ (เฉลี่ยเท่ากับ 3.94 ใบ) ส่วนที่อายุ 21 วัน พบว่า T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 และ T8 เป็นกลุ่มที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (6.40-7.70 ซม.) และที่อายุ 28 วัน T1 ถึง T7 เป็นกลุ่มที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (11.30-12.70 ซม.) ส่วนผักกาดหอมที่อายุ 35 วัน นั้นพบว่า T1 และ T2 มีจำนวนใบสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติคือเฉลี่ย 21.20 และ 20.40 ใบ ตามลำดับ (table 12)

ความกว้างทรงพุ่ม ที่อายุ 14 และ 35 วันหลังปลูก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.60 และ 27.12 ซม. ตามลำดับ T2 ที่อายุ 21 วันมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 19.40 ซม. ส่วนที่อายุ 28 วัน พบว่า T1, T2, T5, T6 และ T7ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 27.05, 27.05, 24.05, 27.25 และ 24.20 ซม. ตามลำดับ (table 13)

ผลผลิตที่อายุเก็บเกี่ยว (42 วัน) จากtable 14 พบว่า T2 ให้ผลผลิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับทรีตเมนต์อื่นโดยวัดจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดใบ, ราก, ต้น และรวมทั้งต้น ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 246.56, 22.74, 35.16 และ 304.48 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่ก็ไม่แตกต่างทางสถิติกับ T1, T3, T6 และ T7 (เฉพาะน้ำหนักต้น)

การทดสอบในฤดูฝน (table 15-18)

ความสูงต้น ผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28 และ 35 วันหลังปลูก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60, 5.01, 5.98, และ 7.77 ซม. ตามลำดับ สอดคล้องกับลักษณะอื่น ๆ ที่ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน กล่าวคือ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 14, 21, 28 และ 35 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 0.28, 0.44, 0.57 และ 0.74 ซม. ตามลำดับ ยกเว้นเฉพาะ T1 ที่อายุ 14 วันเท่านั้นที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น จำนวนใบต่อต้น (ที่อายุ 14, 21, 28 และ 35 วัน มีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 3.41, 5.06, 5.97 และ 8.29 ใบ ตามลำดับ) และลักษณะความกว้างทรงพุ่ม (ที่อายุ 14, 21, 28 และ 35 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.49, 7.93, 9.88 และ 15.28 ใบ ตามลำดับ)

สำหรับลักษณะผลผลิตไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลได้เนื่องจากพืชทดลองตายก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต

การทดลองที่ 3 <u>การทดสอบภาชนะปลูกและวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน</u> (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับทรีตเมนต์ต่างๆ ในวิธีการทดลอง)

การทดสอบในฤดูหนาว

ความสูงของต้น ที่อายุ 14 วันหลังปลูก ผักกาดหอมที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกวัสดุปลูก (เฉลี่ยเท่ากับ 2.39 ซม.) แต่การปลูกในภาชนะปลูก C2 ที่ใช้วัสดุปลูก S1 จะให้ค่าสูงสุด ส่วนผักกาดหอมที่อายุ 21 วัน ให้ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างในทุกทรีตเมนต์ ยกเว้นที่ปลูกใน ภาชนะปลูก C2 โดยใช้วัสดุปลูก S3 จะให้ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าทรีตเมนต์อื่น สำหรับที่อายุ 28 วัน พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 โดยใช้วัสดุปลูก S2 จะให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนภาชนะปลูก C2 ในวัสดุปลูก S1, S2 และ S4 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (ไม่แตกต่างทางสถิติ) เท่ากับ 6.38, 6.13 และ 7.01 ซม. ตามลำดับ ที่อายุ 35 วัน ผักกาดหอมที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 ให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่า C2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุปลูก S2 เป็นวัสดุที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดในการปลูกผักกาดหอมคือ 11.32 ซม. แต่ไม่แตกต่างจากวัสดุ S1 (table 19)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่าที่อายุ 14 วัน ผักกาดหอมที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 โดยใช้วัสดุ S2 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.17 ซม. แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผักกาดหอมที่ปลูกในทุกวัสดุปลูกของภาชนะปลูก C2 ส่วนที่อายุ 21 และ 35 วันนั้น ให้ผลการทดลองคล้ายคลึงกันคือ ผักกาดหอมที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.26 และ 0.59 ซม. ตามลำดับ ส่วนวัสดุปลูกที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดที่อายุ 14 วัน คือ วัสดุปลูก S1 และ S2 (ค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.27 ซม.) ที่อายุ 35 วัน วัสดุปลูก S1 เฉลี่ยเท่ากับ 0.61 ซม. และ 0.64 ซม. ในวัสดุปลูก S2 สำหรับที่อายุ 28 วันนั้นพบว่าวัสดุปลูกที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ S2 ในภาชนะปลูก C1 และ S1 ในภาชนะปลูก C2 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.40 และ 0.36 ซม. ตามลำดับ) (table 20)

จำนวนใบต่อต้น ที่อายุ 14, 21, 28 และ 35 วัน พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดในทุกวัสดุปลูก (เฉลี่ยเท่ากับ 3.49, 5.88, 7.68 และ 11.77 ใบต่อต้น ตามลำดับ และที่อายุ 21 วัน ผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูก S1 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.35 ใบ ที่อายุ 28 และ 35 วัน ยังพบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูก S2 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 8.01 และ 18.00 ซม. ตามลำดับ (table 21)

ความกว้างทรงพุ่ม ผักกาดหอมในทุกอายุปลูกที่ทำการวัดข้อมูล (14, 21, 28 และ 35 วัน) ที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 จะให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดในทุกวัสดุปลูก (เฉลี่ยเท่ากับ 4.3, 9.27, 18.09 และ 21.07 ซม. ตามลำดับ) และพบว่า ที่ปลูกในวัสดุปลูก S1 และ S2 ในภาชนะปลูก C2 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (ที่อายุ 14 วัน) เท่ากับ 4.34 และ 6.05 ซม. ตามลำดับ และที่อายุ 21 วัน เท่ากับ 10.28 และ 12.77 ซม. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าที่อายุ 28 และ 35 วัน ผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูก S2 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 19.72 และ 23.17 ซม. ตามลำดับ (table 22)

ผลผลิต ผักกาดหอมที่อายุเก็บเกี่ยว 42 วัน ที่ปลูกในภาชนะปลูก C1 ให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักสดใบ, ราก, ต้น และรวมทั้งต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.92, 8.43,3.46 และ 71.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และยังพบอีกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูก S2 โดยใช้ภาชนะปลูก C1 ให้ผลผลิตสูงสุด โดยมีน้ำหนักสดใบ, ราก, ต้น และรวมทั้งต้น เฉลี่ยเท่ากับ 100.41, 12.12, 6.32 และ 119.16 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนในภาชนะปลูก C2 ที่ใช้วัสดุปลูก S1 นั้นจะให้ผลผลิตของผักกาดหอมมากที่สุด คือ น้ำหนักสดในราก, ต้น และรากรวมต้น เฉลี่ยเท่ากับ 53.57, 8.02 และ 64.19 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ยกเว้นในลักษณะน้ำหนักสดต้นที่ปลูกในภาชนะปลูก C2 ในทุกวัสดุปลูกให้ผลไม่แตกต่างกัน (table 23)

การทดสอบในฤดูฝน (table 24-27)

ความสูงของต้น ผักกาดหอมที่อายุ 14 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของภาชนะปลูกทั้งสองแบบโดยมีค่าเฉลี่ยของภาชนะ C1 และ C2 เท่ากับ 5.80 และ 6.21 ซม. ตามลำดับ แต่พบความแตกต่างในวัสดุปลูกต่างๆ ดังนี้ วัสดุปลูก S1 และ S3 จะให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.18 และ 6.41 ซม. ตามลำดับ ส่วนที่อายุ 21, 28 และ 35 วันนั้น ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของผักกาดหอมที่ปลูกในภาชนะปลูกทั้ง 2 แบบและวัสดุปลูกทั้ง 4 แบบ โดยมีค่าเฉลี่ยที่อายุต่าง ๆ เท่ากับ 8.04, 10.88 และ 13.00 ซม. ตามลำดับ

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่าผักกาดหอมที่อายุ 14 วัน ที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูก S1, S2 และ S3 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างกัน (เท่ากับ 0.27, 0.22 และ 0.18 ซม. ตามลำดับ) ส่วนที่อายุ 21, 28 และ 35 วัน ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ในแต่ละช่วงอายุโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.45, 0.75 และ 1.11 ซม. ตามลำดับ

จำนวนใบต่อต้น ผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูก S1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.70 ซม. ที่อายุ 14 วัน ส่วนที่อายุ 21 วัน ผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูก S1, S2 และ S3 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (5.45, 5.86 และ 5.68 ใบต่อต้น ตามลำดับ) สำหรับที่อายุ 28 และ 35 วันนั้น ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.05 และ 12.57 ใบต่อต้น ตามลำดับ

ความกว้างทรงพุ่ม พบว่าผักกาดหอม (อายุ 14 วัน) ที่ปลูกโดยวัสดุ S1, S2 และ S3 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.93, 7.38 และ 7.78 ซม. ตามลำดับ สำหรับที่อายุ 21, 28 และ 35 วันนั้น ค่าเฉลี่ยของผักกาดหอมในทุกทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (เฉลี่ยเท่ากับ 11.66, 17.53 และ 21.01 ซม. ตามลำดับ)

สำหรับผลผลิตนั้นไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากพืชทดลองตายก่อนเก็บผลผลิต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Table 1 Plant height of lettuce (cm) at the age 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	14 days		Average	21 days		Average	28 days		Average	35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	3.17	3.45	3.29	4.18	3.64	3.91	6.23	7.10	6.67	8.75	9.43	9.09
NS2	3.44	3.2	3.32	3.8	4.96	3.93	6.98	7.38	7.18	8.38	9.35	8.87
NS3	3.20	3.65	3.43	4.68	4.29	4.49	7.23	7.22	7.23	9.36	9.23	9.30
NS4	3.33	4.05	3.69	4.10	4.65	4.38	6.38	7.38	6.88	8.35	10.68	9.52
Average	3.29	3.59	3.44	4.19	4.16	4.17	6.71	7.22	6.98	8.71	9.67	9.19
F-test for cultural system			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			NS			NS			NS
CV.			7.84			11.07			7.64			10.03

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 2 Stem diameter of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	14 days		Average	21 days		Average	28 days		Average	35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	0.17	0.21	0.19	0.28	0.25	0.27	0.46	0.53	0.50	0.63	0.72	0.68
NS2	0.15	0.19	0.17	0.28	0.26	0.27	0.96	0.54	0.75	0.66	0.66	0.66
NS3	0.16	0.18	0.17	0.31	0.43	0.37	0.53	0.55	0.54	0.69	0.72	0.71
NS4	0.16	0.19	0.18	0.25	0.33	0.29	0.47	0.53	0.50	0.63	0.71	0.67
Average	Y0.16	X0.19	0.18	0.28	0.32	0.30	0.61	0.54	0.57	0.65	0.70	0.68
F-test for cultural system			*			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			NS			NS			NS
CV.			10.52			30.05			40.96			7.27

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 3 Leaf number of lettuce at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	14 days		Average	21 days		Average	28 days		Average	35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	NFT	DFT	DFT	
NS1	3.95	4.30	4.15	6.10	5.60	5.85	9.10	9.05	9.08	12.52	14.60	13.56
NS2	3.85	4.20	4.03	5.75	5.85	5.8	8.50	9.35	8.93	13.85	13.95	13.90
NS3	3.70	4.00	3.95	5.90	6.00	5.95	14.25	9.25	11.75	15.52	15.20	15.36
NS4	3.70	4.10	3.85	y5.41	x7.20	6.31	8.50	10.10	9.30	14.20	14.25	14.23
Average	Y3.86	X4.15	3.98	5.79	6.16	5.98	10.09	9.44	9.77	14.02	14.50	14.26
F-test for cultural system			*			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			*			NS			NS
CV.			5.41			6.81			26.76			8.15

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 4 Canapy width of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	Age 14 days		Average	Age 21 days		Average	Age 28 days		Average	Age 35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	6.08	6.73	6.41	12.32	10.08	11.21	19.95	19.03	19.49	25.35	24.78	25.07
NS2	5.75	7.35	6.55	10.83	11.55	11.19	18.22	20.70	19.46	22.95	24.90	23.93
NS3	5.83	6.75	6.29	12.45	12.15	12.3	18.85	19.63	19.24	25.34	24.20	24.77
NS4	5.90	7.28	6.59	x9.25	y14.65	11.95	16.80	20.18	18.49	25.23	25.65	25.44
Average	Y5.89	X7.03	6.46	11.22	12.11	11.66	18.46	19.89	19.17	24.72	24.88	24.80
F-test for cultural system			**			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			*			NS			NS
CV.			3.71			11.92			10.22			9.61

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, ** = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 5 Fresh weight of lettuce (g/root) at the harvest age (42 days) after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the winter 2001.

Nutrient solution formulas	Cultural system in each of the age after sowing								
	Fresh weight of root		Average	Fresh weight of leaves and stem		Average	Total plant of fresh weight		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	12.95	16.18	14.57	68.63	85.45	77.04	81.58	101.63	91.61
NS2	18.72	12.85	15.78	68.44	76.27	72.35	87.16	89.12	88.14
NS3	22.82	14.96	18.90	141.95	77.90	109.92	164.77	92.86	128.82
NS4	17.00	20.11	18.55	91.67	115.70	103.68	108.66	135.81	122.24
Average	17.87	16.03	16.95	92.67	88.83	90.75	110.54	104.86	107.70
F-test for cultural system			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formulas			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formulas × cultural system			NS			NS			NS
CV.			29.67			38.58			36.67

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 6 Plant height of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	14 days		Average	21 days		Average	28 days		Average	35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	4.58	4.91	4.75	5.28	5.44	5.36	5.85	6.17	6.01	6.29	6.56	6.43
NS2	5.03	5.16	5.10	5.42	5.67	5.55	6.35	6.13	6.24	8.13	7.18	7.66
NS3	5.25	4.83	5.04	5.02	5.68	5.35	6.14	7.21	6.68	7.06	8.92	7.99
NS4	4.92	5.05	4.99	5.15	4.91	5.03	6.21	5.13	5.67	8.75	6.76	7.76
Average	4.95	4.99	4.97	5.22	5.43	5.32	6.14	6.16	6.15	7.56	7.36	7.46
F-test for cultural system			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			NS			NS			NS
CV.			9.50			10.72			12.77			24.89

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 7 Stem diameter of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	14 days		Average	21 days		Average	28 days		Average	35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	0.21	0.22	0.22	0.45	0.46	0.46	0.51	0.60	0.56	0.60	0.70	0.65
NS2	0.20	0.22	0.21	0.49	0.53	0.51	0.61	0.58	0.60	0.83	0.75	0.79
NS3	0.19	0.22	0.21	0.47	0.56	0.52	0.59	0.65	0.62	0.77	0.85	0.81
NS4	0.19	0.23	0.21	0.47	0.51	0.49	0.58	0.55	0.57	0.77	0.75	0.76
Average	Y0.20	X0.22	0.21	0.47	0.52	0.49	0.57	0.60	0.58	0.74	0.76	0.75
F-test for cultural system			*			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			NS			NS			NS
CV.			9.52			16.56			10.79			24.33

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 8 Leaf number of lettuce at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	14 days		Average	21 days		Average	28 days		Average	35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	3.50	3.40	3.45	4.80	5.30	5.05	6.00	6.76	6.35	6.75	7.50	7.13
NS2	3.60	3.90	3.75	4.70	4.90	4.80	6.55	5.40	5.98	8.21	7.40	7.81
NS3	3.70	3.80	3.75	4.60	5.30	4.95	6.56	6.50	6.53	8.83	8.67	8.75
NS4	3.80	3.40	3.60	4.60	4.80	4.70	7.23	5.83	6.53	9.85	8.65	9.27
Average	3.65	3.63	3.64	4.68	5.08	4.88	6.59	6.12	6.34	8.41	8.06	8.23
F-test for cultural system			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			NS			NS			NS
CV.			5.99			7.68			14.47			23.28

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 9 Canapy width of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by two cultural systems and four nutrient solution formulas in the rainy 2002.

Nutrient solution formula	Cultural system in each of the age after sowing											
	14 days		Average	21 days		Average	28 days		Average	35 days		Average
	NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT		NFT	DFT	
NS1	5.84	6.56	6.20	10.11	9.31	9.71	10.94	11.97	11.46	11.58	11.83	11.71
NS2	6.71	7.41	7.06	9.04	10.52	9.78	11.87	11.02	11.45	16.28	12.98	14.63
NS3	6.76	6.96	6.86	8.45	11.43	9.94	12.70	13.94	13.32	14.36	18.48	16.42
NS4	6.66	6.82	6.74	9.56	8.03	8.80	12.19	8.55	10.37	15.11	12.58	13.85
Average	6.49	6.94	6.71	9.29	9.82	9.56	11.93	11.37	11.65	14.33	13.97	14.15
F-test for cultural system			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula			NS			NS			NS			NS
F-test for nutrient solution formula × cultural system			NS			NS			NS			NS
CV.			10.71			16.63			14.80			26.79

NFT = Nutrient film technique, DFT = Deep flow technique.

NS 1: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, = 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg = 38.13 ppm, S = 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 2: N = 208.00 ppm, P = 62.009 ppm, K= 332.00 ppm, Ca= 168.0 ppm, M = 49.00 ppm, S= 65.00ppm, Fe = 5.600 ppm, B = 0.300 ppm, Mn = 2.200 ppm, Zn = 0.060 ppm, Cu = 0.060 ppm and Mo = 0.007 ppm.

NS 3: N = 236.09 ppm, P = 34.09 ppm, K= 187.96 ppm, Ca= 164.89 ppm, Mg= 38.13 ppm, S= 51.47 ppm, Fe = 1.200 ppm, B = 0.255 ppm, Mn = 0.816 ppm, Zn = 0.22 ppm, Cu = 0.063 ppm and Mo = 0.023 ppm.

NS 4: N = 268.59 ppm, P= 30.04 ppm, K= 290.00 ppm, Ca= 113.56 ppm, Mg= 30.00 ppm, S= 40.00 ppm, Fe= 2.400 ppm, B = 0.510 ppm, Mn = 1.630 ppm, Zn = 0.440 ppm, Cu = 0.125 ppm and Mo = 0.049 ppm.

In the same column, means with the same letter (a to d) and In the same line, means with the same letter (x to y) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at p = 0.05, * = Significantly at p = 0.01 and NS = non-significant.

Table 10 Plant height of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	4.25	5.65	10.50 A	15.20 A
T2	4.33	5.80	11.35 A	14.70 A
T3	4.45	5.75	9.90 AB	13.15 AB
T4	4.05	6.05	8.90 AB	9.65 AB
T5	4.65	5.40	10.25 AB	14.70 A
T6	4.05	5.50	10.75 A	15.85 A
T7	4.4	5.35	9.60 AB	12.15 AB
T8	3.85	4.75	7.00 C	7.75 B
T9	3.70	4.86	6.95 C	7.35 B
T10	3.48	4.00	7.90 BC	9.80 AB
Average	4.15	5.38	9.39	12.15
F-test	NS	NS	*	*
CV.	14.95	8.29	10.45	19.98

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 11 Stem diameter of lettuce (cm) at the age of 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	0.27	0.37 AB	0.64 A	0.87 A
T2	0.26	0.42 A	0.66 A	0.87 A
T3	0.27	0.41 A	0.63 A	0.79 AB
T4	0.25	0.39 AB	0.55 B	0.68 BC
T5	0.30	0.36 AB	0.64 A	0.74 AB
T6	0.26	0.32 A-C	0.67 A	0.80 AB
T7	0.25	0.43 A	0.69 A	0.80 AB
T8	0.20	0.34 AB	0.44 C	0.57 C
T9	0.22	0.29 BC	0.39 CD	0.51C
T10	0.20	0.22 C	0.34 D	0.51C
Average	0.25	0.36	0.58	0.72
F-test	NS	*	**	**
CV.	12.03	12.00	5.84	9.56

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 12 Leaf number of lettuce at the 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	4.10	7.20 A	11.80 A	21.20 A
T2	4.00	7.70 A	12.70 A	20.40 A
T3	4.00	7.60 A	12.40 A	18.80 AB
T4	3.80	7.20 A	11.30 A	16.70 B
T5	3.50	7.60 A	11.30 A	17.30 B
T6	4.00	7.10 A	11.40 A	18.80 AB
T7	4.20	7.70 A	12.60 A	19.10 AB
T8	4.00	6.40 A	8.00 B	13.00 C
T9	4.00	5.00 B	7.70 B	9.80 D
T10	3.60	4.80 B	7.40 B	10.20 D
Average	3.94	6.94	10.83	16.86
F-test	NS	**	**	**
CV.	7.38	8.13	7.33	6.56

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 13 Canapy width of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the winter 2001.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	9.25	18.15 AB	27.05 A	34.45
T2	9.40	19.40 A	27.05 A	34.25
T3	9.45	18.70 AB	22.50 AB	27.10
T4	7.75	18.75 AB	22.10 AB	22.35
T5	9.5	18.70 AB	24.05 A	28.65
T6	8.8	17.55 AB	27.25 A	31.50
T7	8.95	17.80 AB	24.20 A	28.20
T8	7.55	14.85 BC	17.30 BC	22.40
T9	7.39	11.55 CD	15.85 C	17.95
T10	8.1	10.00 D	17.30 BC	23.50
Average	8.60	16.89	22.74	27.12
F-test	NS	**	**	NS
CV.	11.82	9.34	10.81	15.84

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 14 Fresh weight of lettuce (g/plant) at the harvest (42 days) as affect by ten treatments in the winter 2001.

Treatment	Fresh weight (g/plant)			
	Total plant	Leaf	Root	Stem
T1	220.48AB	177.74AB	16.30AB	26.44A
T2	304.48A	246.56A	22.74A	35.16A
T3	196.18AB	147.89A-C	10.69B-D	37.60A
T4	81.80C-E	69.05CD	3.30CD	9.44B-D
T5	134.06B-E	109.32B-D	8.55B-D	16.18B-D
T6	179.24A-D	140.91BC	12.40BC	25.92AB
T7	144.44B-E	114.21B-D	9.13B-D	21.10A-C
T8	67.37DE	50.82CD	2.28CD	14.27B-D
T9	21.98E	16.22D	0.60D	5.15CD
T10	63.14DE	50.82CD	1.85D	2.87D
Average	145.43	115.99	9.15	20.28
F-test	**	**	**	*
CV.	34.02	35.23	43.81	34.38

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 15 Plant height of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	3.46	5.26	6.71	12.14
T2	3.61	5.02	8.70	9.35
T3	3.64	4.86	4.79	4.60
T4	3.68	4.65	4.85	5.50
T5	3.68	5.32	6.60	9.88
T6	3.53	5.07	6.25	7.69
T7	3.63	5.22	5.48	.
T8	3.59	5.18	5.23	.
T9	3.66	4.51	4.83	5.66
T10	3.47	5.02	6.37	7.82
Average	3.60	5.01	5.98	7.77
F-test	NS	NS	NS	NS
CV.	3.16	12.59	23.93	22.80

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 16 Stem diameter of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	0.19B	0.45	0.60	.
T2	0.27A	0.45	0.74	0.95
T3	0.28A	0.43	0.48	0.50
T4	0.31A	0.38	0.43	0.65
T5	0.32A	0.46	0.57	1.02
T6	0.27A	0.43	0.58	0.79
T7	0.30A	0.43	0.50	.
T8	0.26A	0.46	0.48	.
T9	1.26A	0.41	0.81	0.59
T10	0.53A	0.45	0.53	0.66
Average	0.28	0.44	0.57	0.74
F-test	*	NS	NS	NS
CV.	9.27	12.75	31.3	19.96

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 17 Leaves number of lettuce at the age 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	3.00	5.50	6.95	13.20
T2	3.50	5.50	8.30	9.70
T3	3.60	5.13	5.00	5.00
T4	3.30	4.30	4.67	5.20
T5	3.40	4.90	5.95	10.60
T6	3.50	4.70	6.03	8.20
T7	3.80	5.47	5.75	.
T8	3.40	5.20	5.17	.
T9	3.50	4.90	5.50	6.60
T10	3.10	5.00	6.40	8.10
Average	3.41	5.06	5.97	8.29
F-test	NS	NS	NS	NS
CV.	8.80	15.95	21.81	17.1

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

Table 18 Canapy width of lettuce (cm) at 14, 21, 28 and 35 days after sowing as affect by ten treatments in the rainy 2002.

Treatment	Days after sowing			
	14 days	21 days	28 days	35 days
T1	4.26	8.81	12.45	24.14
T2	5.69	8.54	15.45	19.11
T3	6.07	7.76	7.49	7.40
T4	6.32	7.13	7.12	9.50
T5	5.47	8.77	11.41	24.58
T6	5.77	8.62	11.48	14.75
T7	5.34	8.58	8.91	
T8	5.75	8.43	7.52	
T9	4.77	5.67	7.17	12.62
T10	5.49	6.98	9.77	13.92
Average	5.49	7.93	9.88	15.28
F-test	NS	NS	NS	NS
CV.	11.82	22.44	34.38	39.47

T1 = Nutrient Film Technique (NFT) type I, constructed of PE and foam.

T2 = Deep Flow Technique (DFT) type I, constructed of PE and foam.

T3 = Deep Water Technique without oxygen addition (DWT), constructed of PE and foam.

T4 = Deep Water Technique with oxygen addition (DWT + O2), constructed of PE and foam.

T5 = Deep flow Technique(DFT) type IIa, constructed of PVC and one floor.

T6 = Deep flow Technique(DFT) type IIb, constructed of PVC and two floor.

T7 = Deep flow Technique(DFT) type III, constructed of PE.

T8 = Nutrient Film Technique (NFT) type II, constructed of HDPE.

T9 = Soil Culture

T10 = Substrate Culture

In the same column, means with the same letter (A to E) do not significantly at p = 0.05 (DMRT).

* = Significantly at $p = 0.05$, ** = Significantly at $p = 0.01$, NS = Non – significant.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี