13842

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การศึกษาผลของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่ปลูกในระบบ NFT

A Study on Different Substrates Effecting on Growthing of Marigold (Tagetes erecta L.) by Using NFT System.

โดย
อุศณา รุ่งรัชกานนท์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ)
ภาควิชารับรองแล้ว

T100346

.....
(ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
วันที่...๒๕...เดือน.....พ.ศ.๒๕๓๓...

สรพน.....
เลขทะเบียน 100346
วัน.เดือน.ปี 18 JUN 2009

ฝพ.
ต86ก
2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการดำเนินงานทดลอง จัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลอง ตลอดจนตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษจนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณคณาจารย์รวมทั้งเจ้าหน้าที่รับผิดชอบต่างๆที่ได้ให้คำแนะนำและยืมอุปกรณ์ในระหว่างการทดลอง ซึ่งมีส่วนช่วยให้ปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าสำเร็จเรียบร้อยและสมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทดลองครั้งนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจ และห่วงใยตลอดมา

อุศณา รุ่งรัชกานนท์

มีนาคม 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่ปลูกในระบบ NFT

A Study on Different Substrates Effecting on Growthing of Marigold (Tagetes erecta L.) by Using NFT System.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาดาวเรืองพันธุ์ ซอฟเฟอเรน โดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT (Nutrient Film Technique) ซึ่งเป็นระบบการปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชเป็นฟิลม์บางๆโดยที่สารละลายที่ใช้สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ในการทดลองได้ทำการทดลอง 3 Treatment โดย Treatment ที่ 1 จะเป็นการย้ายกล้าลงปลูกในแผ่น Polyurethane ขนาด 6.5 x 20 x 2.5 ซม. Treatment ที่ 2 จะย้ายกล้าลงปลูกในแผ่น Rockwool ขนาด 7.5 x 7.5 x 3.25 ซม. ส่วน Treatment ที่ 3 ย้ายกล้าลงปลูกในรางโดยตรง จะพบว่าใน Treatment ที่ 3 เมื่อวัดความสูงของต้นเมื่ออายุได้ 51 วันจะมีความสูงมากที่สุดคือ 42.31 ซม แต่ในขณะเดียวกัน Treatment ที่ 1 จะมีการเจริญเติบโตในแง่ของการให้คะแนน น้ำหนักแห้งของลำต้นใบ และน้ำหนักแห้งของราก ดีที่สุดคือ จะมีคะแนน 3.31 คะแนน น้ำหนักแห้งของลำต้นใบ 6.08 กรัม น้ำหนักแห้งของราก 1.11 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากการใช้วัสดุปลูกจะเป็นที่ยึดเหนี่ยวของราก และค้ำจุนลำต้นทำให้รากสามารถแผ่ขยายไปได้มาก มีประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากกว่าไม่ใช้วัสดุปลูก แต่จากการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของดาวเรืองไม่ดีเท่าที่ควรทั้งนี้อาจเนื่องจาก สภาพแวดล้อม สารละลายธาตุอาหาร อุณหภูมิ โรคและแมลง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์	22
วิธีการ	23
ผลการทดลอง	27
วิจารณ์และข้อเสนอแนะ	30
สรุปผลการทดลอง	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	35 (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงสูตร Hoagland เบอร์ 2	12
2	แสดงปริมาณจุลธาตุอาหารพืชในสารละลายธาตุอาหาร	12
3	แสดงปริมาตรน้ำและอากาศใน Rockwool block ขึ้นอยู่กับความสูงของภาชนะและความหนาแน่นของ Rockwool ที่ 70 Kg/m^3	15
4	แสดงส่วนประกอบทางเคมีของ Rockwool	15
5	แสดงส่วนประกอบทางเคมีของ PU 80 ในหน่วย ppm ของน้ำหนักแห้ง	17
6	แสดงค่าเฉลี่ยความสูง (ซม.)ของต้นดาวเรืองที่ปลูกในระบบ NFT เมื่ออายุ 12,23,35,43,51 วัน	27
7	แสดงการให้คะแนน(เฉลี่ย)ของการเจริญเติบโตของดาวเรือง	28
8	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย(กรัม)ของลำต้น ใบ และราก	29
9	แสดงความสูงของดาวเรืองหลังการย้ายปลูกเมื่ออายุ 12 วัน (ซม.)	36
10	Analysis of variance แสดงความสูงของดาวเรืองหลังย้ายปลูกเมื่ออายุ 12 วัน	36
11	แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 23 วัน (ซม.)	37
12	Analysis of variance แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 23 วัน	38
13	แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 35 วัน (ซม.)	39
14	Analysis of variance แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 35 วัน	39
15	แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 43 วัน (ซม.)	40
16	Analysis of variance แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 43 วัน	40
17	แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 51 วัน (ซม.)	41
18	Analysis of variance แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 51 วัน	41
19	แสดงการให้คะแนน(เฉลี่ย)การเจริญเติบโตของดาวเรือง	42
20	Analysis of variance การให้คะแนนการเจริญเติบโตของดาวเรือง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่		หน้า
21	แสดงน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบและดอก ของดาวเรือง(กรัม)	44
22	Analysis of variance ของน้ำหนักแห้งของดาวเรือง(ต้น ใบและดอก)	44
23	แสดงน้ำหนักแห้ง(กรัม)ของรากดาวเรือง	45
24	Analysis of variance ของน้ำหนักแห้งของรากดาวเรือง	45
25	แสดงผลผลิตของพืชที่ปลูกโดยใช้ Hydroponics และการปลูกโดยใช้ดิน	46
26	แสดงส่วนประกอบของสารละลายเริ่มต้นะปริมาณเกลือปริมาตร 10 ลิตร สำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร 1000 ลิตร	47
27	แสดงส่วนประกอบที่เหมาะสมของสารละลายธาตุอาหารปริมาตร 1000 ลิตร	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการจำแนกการปลูกพืชไม่ใช้ดิน	4
2	กราฟแสดง pF curves ของ Grodan rockwool PL.	18
3	กราฟแสดง pF curves ของ Aggrofoam 80.	18
4	แสดงการปลูกโดยย้ายกล้าดาวเรืองลงปลูกในแผ่น Poly-urethane	49
5	แสดงการปลูกโดยย้ายกล้าดาวเรืองลงปลูกในแผ่น Rockwool	50
6	แสดงการย้ายปลูกกล้าดาวเรืองลงปลูกในรางโดยตรง	51
7	แสดงระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ NFT (โดยใช้หลอดไฟ)	52
8	แสดงการปลูกดาวเรืองโดยใช้ระบบ NFT บนดาดฟ้า	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันการพัฒนาทางด้านการเกษตรในประเทศไทยได้มีการตื่นตัวมากขึ้น ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้มีคุณภาพและปริมาณมากขึ้น โดยคำนึงถึงต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนที่สูงกว่าเดิม โดยการกำจัดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาจากการเตรียมดิน การกำจัดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูพืช ปริมาณธาตุอาหารในดิน เป็นต้น

ซึ่งส่วนใหญ่ปัญหาจะเกี่ยวเนื่องมาจากดิน ฉะนั้นถ้าสามารถปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้ก็จะเป็นการลดปัญหาต่าง ๆ ลงไปได้ การปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponic) ได้มีการใช้ในลักษณะการค้ากันเป็นจำนวนมากในต่างประเทศ โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งจากงาน Expo ที่ผ่านมา พบว่ามะเขือเทศต้นหนึ่งให้ผลถึง 12,000 ลูก จากความสำเร็จนี้ได้แพร่กระจายไปทั่วโลก ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ได้เริ่มนำเอาเทคโนโลยีการปลูกพืชแบบ Hydroponic นี้มาใช้เพียงไม่กี่ปี ซึ่งมีการทดลองในหน่วยงานและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ส่วนที่เป็นการค้าก็เริ่มมีบ้างซึ่งก็ได้รับความสนใจพอสมควร

ระบบ NFT (Nutrient Film Technique) ก็เป็นการปลูกพืชไม่ใช้ดินชนิดหนึ่งที่มีใช้กันมากในแถบยุโรป โดยจะให้สารละลายธาตุอาหารไหลเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ผ่านรากพืชแล้วสารละลายที่ใช้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาเรื่องการที่รากขาดอากาศ ในกรณีที่รากแช่ในสารละลายตลอดเวลา ฉะนั้นการให้สารละลายมีการไหลเวียนจะเป็นการเพิ่ม O_2 ให้กับสารละลายด้วย ส่วนวัสดุปลูกที่ใช้มีหลายชนิด คือ rockwool polyurethane vermiculite ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ซึ่งปัจจัยนี้จะใช้เป็นบรรทัดฐานในการทดลองเกี่ยวกับวัสดุปลูกคือ polyurethane และ rockwool ไม่ใช่วัสดุปลูกที่เหมาะสมในการปลูกพืชต่อไป

ในประเทศไทยระบบ NFT ยังอยู่ในขั้นทดลอง ฉะนั้นปัญหาต่าง ๆ ย่อมเกิดขึ้น จึงได้มีการศึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขระบบบางอย่าง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของประเทศไทยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองที่ปลูกในรางระบบ NFT
2. เพื่อศึกษาการใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากในระบบ NFT
3. เพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดจากการปลูกพืชในระบบ NFT เพื่อหาแนวทางแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การปลูกพืชไร้ดิน (SOILESS CULTURE)

เป็นวิธีการปลูกพืชโดยไม่พึ่งพาอาศัยดิน แต่ใช้วัสดุอื่น ๆ แทนดิน เช่น ปลูกในน้ำยา ทราย กรวด ขี้แกลบ ฯลฯ โดยให้สารละลายอาหารพืชที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต แก่รากพืชโดยตรง โดยวิธีผสมไปกับน้ำในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมแทนธาตุอาหาร ซึ่งพืชต้องอาศัยจากดิน ทั้งนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลูกพืชในส่วนที่เกี่ยวข้องกับดิน เช่น ในดินที่มีคุณภาพต่ำมาก มีสิ่งต่าง ๆ ขัดขวางการเจริญเติบโตของพืช เช่น มีความเค็มสูง เป็นกรดจัด หรือมีโรคระบาดในดิน และน้ำขาดแคลนเป็นต้น และเพื่อควบคุมคุณภาพ ปริมาณ ระยะเวลา ของผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของตลาด (มนตรี, 2531)

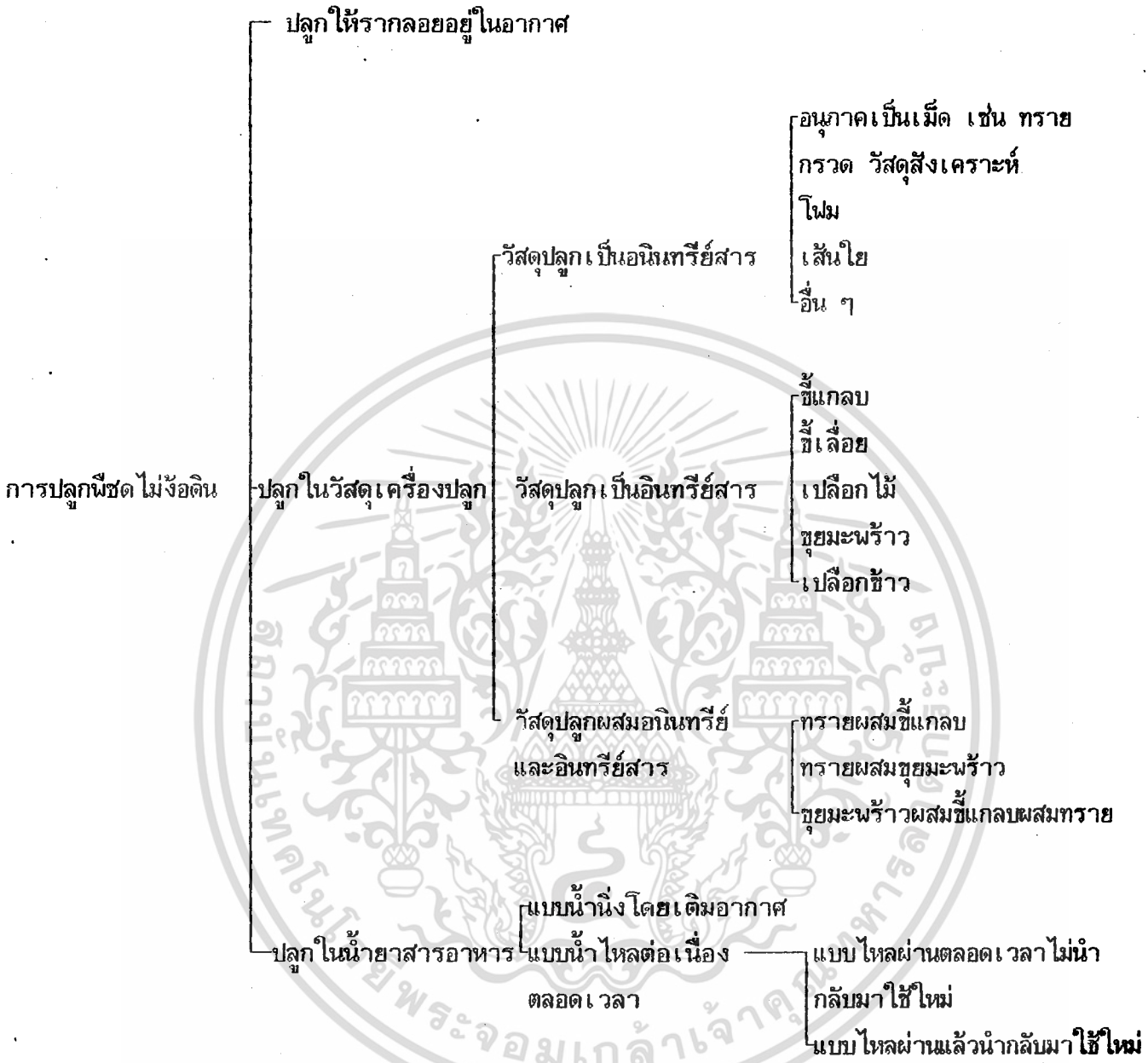
พรชัย และวิบูลย์ (2531) กล่าวว่า การปลูกพืชโดยวิธี HYDROPONIC เป็นวิธีการปลูกพืชที่เก่าแก่มาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว คือ สวนลอยของบาบิโลน สวนลอยของพวกเอชเทคโน-เม็กซิโกในตะวันออกไกล HYDROPONIC มาจากภาษากรีก HYDRO = น้ำ PONOS = การทำงาน ซึ่งหมายถึง การทำงานด้วยน้ำ มีนักวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน คือ SACHS และ KNOP ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการปลูกพืชในระบบนี้มาตั้งแต่ปี คศ. 1859 แล้ว

มนตรี (2531) ได้มีการแบ่งการปลูกพืชไม่ใช้ดิน (SOILESS CULTURE) ออกเป็น (ตามภาพที่ 1)

1. การปลูกให้รากพืชลอยในอากาศระบบนี้สารละลายธาตุอาหารพืชจะถูกพ่นให้โดยตรงต่อรากพืช ซึ่งจะเป็นระยะต่อเนื่องกันไปตามความชื้นในอากาศที่เหมาะสม

2. ปลูกโดยให้รากยึดกับวัสดุปลูก (MEDIA) ระบบนี้อาศัยวัสดุปลูกต่าง ๆ เป็นตัวให้รากยึดเพื่อค้ำจุนเมื่อพืชเจริญเติบโตขึ้น ซึ่งวัสดุปลูก (SUBSTANCES) ที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติเป็นกลาง ไม่มีสารอาหาร หรือดูดสารอาหารของพืช ระบบนี้นิยมให้ สารละลายอาหารพืชพร้อมกับการให้น้ำแบบหยด โดยพยายามควบคุมการให้น้ำ และสารละลายอาหารพืชให้พอดีกับที่พืชใช้ เพื่อลดการสูญเสีย เพราะวิธีนี้จะไม่นำน้ำที่จ่ายเกินจากที่พืชใช้กลับมาให้ในระบบอีก จะทิ้งไป ระบบนี้นิยมใช้กับพืชที่ต้องพยุงต้นมาก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงการจำแนกการปลูกพืชไม่ใช้ดิน (มนตรี, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุปลูกที่ใช้ได้แก่ ทราย กรวด ขี้เลื่อย ใยสังเคราะห์ ซุยมะพร้าว ROCKWOOL VERMICULITE PERLITE ฯลฯ

3. ปลูกโดยให้รากจมอยู่ใต้น้ำ ที่ผสมสารละลายธาตุอาหารระบบนี้จะนิยมมากกว่าแบบอื่น ๆ ซึ่งก็สามารถแยกออกได้อีกหลายวิธี เช่น

3.1 การปลูกพืชในน้ำที่ผสมสารละลายธาตุอาหารพืชโดยน้ำอยู่นิ่งไม่ไหลเวียน ระบบนี้จะใช้ภาชนะบรรจุน้ำผสมสารละลายธาตุอาหารพืช โดยมี ปั๊มลม เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่รากพืช ระดับของสารละลายลึกประมาณ 10-20 ซม. ภาชนะที่ใช้อาจทำได้หลายอย่าง ตามความเหมาะสมของพืช ความคงทน ความสวยงาม แต่ควรเป็นภาชนะทึบแสงเพราะรากไม่ต้องการแสง และลดการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำ และแย่งอาหารของรากพืช

3.2 การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร ที่มีการไหลเวียนตลอดเวลา โดยรากพืชจะเจริญเติบโตในภาชนะที่มีสารละลายไหลผ่านตลอดเวลาสามารถแยกได้เป็น

ก. สารละลายที่เมื่อไหลผ่านรากพืชแล้วปล่อยทิ้งไปเลย วิธีนี้จะเตรียมสารละลายไว้ในภาชนะใหญ่ ๆ แล้วจึงปล่อยให้ไหลผ่านรากพืชแล้วไม่นำกลับมาใช้อีก

ข. สารละลายที่ไหลผ่านรากพืชแล้วถูกนำมาใช้ใหม่อย่างต่อเนื่อง จะเป็นวิธีที่นิยมทำเป็นการค้ามากที่สุดคือ สารละลายเมื่อไหลผ่านรากพืชแล้วจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ แบ่งเป็น 2 แบบคือ

- แบบให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชเป็นฟิลม์บาง ๆ ที่นิยมเรียกกันว่า NFT (Nutrient Film Techmque) เป็นระบบที่สารละลายธาตุอาหารจะไหลน้อยที่สุด
- แบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช ไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง มีความลึกพอประมาณ แล้วแต่ชนิดของพืชและภาชนะที่ใช้ปลูก

ยุกติ (2531) รายงานว่าในประเทศออสเตรเลีย ได้มีความสนใจ และงานวิจัยทางด้าน Hydroponic มาก โดยจะกล่าวถึง Hydroponic 2 ระบบ คือ Float System ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มี media เรียกชื่อต่างๆ เช่น NFT, Spray Technique,Nutrient flow Technique และ Media system โดยจะมี media แล้วใส่ธาตุอาหารลงไป เช่นระบบ Tray system ที่ทำเป็นถุงใส่ media ข้างใน แล้วหยดธาตุอาหารลงไปข้างบน

*ปัจจัยที่เกี่ยวกับการปลูกพืชไร้ดิน (พรชัย และวิบูลย์, 2531) ได้กล่าวไว้ว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

- ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม กำหนดการเจริญเติบโตของพืชทั้งทางด้านลำต้น ผลผลิต ความสามารถของพืชที่ตอบสนองต่อธาตุอาหาร
- ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ อากาศ แสงแดด จากธาตุอาหาร อุณหภูมิ วิเคราะห์ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

*วัสดุปลูก

ทัศนีย์ และสรสิทธิ์ (2531) ได้กล่าวว่าการปลูกพืชไม่ใช้ดินมีวัสดุปลูกหลายชนิด ส่วนมากจะเป็นของแข็งซึ่งการเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับว่าจะหาวัสดุได้ง่ายเพียงใด ราคาแพงมากน้อยเท่าไร และต้องพิจารณาถึงการการถ่ายเทอากาศ การอุ้มน้ำ ความสามารถในการค้ำจุนรากและลำต้น วัสดุปลูกไม่จำเป็นต้องมีธาตุอาหารในตัวมันเอง ซึ่งสามารถจะเสริมแต่งให้ได้ด้วยการใช้ปุ๋ยหรือสารเคมีต่าง ๆ ได้ ฉะนั้นการทดลองส่วนใหญ่จะเน้นถึงการใช้วัสดุปลูกที่ดีและราคาถูกหาได้ง่ายในท้องถิ่น

สามารถจำแนกชนิดของวัสดุปลูกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท

1. INORGANIC MEDIA เป็นวัสดุที่ได้จากสารอนินทรีย์ต่าง ๆ รวมถึงสารสังเคราะห์ต่าง ๆ แบ่งเป็น

   1.1 พวก PARTICLE เช่น

   - SAND CULTURE คือการใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่ำกว่า 3 มม. การให้สารละลายในระบบนี้จะนิยมให้แบบน้ำหยด
   - GRAVEL CULTURE วัสดุปลูกนี้จะมีทั้งเป็นรูพรุนและไม่เป็นรูพรุน เป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวง่าย เช่น กรวดต่าง ๆ หินภูเขาไฟ (PUMICE) เป็นต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะใหญ่กว่า 3 มม. จะให้สารละลายธาตุอาหารไหลลงวัสดุปลูกเป็นระยะ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- EXPAND CLAY CULTURE เป็นการนำเอา ARTIFICIAL CLAY มาทำเป็นวัสดุปลูก ซึ่งได้จากการนำเอาดินเหนียวไปเผาใน ROTARY FURNACE ที่อุณหภูมิสูงกว่า 1100 °C จะได้อนุภาคที่มีรูพรุนและมีขนาดแตกต่างกันไป วัสดุนี้มักใช้ในการปลูกไม้ตอก ไม้ประดับ

1.2 พวก FOAM เป็นพวกวัสดุสังเคราะห์ต่าง ๆ ได้แก่ PE, PF, UF CULTURE

1.3 พวก FIBERเช่น ROCKWOOL CULTURE เป็นวัสดุที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ ประกอบด้วย DIABASE 60% หินปูน 20% และถ่านหิน 20% หลอมที่อุณหภูมิ 1500-2000 °C มีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำ มีรูพรุนมาก ดูดยึดน้ำได้ดี มีลักษณะเหมือนฟองน้ำ ดังนั้นจึงเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันมาก ปลอดเชื้อโรค นิยมใช้ร่วมกับระบบ NFT

1.4 พวกวัสดุอื่น ๆ เช่น PERLITE VERMICULITE CULTURE

2. ORGANIC MEDIA เป็นวัสดุที่ได้จากสารอินทรีย์

2.1 PEATMOSS เป็นวัสดุอินทรีย์สารอุ้มน้ำดี ใช้มากในตอนเหนือของประเทศแคนาดา อเมริกา

2.2 SAWDUST CULTURE เป็นการนำเอาขี้เลื่อยมาเป็นวัสดุปลูก ซึ่งขี้เลื่อยจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามชนิดของต้นไม้นั้นๆ บางชนิดอาจปล่อยสารที่เป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูกได้ จึงควรมีการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี

2.3 RICE HULL CULTURE เป็นการนำเอาแกลบมาเป็นวัสดุปลูกมีมากในบริเวณโรงสีข้าวสามารถหาง่าย และราคาถูก ในประเทศญี่ปุ่นได้มีการนำเอามาใช้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำเป็นในการปลูกพืชไร้ดิน

ปิฏฐะ (2519) กล่าวว่าความจำเป็นในการปลูกพืชไร้ดินเนื่องจากสภาพดินไม่เหมาะสมแก่การปลูกพืชลงในดิน เป็นผลมาจากแร่ธาตุอาหารและคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่ไม่เหมาะสม ทำให้ดินไม่สามารถที่จะดูดซับธาตุอาหารไว้ได้ ทำให้เกิดการชะล้างเอาธาตุอาหารออกไปหรือซึมลงใต้ดินหมด ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เช่น ในบริเวณที่เป็นกรวดหินไม่มีดินอยู่เลย หรือพืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารในดินบริเวณนั้นไปใช้ได้ เนื่องจากดินมีปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ตอบสนอง (RESPONSE) อาหารได้ นอกจากนี้การปลูกพืชในดินตามธรรมชาตินั้น ควบคุมอาหารแร่-ธาตุได้ลำบาก เนื่องจากคุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ๆ ทำให้คุณสมบัติและปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่มีมาตราฐานที่แน่นอน หรือความจำเป็นในการปลูกพืชบางอย่างที่ต้องการผลผลิตในระยะเวลาสั้นๆ ถ้าปลูกในดินตามธรรมชาติแล้วต้องเตรียมดินทุกๆ ครั้งที่จะปลูกพืชรุ่นใหม่ ฉะนั้นการปลูกพืชในน้ำยาจะมีประโยชน์เฉพาะสถานที่และบางท้องที่เท่านั้น ที่ไม่สามารถปลูกพืชได้ตามธรรมชาติ

วิโรจน์ (2529) กล่าวว่า การปลูกพืชในน้ำยาจะได้เปรียบกว่าการปลูกพืชบนดินธรรมดา เป็นต้นว่า ใช้พื้นที่น้อยกว่า ใช้น้ำและปุ๋ย น้อยกว่าเนื่องจากเราสามารถควบคุมการใช้จ่ายให้ประหยัดได้ สามารถควบคุมโรคและแมลงได้เป็นอย่างดีแต่ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงเล็กน้อยในจุดเริ่มต้นของการปลูก แต่ถ้าระยะยาวราคาจะถูกและสะดวกกว่าการปลูกบนพื้นดินธรรมดา อาจทำเป็นงานอดิเรกหรือปลูกเป็นการค้าใหญ่ ๆ ได้

BOYER (1983) รายงานว่า การปลูกไร้ดิน พืชจะเจริญเติบโตได้เร็วกว่า สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็ว และผลผลิตสูงกว่าเมื่อเทียบกับการปลูกพืชโดยใช้ดิน ในปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่เท่ากัน การปลูกพืชแบบไร้ดินให้ผลผลิตสูงกว่าและผลผลิตที่ได้มีความสม่ำเสมอมากกว่าด้วย ความเข้มข้นและส่วนประกอบของธาตุอาหารที่ให้กับพืช สามารถปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ของสารละลายได้ เช่น pH, ปริมาณธาตุอาหาร, พืชที่มีการใช้วิธีเพาะปลูกแบบไร้ดิน เช่น มะเขือเทศ มันฝรั่ง ข้าว ผักกาดหอม และหัวบีท ซึ่งมีการปลูกในหลายสถานที่ สามารถให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกบนดินตามธรรมชาติอย่างเห็นได้ชัด ดังตารางที่ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESH (1978) รายงานว่า การปลูกพืชไร้ดินเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับไส้เดือนฝอย โรคพืชที่ติดมาพร้อมกับดินรวมถึงโครงสร้างของดินที่มีลักษณะเลวลงด้วย ซึ่งในปัจจุบันการปลูกพืชในระบบนี้สามารถจะทำกำไรจากพืชที่ปลูกในเรือนเนอร์สเซอรี่ เป็นจำนวนมาก ในบริติสโคลัมเบีย ประเทศแคนาดา 80%ของจำนวนเนอร์สเซอรี่ทั้งหมดได้มีการนำระบบการปลูกพืชไร้ดินมาใช้เพื่อผลิตผักและไม้ดอก เกษตรกรผู้ปลูกผักมักใช้ขี้เลื่อย และขณะที่เกษตรกรที่ปลูกไม้ดอกมักจะใช้ส่วนผสมระหว่าง เศษพืช ทราย และขี้เถ้าแกลบเป็นวัสดุ

HEWITT (1966) กล่าวว่า การปลูกพืชในน้ำยาเคมีเป็นวิธีหนึ่งในการทดลองหาความต้องการอาหารพืช ที่สามารถควบคุมปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่พืชต้องการได้ ข้อดีในการปลูกพืชในน้ำยานั้น สามารถลดการ Contamination ของธาตุที่ใช้ปริมาณน้อยได้ เมื่อเทียบกับการปลูกพืชในทราย และยังง่ายเมื่อต้องการเปลี่ยนน้ำยาและสามารถล้างรากพืชได้บ่อย ๆ ข้อสำคัญคือ การปลูกพืชในน้ำยาสามารถควบคุมความเข้มข้นของธาตุที่ศึกษาตลอดจน pH ของน้ำยาได้

การปลูกพืชในระบบ NFT (Nutrient Film Technique)

เป็นการปลูกพืช โดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลหมุนเวียนในรางปลูกพืชจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งเป็นลักษณะของกระแสน้ำตื้น ๆ ผ่านไปยังรากพืชอย่างช้า ๆ เพื่อที่จะให้น้ำ ธาตุอาหาร และอากาศแก่พืชที่ปลูก และสามารถนำเอาสารละลายกลับมาหมุนเวียนใช้ได้ใหม่ (ทัศนีย์, สรสิทธิ์ 2531, มนตรี 2531, Cooper, 1982)

จากการศึกษาคุณภาพของมะเขือเทศที่ปลูกในระบบ NFT พบว่า ผลที่ได้จากการปลูกในระบบ NFT มีปริมาณวิตามิน C สูงกว่าที่ปลูกในดิน ทั้งยังมีปริมาณน้ำตาล กรดต่าง ๆ และปริมาณ Na สูงขึ้นทำให้ผลมีรสชาติดีขึ้น ปริมาณไนเตรทที่ปลูกในระบบ NFT จะพบได้น้อยในขณะที่ปริมาณ P, K, Ca, Mg จะมีปริมาณพอ ๆ กับผลมะเขือเทศที่ปลูกบนดิน (Benoit. and Ceustermans, 1987)

ในปี คศ. 1985 ที่ประเทศเบลเยี่ยม ประสพความสำเร็จในการผลิต Lettuce heads อย่างน้อยที่สุด 400g ในระบบ NFT ใจช่วงปลายฤดูใบไม้ร่วง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาว (Benoit, 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศมาเลเซีย ได้ประสบความสำเร็จในการเพิ่มผลผลิตของผักกินใบและผลในระบบ NFT ในเขตร้อน แต่จะต้องมีการปรับปรุงระบบให้เหมาะสม ระบบนี้จะใช้การดูแลรักษาและแรงงานน้อย จึงเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิต (Lim, 1985; Lim and Wan 1984, Wan and Lim, 1984)

ลักษณะทั่ว ๆ ไปของระบบ NFT

รางของระบบ NFT

- ประเภทของราง รางที่ใช้ในระบบ NFT จะมีอยู่หลายชนิด รางจะเป็นไม้ โฟมพลาสติก ท่อ PE หรือโลหะ ในปี 1981 ในประเทศเบลเยี่ยมได้มีการใช้รางพลาสติกคลุมด้วยพลาสติกสีขาวบนพื้นของเรือนกระจกโดยวางให้มีระดับความลาดเทประมาณ 1% วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย แต่ข้อเสียคือระดับความลาดเทของรางจะมีผลต่อปริมาตรและอากาศรอบ ๆ ราก ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการวางให้มีความลาดเทเพิ่มขึ้นเป็น 2.5% จากความยาวราง 10 m จะสามารถเพิ่มอัตราการไหลของสารละลายธาตุอาหาร และอากาศให้กับรากพืชได้ (Benoit, 1987)

Lim (1986) ได้ทำการทดลองโดยใช้ไม้ (wood) และ Polystyrene (โฟม) เพื่อใช้ทำราง พบว่าทั้งสองชนิดให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกัน แต่การใช้รางที่ทำจากไม้จะแข็งแรงและทนทานกว่าการใช้โฟม Polystyrene ซึ่งทั้ง 2 ชนิดสามารถทำได้ง่ายและราคาถูก

- ความกว้าง ความยาว และความลาดเอียงของราง

ความกว้าง และความยาวของรางจะขึ้นอยู่กับ การขยายการของรากพืชแต่ละชนิด (Benoit , 1986 กล่าวว่า มาตรฐานที่เหมาะสมของรากสำหรับการปลูกมะเขือเทศควรจะมีความกว้าง 23 cm ความยาว 20 m แต่ถ้าใช้ความยาวราง 17 m จะทำให้ผลผลิตที่ได้ระหว่างหัวราง และท้ายรางไม่เท่ากัน โดยที่ผลผลิตพืชที่ปลูกส่วนท้ายของรางจะสูงกว่าและถ้าใช้ความยาวราง 10 m จะไม่พบกับปัญหานี้ ส่วนความลาดเอียงที่ใช้คือ 1.5% สำหรับการทดลองกับแตงกวาฝรั่ง (cucumber) พบว่า จะมีการขยายการของรากมาก ฉะนั้นความกว้างของรางที่ใช้จะต้องเพิ่มขึ้นเป็น 26 cm แทนที่จะเป็น 23 cm เหมือนมะเขือเทศและได้เปรียบเทียบการใช้ความลาดเทของรางที่แตกต่างกันคือ 2.5%, 2, 1.5% พบว่า ถ้าใช้ความลาดเท 1.5% จะทำให้ผลผลิตของแตง น้ำหนักและความยาวของผลสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายธาตุอาหาร (Nutrient Solution)

พืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่แล้วก็พบว่า พืชหลายชนิดจะสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีในสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีองค์ประกอบ และความเข้มข้นระดับเดียวกันสำหรับทุกสูตรของสารละลายที่ใช้กันมาก เช่น Hoagland เบอร์ 2 ตามตารางที่ 1 และ 2

จากตารางที่ 1 จะพบว่า ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณน้อยมาก (micro-essential elements) จะมีธาตุ Fe เพียงธาตุเดียวเท่านั้นที่จะเติมลงในสารละลายที่ใช้ปลูกพืช ส่วนจุลธาตุอื่น อีก 6 ธาตุ (Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl) นั้นควรมีในปริมาณที่เพียงพอกับพืช โดยจะได้มาจากน้ำประปาที่เตรียมสารละลายหรือได้มาจากการที่มีธาตุทั้ง 6 นี้ปะปนอยู่ในสารเคมีที่ใช้ ซึ่งเป็นเกรดต่ำ (Commercial grade) ซึ่งมีราคาถูกกว่าสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป (Analytical grade) นอกจากนั้นแล้วสารเคมีดังกล่าว ในตารางที่ 1 ก็มีบางตัวสามารถหาซื้อได้ในรูปของปุ๋ยที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งมีการปะปนของจุลธาตุอาหารในเกณฑ์ที่เพียงพอกับความต้องการของพืช อย่างไรก็ตาม หากคิดว่าพืชจะได้รับจุลธาตุไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตก็สามารถเติมสารละลายจุลธาตุไปในปริมาณเล็กน้อยก็ได้ ซึ่งการเตรียมสารละลายจุลธาตุอาหาร (Stock Solution) ได้แสดงในตารางที่ 2 จะใช้ในอัตรา 1 ml ต่อสารละลายของ Hoagland เบอร์ 2 จำนวน 1 ลิตร

Dr. Cooper (1976) ได้มีการแนะนำการใช้สารละลายในช่วงแรกของการปลูกมะเขือเทศ (ตารางที่ 26)และลดความเข้มข้นเจือจางลง ในช่วงหลังของการปลูก (ตามตารางที่ 27)

ปัญหาบางประการที่เกี่ยวข้องกับสารละลายธาตุอาหาร

1. ความเข้มข้นของสารละลาย (Conductivity) และต้นกล้าของพืช

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร มีผลทำให้กล้าอ่อนของพืชบางชนิดชะงักการเจริญเติบโต และอาจเป็นอันตรายต่อกล้าอ่อน ๆ ได้ ฉะนั้นการหลีกเลี่ยงปัญหานี้ทำได้โดย จะใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นต้นเพียง 1/2 - 1/4 ของความเข้มข้นที่กำหนดของแต่ละธาตุ เพื่อเลี้ยงกล้าอ่อนสักระยะหนึ่งก่อน (1-2 สัปดาห์) แล้วจึงเพิ่มความเข้มข้นส่วนที่เหลือลงไปอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงสูตร Hoagland เบอร์ 2 (Asher & Edwards , 1976)

ชื่อสารเคมี	สูตร	น้ำหนัก (กรัม/100 ลิตร)
Monovbasic ammonium phosphate	$NH_4H_2PO_4$	14
Potassium nitrate	KNO_3	70
Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	70
Magnesium Sulphat	$MgSO_4.7H_2O$	42
Iron Segnestrenc 138*	NaFe-EDDHA	4

* สูตรดั้งเดิมของ Hoagland ใช้ Iron tratrate

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณจุลธาตุอาหารพืชในสารละลายธาตุอาหาร

ชื่อสารเคมี	สูตร	น้ำหนัก (กรัม/ l)
Boric acid	H_3BO_3	2.86
Managanese chloride	$MnCl_2.7H_2O$	1.81
Zinc sulphate	$ZnSO_4.7H_2O$	0.22
Copper sulphate	$CuSO_4.5H_2O$	0.08
Molybdic acid	$H_2MoO_4.H_2O$	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง จากศึกษาของ Hoagland (คศ.1950) ปรากฏว่าสูตรของสารละลายที่แสดงในตารางที่ 1 จำนวน 4 l จะสามารถปลูกมะเขือเทศ 1 ต้นได้อย่างสมบูรณ์เป็นเวลา 4-5 สัปดาห์ ถ้าจะปลูกนานกว่านั้น จะต้องมีการเพิ่มธาตุอาหารลงไป มิฉะนั้นอาจเกิดแสดงอาการขาดธาตุอาหารได้

โดยปกติแล้วความเข้มข้นของสารละลายจะรักษาอยู่ในระดับ 2 mS. สำหรับการปลูกมะเขือเทศและแตงกวา ถ้าเป็นผักกาดหอมจะใช้ค่า conductivity เท่ากับ 1.5 mS เมื่อเราปลูกพืชไปได้ระยะหนึ่งแล้วค่า conductivity อาจจะลดลง สามารถแก้ไขได้ โดยการเติมสารละลายจาก Stock Solution ลงไปในถังสารละลายของระบบ จนกระทั่งได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม (Benoit and Ceustermans, 1985)

Benoit and Ceustermans, (1986) ได้เปรียบเทียบการใช้ค่า EC 2, 3 และ 4 mS ของสารละลายกับมะเขือเทศ พบว่า การใช้ค่า Conductivity เท่ากับ 2 mS จะทำให้ผลผลิตรวมสูงสุด และใช้ค่า EC 3, 4 และ 5 mS กับ Melon พบว่าค่า Conductivity เท่ากับ 4 mS จะทำให้การเก็บเกี่ยวช้าลง แต่ผลผลิตเพิ่มขึ้น 0.05 ผลต่อต้น และมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงขึ้นกว่าการใช้ EC 3 และ 5 และปี คศ. 1982 ได้เปรียบเทียบการใช้ค่า EC 2 และ 3 mS กับ Butterhead lettuce พบว่า น้ำหนักหัวที่ได้จะเพิ่มขึ้น เมื่อ EC สูงขึ้น แต่มักจะพบกับปัญหาเรื่องยอดเน่า (tipburn)

*2. pH ของสารละลายธาตุอาหาร

การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร pH ก็มีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช เช่นเดียวกับสภาพในดิน ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมระดับ pH ของสารละลายให้เหมาะสมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ ต่อพืช โดยปกติแล้ว pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกนั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5-6 และจะต้องควบคุม pH ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วงนี้ตลอดฤดูปลูก โดยสารที่ใช้ในการควบคุม pH ของสารละลายอาจจะใช้ HNO_3 เจือจางหรือ NaOH ในการที่จะลดหรือเพิ่ม pH ของสารละลายตามลำดับ

Cooper (1976) กล่าวว่า เมื่อ pH ของสารละลายเพิ่มขึ้นมากกว่า 7 จะต้องมีการเติม Phosphoric acid ลงในถังสารละลายธาตุอาหารเพื่อรักษาให้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anonymus (1978) ในเรือนเพาะชำของ Sussex ได้มีการใช้สารละลายที่มี 75% Nitric acid และ 25% Phosphoric acid การใช้ Nitric acid เพียงอย่างเดียว จะเป็นการง่ายต่อการรักษาค่า pH แต่จะทำให้ค่า Conductivity เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ส่วนประกอบของสารละลายธาตุอาหารนั้นเสียไป และการใช้ Phosphoric acid มากเกินไปจะกระตุ้นให้เกิด Phosphoric สูงด้วย โดยทั่ว ๆ ไปการใช้ปริมาณกรด $CaNO_3$ จะต้องถูกทำให้ลดลงสำหรับการเพิ่มค่า pH 0.1 หน่วยจะต้องใช้ KOH 1 g ต่อสารละลายธาตุอาหาร 250 ลิตร

*3. อุณหภูมิของสารละลาย (Temperature)

ในเขตร้อน (Lim, 1985) พบว่า จะมีการสะสมความร้อนในรางของระบบ NFT เมื่อสภาพความเข้มแสงอาทิตย์มาก ฉะนั้นจึงได้มีการศึกษาการใช้โฟม polystyrene แทนในการทำรางเพื่อลดการสะสมความร้อนในราง

ในประเทศอังกฤษ (Anonymus, 1978) ได้แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 22°C รากจะมีสีขาวและมีขนาดเล็ก จำนวนรากขนอ่อนมากเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิของสารละลายที่ 28°C จะมีผลทำให้ผลผลิตสูงขึ้นมากกว่าที่ 18°C ถึง 70% และที่ 14°C ถึง 190%

จากการศึกษาของ Pak Chong Chong and Tadashi Ito, (1982) ได้ทดลองปลูกมะเขือเทศในสารละลายที่อุณหภูมิ 15-30°C พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะกระตุ้นการดูดใช้ธาตุอาหาร และอัตราการเจริญทางลำต้น และรากของมะเขือเทศ แต่อุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้มีผลน้อยมากต่อผลผลิตรวม และแนวโน้มของผลไม้ที่เป็นที่นิยมในท้องตลาดดูจะเพิ่มขึ้น เมื่อลดอุณหภูมิของสารละลายลง จะพบว่าสารละลายที่อุณหภูมิ 20°C จะทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด

วัสดุปลูกที่ใช้ในระบบ NFT

Rock Wool ผลิตขึ้นมาจากการหลอมส่วนผสมของ 60% Diabase, 20% limestone และ 20% ของ coke เข้าด้วยกันที่อุณหภูมิประมาณ 1600°C ของเหลวนี้จะถูกพ่นลงบนแผ่นไฟเบอร์ (fiber) ขนาดความหนา 0.005 mm และนำแผ่น fiber นี้ไปเข้าเครื่องอัดด้วยน้ำหนัก 70 kg/m^3 ในระหว่างขบวนการผลิตจะมีการเติมสารบางอย่างลงไปเพื่อทำให้ rock wool ที่ได้มีขนาดสม่ำเสมอ และมีการตอบสนองต่อความจุในการดูดซับน้ำได้ดี ปริมาณช่องว่างจะมีค่า 96% "Pores" ที่ได้จะมีขนาดเท่ากันหมด ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการเก็บรักษาน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3 : แสดงถึงปริมาตรน้ำ & อากาศใน rockwool block ขึ้นอยู่กับความสูงของภาชนะ และความหนาแน่นของ rockwool ที่ 70 Kg/m^3

height in cm	Volume% dry matter	Volume% water	Volume% air	% of pores -
1	3.8	92	4	96
5	3.8	85	11	96
7.5	3.8	75	18	96
10	3.8	74	22	96
15	3.8	54	42	96

(Verwer and Wellman, 1980)

ตาราง 4 : แสดงส่วนประกอบทางเคมีของ Rockwool

	percentage		ppm (rounded off)
Si	47		
K_2O	1	K	8,000
CaO	16	Ca	114,000
MgO	10	Mg	60,000
Na_2O	2	Na	15,000
MnO	1	Mn	8,000
FeO	8	Fe	62,000
Al_2O_3	14	Al	77,000
TiO_2	1	Ti	6,000

pH (H_2O) : 7.0 - 8.5

(Moineteau et al. 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า pH ใน rockwool ชนิดใหม่มีค่าค่อนข้างสูง (มากกว่า 7) อันเนื่องมาจากปริมาตรของ CaO เราสามารถลดค่า pH ลงได้ง่ายโดยใช้กรดเพียงเล็กน้อย

Benoit and Ceustermans (1988) ได้ทำการทดลองในปี 1984 พบว่า การพัฒนาโดยระยะเริ่มแรกของรากมะเขือเทศที่เพาะเลี้ยงใน rockwool pot ขนาด 10 10 7.5 cm ได้ลดลง หลังจากที่ได้มีการย้ายลงปลูกใน rockwool block ที่มีขนาดเดียวกันในรางระบบ NFT และพบว่า ผลผลิตรวมของพืชที่ปลูกใน rockwool ยังสูงกว่าพืชที่ปลูกโดยการจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า 1. ปริมาตรของราก (root volumn) ที่ปลูกใน rockwool มีมากกว่าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง 2. ปริมาตรของอากาศที่บริเวณรากพืชที่ปลูกใน rockwool จะมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในขณะที่รากของพืชที่ปลูกในสารละลายโดยตรงจะจมอยู่ในสารละลาย จะมีผลทำให้เกิดการขาด O_2 ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

Poly-Uretane (PU)

Benoit and Ceustermans (1988) กล่าวว่า การใช้ PU เป็นวัสดุปลูกจะไม่มีปัญหาเกิดขึ้น และการใช้ PU เป็นวัสดุปลูกจะสามารถใช้ได้นานหลายปี (อย่างน้อย 5 ปี) หรือมากกว่านั้น วัสดุนี้สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่

คุณสมบัติทางเคมีของ PU เป็น innert substate ความชื้นต่ำ แต่ความจุอากาศสูงเป็นสิ่งที่ได้เปรียบในแง่การพัฒนาที่สมดุลย์ของราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5 : แสดงส่วนประกอบทางเคมีของ PU 80 ในหน่วย ppm ของน้ำหนักแห้ง

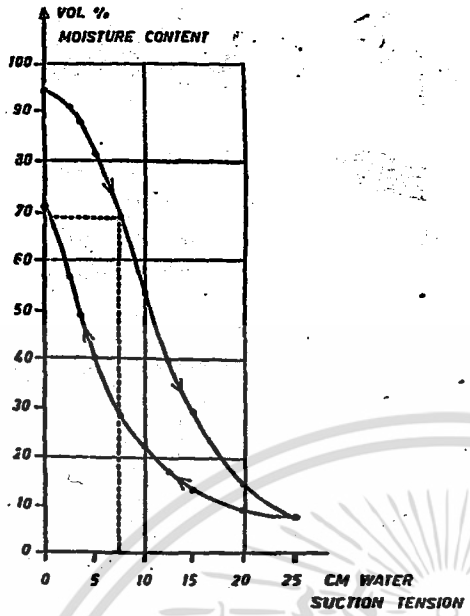
P	0	Mn	0.58	Cr	0.96
K	26.5	Fe	24.3	Cd	0.31
Ca	270	Cu	1.25	Co	1.82
Mg	11.4	Zn	5.30	Hg	0.71
Na	70.8	Pb	2.28	Sn	100
		Ni	1.65		

Dry substance : 99% pH (H_2O) 6 ; EC :33 uS/cm

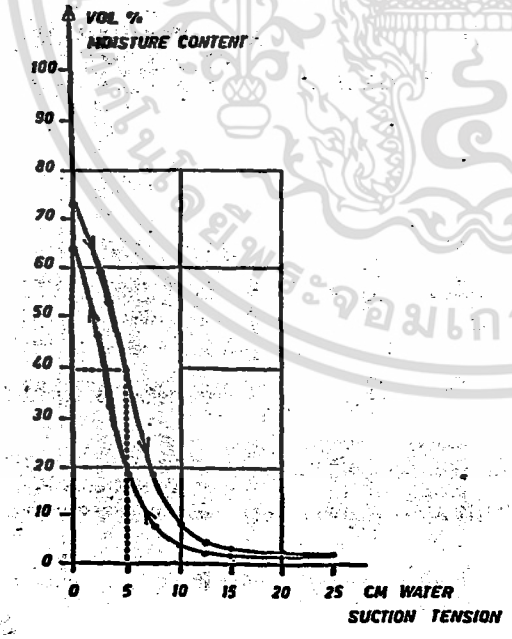
(Column 1, Verdonck , 1986 ; Column 2,3 Verloo, 1985)

100346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 กราฟแสดง pF curves ของ Grodan rockwool PL.



ภาพที่ 3 กราฟแสดง pF curves ของ Aggrofoam 80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical properties)

จากกราฟในรูปที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นถึง PF Curve ของ Rockwool Grodan PL เปรียบเทียบกับ PU 80 พบว่าที่ความสูง 7.5 cm Rockwool Grodan PL จะมี moisture volumn = 70 % ในขณะที่ความสูง 5 cm PU จะมี MV=40% แต่กราฟนี้ดูเหมือนว่า PU ด้อยกว่า rockwool แต่จากการใช้งานจริง ๆ แล้ว PU ก็จะให้ผลผลิตเทียบเท่าหรืออาจสูงกว่าการใช้ rockwool เนื่องจากปริมาณความจุอากาศของแผ่น PU ที่ใช้แล้วพบว่าสูงเป็น 4 เท่าของแผ่น PU ใหม่

ฉะนั้น อากาศในวัสดุปลูกก็มีส่วนสำคัญ เนื่องจากการมีอากาศให้กับรากมาก จะส่งผลทำให้ผลผลิตดีขึ้น ปริมาณอากาศในแผ่น PU ที่สูงขึ้นนั้นมีผลในด้านการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ด้วย และจากเหตุผลนี้เป็นเหตุให้สามารถใช้ PU ในการปลูกพืชที่ อุณหภูมิมากกว่า 39°C เพื่อป้องกันค่าความเข้มข้นของสารละลายที่เพิ่มขึ้นในกรณีที่น้ำระเหยไป และปริมาณ O_2 ที่ลดลงด้วย

Benoit and Ceustermans (1988) กล่าวว่า การนำเอา PU มาใช้ในการปลูกพืชระบบ NFT ได้ประสพความสำเร็จ ซึ่งสามารถใช้ได้หลายแบบคือ จะทำเป็น block (20X15X5 cm) สำหรับพืชจำพวกมะเขือเทศ แตง ฯลฯ หรือเป็นแผ่น (irrigation mat) (5-10X0.5X4 cm) สำหรับพืชจำพวก lettuce และสตอเบอรี่ นอกจากนี้อาจปลูกในลักษณะ mat only (110X15X15 cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเรือง

ดาวเรืองเป็นพืชในเลี้ยงคู่ (Dicotyledoneae) อยู่ในอันดับ (order) Compamulales วงศ์ (Family) Compositae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Tagetes erecta L. มีชื่อสามัญว่า marigold.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของดาวเรืองคือ ใบออกสลับกันโดยออกตรงข้ามกัน ไม่มีหูใบ ช่อดอกหัวกลมมีกลีบเลี้ยงซึ่งซ้อนกันรองรับอยู่ ดอกอยู่บนช่อดอกชนิดหัวมีจานกลีบเลี้ยง (involuerate neads) ดอกได้สัดส่วน ในดอกที่มีรูปร่างเป็นหลอด (Tubular) หรือไม่ได้สัดส่วนในดอกที่มีรูปร่างเป็นแผ่น (strap) หรือทั้ง 2 รูปประกอบเป็นดอกย่อยซึ่งอยู่ที่วงกลมตรงกลาง และดอกย่อยที่มีรัศมี (disc or ray flovets) ส่วนต่าง ๆ ของดอกติดอยู่เหนือรังไข่ กลีบดอกกลีบนอกไม่มีและลดลงเป็นขนฝอย (pappus) หรือเป็นเกล็ด (scales) กลีบในมี 4 หรือ 5 รวมกันเป็นหลอด หรือเป็นหลอดแต่ปลายเป็นแผ่น เกสรตัวผู้มี 4 หรือ 5 ติดบนกลีบใน (epipetabus) กระเปาะเกสรตัวผู้อยู่รวมกัน (connivent) หรือรวมกันเป็นแบบผนังประสานเป็นเนื้อเดียวกัน (united) เป็นวงแหวน (syngenesious) กระเปาะเกสรมี 2 เซลล์ ชั้นเกสรตัวเมียมี 2 พู รังไข่อยู่ต่ำ (inferior) มี 1 ห้อง มีไข่ 1 ฟอง ติดที่ฐานของรังไข่ (Basal Ovule) ก้านเกสรตัวเมียมี 2 แฉกที่ทางส่วนบน ผลเป็นชนิดแห้งมีเมล็ดเดียว (Achene of cypsela) โดยมีขนแข็งติดอยู่ เมล็ดเป็นเมล็ดเดี่ยว ไม่มีเนื้อใน ต้นกะตรง

ดาวเรืองที่ใช้ในการทดลองคือ พันธุ์ซอฟเวอเรน (Sovereign) ดอกจะมีสีเหลืองทอง กลีบดอกจัดเรียงซ้อนกันสวยงาม ซึ่งหนังสือรายงานสินค้าปี 1978 ของบริษัท Geo.J.Ball ได้จัดดาวเรืองพันธุ์นี้ไว้ในชุด gold cold coin series ซึ่งเป็นลูกผสมรุ่นแรกที่เด่นที่สุดใน American merigold มีต้นสูงประมาณ 30-60 นิ้ว ดอกมีขนาดใหญ่ ประเสริฐ (2522) กล่าวว่า ดาวเรืองพันธุ์ Sovereign ปลูกที่บางเขน ดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 8.39 cm.

จากการคัดเลือกเปรียบเทียบพันธุ์ดาวเรืองของภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เพิ่มศักดิ์ (2522) ได้คัดพันธุ์ดาวเรืองที่เหมาะสมสำหรับปลูกเป็นไม้ตัดดอก (cut flowers) และสามารถนำมาทำเป็นไม้กระถางได้ (pot plant) ได้แก่พวก American marigold ซึ่งมีลักษณะกิ่งก้านยาว และลำต้นค่อนข้างสูง แต่สามารถทำให้เตี้ยลงได้ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13842

ขณะที่ดอกใหญ่เท่าเดิม และสีของดอกไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถใช้เป็นไม้กระถางได้ดี โดยใช้สารพวกชลอการเจริญเติบโต (growth retardant) ซึ่งสุเม (2524) รายงานว่า การใช้ดาวเรืองเป็นไม้กระถางใช้สาร SADH ความเข้มข้น 6,000 ppm ฉีดพ่นขณะต้นอายุ 20 วัน ติดต่อกัน 5 ครั้ง จะได้ดาวเรืองต้นเตี้ยแต่คุณภาพดอกดี

ดาวเรืองนอกจากจะใช้เป็นไม้ประดับ ไม้ตัดดอก และไม้กระถางแล้ว ยังสามารถจะใช้ทำสีย้อมผ้า และผสมลงในอาหารไก่ได้อีก เพราะที่ดอกมี Xanthophyll จะทำให้สีของไข่แดงและผิวหนังไก่มากขึ้น และดาวเรืองสามารถนำมาผสมข่า และสะค้าน รับประทานแก้ฝีลม ที่มีอาการปวดในท้อง ต้นใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ แก้จุกเสียด และปวดท้อง นอกจากนี้ดาวเรืองยังสามารถควบคุมไส้เดือนฝอย (nematodes) ได้ด้วย โดยที่รากของดาวเรืองจะมีสารชนิดหนึ่งเรียกว่า terthicnyl ซึ่งมีผลในการควบคุมไส้เดือนฝอยในดินได้อย่างดี

จุฑามาศ (2531) รายงานว่า โรคและแมลงที่พบกับการปลูกดาวเรืองคือ โรคเหี่ยว (wilt) เกิดจากเชื้อรา (Phytophthora sp.) มักจะเกิดในระยะที่ดาวเรืองเจริญเติบโตเต็มที่ ดอกกำลังจะบาน โดยใบยอดจะแสดงอาการเหี่ยวในตอนกลางวัน แต่พอกลางคืนหรือเช้าจะกลับสดใสเหมือนเดิม จากนั้น 3-4 วัน ก็จะเหี่ยวทั้งต้น ควรป้องกันโดยฉีดพ่นด้วยสารกันรา เช่น เดเทน หรือ แคปแทน ในอัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง หรือกำจัดต้นที่เป็นโรค โดยการเผาทำลายให้หมด เพลี้ยไฟ (Thrips) จะดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบในช่วงที่ดาวเรืองอายุ 15-45 วัน และจะระบาดมากในฤดูร้อน ป้องกันโดยการพ่นยา เช่น โตกุไรออน ในอัตรา 30 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในตอนเช้า ติดต่อกันประมาณ 4-5 สัปดาห์ แมลงอีกชนิดคือ หนอนผีเสื้อกลางคืน จะเข้าทำลายดอกดาวเรืองในขณะดอกเริ่มบาน โดยการวางไข่ในดอกขณะที่ดอกตูม ไข่จะฟักออกเป็นตัวหนอนและเจริญเติบโตกัดกินกลีบดอก ทำให้ดอกแหว่งเสียหาย ป้องกันและกำจัดโดยพ่นด้วยสารฆ่าแมลง เช่น ซูมิโซดิน ในอัตรา 10-15 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ แลนแนท ในอัตรา 12 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. แผ่นโฟม ขนาด 60X120 cm
2. เหล็กฉาก ขนาดยาว 150 cm
3. หลอดเรืองแสง (Fluorescent) ชนิด Gro-lux ขนาด 40 วัตถ์
4. หลอดเรืองแสง (Fluorescent) ชนิด Cool-white ขนาด 40 วัตถ์
5. แผ่นพลาสติกสีดำ และสีขาว
6. ท่อ PVC
7. ปั๊มน้ำ
8. สายยางชนิดทึบแสง
9. ถังสารละลาย
10. ปลั๊กไฟ
11. สายน้ำหยด
12. rockwool
13. Polyurethane (PU) block
14. pH meter
15. Conductivity
16. เครื่องชั่งสารเคมีชนิดละเอียด
17. สารเคมีตามสูตรสารละลายธาตุอาหาร
18. สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง
19. เมล็ดพันธุ์ดาวเรือง พันธุ์ซอฟเวอเรน (Sovereign)
20. เชือกฟาง

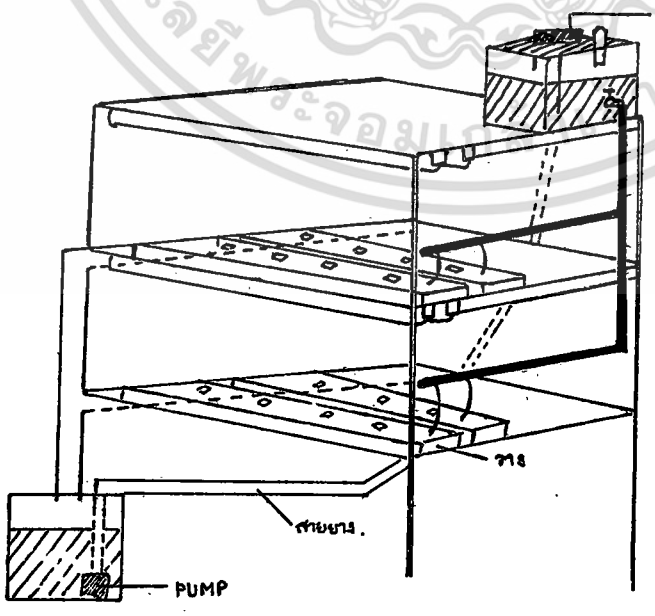
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้จะกระทำ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกในห้องปฏิบัติการ Soil Physics ครั้งที่สองทำในเรือนตาข่าย ชั้น 5 ตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ส่วนวิธีการทดลองมีขั้นตอนเป็นไปตามลำดับดังนี้

1. การเตรียมระบบ NFT

นำเหล็กฉากมาประกอบเป็นชั้น 2 ชั้น พร้อมติดตั้งหลอดไฟ Fluorescent ชนิด Gro-lux จำนวน 8 หลอดต่อชั้น ดังรูปที่ 6 จากนั้นทำการสร้างรางโดยใช้โฟมประกอบเป็นรางปลูกพืช สำหรับปลูกพืชและให้สารละลายไหลผ่าน ขนาด 30X120X5 cm (กXยXส) จำนวน 8 ราง โดยใช้ระยะปลูก 25X32 cm ซึ่งจะได้จำนวนต้น 5 ต้นต่อราง หลังจากนั้นปูภายในด้วยพลาสติกสีดำเพื่อเป็นการรองรับสารละลาย และป้องกันแสงไม่ให้เกิดสาหร่าย ส่วนด้านบนของรางจะปิดทับด้วยแผ่นโฟมซึ่งเจาะรูตามระยะปลูกที่กำหนด สำหรับให้พืชเจริญเติบโตขึ้น หลังจากนั้นจึงนำไปวางบนชั้นที่เตรียมไว้ โดยวางรางให้มีความลาดเทประมาณ 1% ส่วนการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชโดยวิธีนี้จะให้แบบหมุนเวียนตลอดเวลา โดยจะจัดระบบดังแผนภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการปลูก

เพาะเมล็ดดาวเรืองพันธุ์ซอฟเวอเรนโดยใช้ rockwool ขนาด 2.5X2.5X3.5 cm เป็นวัสดุเพาะ หลังจากนั้นเมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 10 วัน หรือเริ่มมีใบจริงเกิดขึ้นจึงทำการย้ายกล้าลงปลูกในระบบ NFT โดยทำการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ได้แบ่งเป็น 3 treatment แต่ละ treatment มี 12 Replication 1 ต้น ต่อ 1 Replication

treatment ที่ 1. ย้ายกล้าลงปลูกบนแผ่น Polyurethane (PU) ขนาด 6.5 x 20 x 2.5 cm

treatment ที่ 2. ย้ายกล้าลงปลูกบนแผ่น rockwool ขนาด 7.5 x 7.5 x 3.5 cm

treatment ที่ 3. ย้ายกล้าลงปลูกบนรางโดยตรง

*[โดยทุก treatment จะใช้สารละลายธาตุอาหารเดียวกัน (ใช้ร่วมกันหมด)]

3. การเตรียมน้ำยา

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกดาวเรือง จะใช้สูตรสารละลายดัดแปลงจากสูตรของ F. Benoit ประเทศเบลเยี่ยม ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

สารเคมี	เตรียม 50 liter
Solution A	(g)
1. Calcium nitrate (15.0% N, 18.5% Ca)	2330.0
2. Iron EDTA (15% Fe)	141.4
Solution B	
3. Potassium nitrate (13% N, 46% K_2O)	2180.0
4. Mono-potassium phosphate (35% K_2O, 53% P_2O_5	680.0
5. Magnesium sulphase (16.7% MgO, 13% S)	620.0
6. Magnesium nitrate ($MgNO_3$ 6 H_2O) (12% Mg, 7.25% N)	201.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Ammonium nitrate (23% N)	200.0
8. Manganese sulphate (32.5% Mn)	8.45
9. Copper sulphate (25.4% Cu)	0.615
10. Zinc sulphate (22.7% Zn)	4.32
11. Boric acid (17.5% B)	6.2
12. Ammonium molybdate (54.3% Mo)	0.44

แล้วเอา Solution A และB มาอย่างละ 500 cc แล้วเติมน้ำให้ครบ 50 liter แล้วทำการปรับ pH ให้ได้ 5.8-6.0 และค่า Conductivity ประมาณ 2 mS.

4. การควบคุมทรงพุ่ม

โดยการเด็ดยอด เมื่อดาวเรืองเจริญเติบโตมีใบจริงเกิดขึ้น 4 คู่ใบ จะทำการเด็ดยอดเพื่อให้เกิดการแตกตาข้าง จากนั้นจึงปล่อยให้ต้นดาวเรืองเจริญเติบโตต่อไปเรื่อย ๆ

5. วิธีการให้สารละลาย

ในการทดลองนี้จะให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชตลอดเวลา โดยไหลผ่านรางปลูกซึ่งมีความลาดเทประมาณ 1% โดยสารละลายจะเตรียมครั้งละ 50 liter แล้วจะวัด pH และ Conductivity ของสารละลายทุก ๆ วัน เมื่อ pH ของสารละลายเพิ่มขึ้นจะเติมกรด HNO_3 ลงไปปรับ pH ให้ได้ 5.8-6.0 และปรับ Conductivity ให้ได้ประมาณ 2 mS. โดยการเติมสารละลายเข้มข้น หรือเติมน้ำ ถ้ามีค่า EC ต่ำและสูงกว่า 2 mS. ตามลำดับ และจะเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารใหม่ประมาณ 1 ครั้ง/สัปดาห์

6. การใช้ยาป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

เมื่อดาวเรืองที่ปลูกมีแมลงรบกวนเช่นเพลี้ยไฟ จะใช้ยาฉีดพ่นโดยใช้ carbosulfan อัตรา 30-50 ต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การบันทึกข้อมูล

- ความสูงของต้น (ซม.) ทุกสัปดาห์จนกระทั่งเก็บเกี่ยว
- การให้คะแนน การเจริญเติบโต
- น้ำหนักแห้งของ ลำต้น ใบ และราก

8. สถานที่ทำการทดลอง

ณ. ดาดฟ้าชั้น 5 คณะเทคโนโลยีการเกษตร และห้องปฏิบัติการ Soil Physics สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ในระบบ NFT (Nutrient FilmTechnique) โดยใช้วัสดุปลูกและไม่ใช้วัสดุปลูก ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง

1. ความสูงของดาวเรือง

จากตารางที่ 6 จะพบว่าความสูงเฉลี่ยของดาวเรืองที่มากที่สุด คือ ใน Treatment ที่ 3(ย้ายปลูกโดยตรง)สูง 42.31 ซม. และ Treatment ที่ให้ค่าความสูงเฉลี่ยรองลงมาตามลำดับคือ Treatment ที่ 1 (ปลูกลงบน Poly-urethane)สูง 41.12 ซม.และ Treatment ที่ 2 (ปลูกบนแผ่น Rockwool)สูง 40 ซม. จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความสูงเฉลี่ยของดาวเรือง เมื่อเจริญเติบโตได้ 35 วันขึ้นไปจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในช่วงแรกหลังย้ายปลูกคือ 12 และ 23 วัน จะแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

จากตารางที่ 7 จากการให้คะแนนการเจริญเติบโตของดาวเรืองเมื่ออายุ 37 วัน พบว่า Treatment ที่ 1 ให้คะแนนการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 3.31 รองลงมาคือ Treatment ที่ 2 คือ 2.67 และ Treatment ที่ 3 คือ 2.507 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้ง 3 Treatment

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความสูง (ซม.)ของต้นดาวเรือง ที่ปลูกในระบบ NFT เมื่ออายุ 12,23,35,43,51 วัน

Treatment	ระยะการเจริญเติบโต (วัน)				
	12*	23**	35NS	43NS	51NS
Treatment ที่ 1	2.65a	7.64a	19.35	32.25	41.92
Treatment ที่ 2	3.12ab	8.62a	19.58	30.5	40
Treatment ที่ 3	3.54b	10.5b	20.62	31.35	42.31

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงการให้คะแนน (เฉลี่ย) ของการเจริญเติบโตของดาวเรือง

Treatment	คะแนน^{NS} (เฉลี่ย)
Treatment ที่ 1	3.31
Treatment ที่ 2	2.67
Treatment ที่ 3	2.50

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

CV = 35.48%

หมายเหตุ : การกำหนดการให้คะแนนการเจริญเติบโตของดาวเรือง (ดูจากความสูง ลักษณะทรงพุ่ม ความอุดมสมบูรณ์ของลำต้น)

คะแนน 5 การเจริญเติบโตดีมาก

คะแนน 4 การเจริญเติบโตดี

คะแนน 3 การเจริญเติบโตปานกลาง

คะแนน 2 การเจริญเติบโตน้อย

คะแนน 1 การเจริญเติบโตน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 น้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ดอก และราก

การเจริญเติบโตของพืช จะมีมากหรือน้อยเท่าใดนั้น การวัดความสูงของต้นไม่ใช่เป็นการประเมินค่าได้แน่นอนฉะนั้นการหาน้ำหนักของต้นพืชสามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ พืชที่มีน้ำหนักมากย่อมแสดงว่า พืชมีการสะสมอาหารไว้ได้มากด้วย และมีแนวโน้มให้ผลผลิตที่ดีด้วย จากการศึกษาได้แสดงถึงน้ำหนักแห้งโดยเฉลี่ย (กรัม) ของลำต้น ใบ ดอก และราก ดาวเรือง ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม) ของลำต้น ใบ ดอก และราก

Treatment	ลำต้น ใบ(กรัม)*	ราก(กรัม)NS	ผลรวมรากและลำต้นใบ
Treatment 1	6.08[a]	1.11	7.19
Treatment 2	4.16[ab]	0.74	5.35
Treatment 3	3.92[b]	0.62	4.54

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางแสดงให้เห็นว่า น้ำหนักแห้งของลำต้นของ Treatment 1 จะมีค่าสูงสุดรองลงมาคือ Treatment 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของรากจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT ในช่วงแรก ได้ทำการทดลองกับผักสวนครัว เช่น ผักกาดหอม ผักกาดขาวปลี ผลปรากฏว่า ผลผลิตที่ได้สามารถเจริญเติบโตได้ดีพอสมควร ภายใต้หลอดไฟฟ้าเมื่อทำการทดลองกับดาวเรือง ปลูกโดยอาศัยหลอดไฟฟ้าแทนแสงอาทิตย์ พบว่า ลำต้นมีลักษณะสูงยืดและใบค่อนข้างเหลืองและอ่อน อาจจะเนื่องมาจากแสงไม่เพียงพอจึงได้ทำการย้ายไปปลูกที่บริเวณดาดฟ้าเพื่อให้ได้รับแสงเต็มที่ โดยทำการพรางแสงในช่วงแรก และทำการวัดความสูงของต้นจะมีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม จึงชงักการเจริญเติบโตชั่วขณะ และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารอยู่บ่อยๆ จึงต้องทำการปรับสารละลายอยู่เสมอ และหยุดให้สารละลายเป็นบางช่วง และอัตราการไหลของสารละลายในแต่ละรางไม่เท่ากันก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย

จากการทดลองโดยการวัดความสูงของต้นพบว่า การปลูกโดยย้ายปลูกโดยตรงโดยไม่ใช้วัสดุปลูก จะมีความสูงมากที่สุด แต่จากการสังเกตุด้วยสายตา และให้คะแนนการเจริญเติบโต วัดน้ำหนักแห้งของลำต้น ราก พบว่า การย้ายปลูกโดยใช้ PU เป็นวัสดุปลูกจะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ในช่วงแรกของการย้ายปลูก พืชที่ปลูกโดยไม่ใช้วัสดุปลูกจะอยู่ต่ำกว่าต้นที่ใช้วัสดุปลูก ฉะนั้น พืชจะพยายามยืดตัวเข้าหาแสง ทำให้ลำต้นเกิดการยืดยาว สูงกว่า treatment อื่น ๆ แต่ดูจากลักษณะการเจริญเติบโตแล้วจะต่ำกว่า treatment อื่นที่ใช้วัสดุปลูกที่มีน้ำหนักต้น และรากสูงกว่า

ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต จะเกิดอาการใบเหลืองที่ใบอ่อน การที่สารละลายธาตุอาหารมี pH ค่อนข้างสูง ทำให้จุลธาตุอาหารบางตัวตกตะกอนโดยเฉพาะ Fe จะทำให้พืชแสดงอาการใบเหลืองได้ หรืออาจเนื่องจากสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นสารละลายดัดแปลงจากสารละลายที่ใช้ปลูกมะเขือเทศ และแตงในต่างประเทศ ดังนั้นเมื่อเรานำมาใช้กับไม้ดอก ซึ่งความต้องการปริมาณธาตุอาหารแต่ละตัวอาจแตกต่างกันไป ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารบางตัวได้ จึงทำให้เกิดอาการใบเหลือง ฉะนั้นจึงควรศึกษาความต้องการธาตุอาหารพืชชนิดนั้น ๆ และปรับปรุงสูตรสารละลายธาตุอาหารให้เหมาะสมต่อความต้องการของพืชด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับจำนวนดอก และขนาดดอก เนื่องจากในการทดลองจะเน้นศึกษาถึงการเจริญเติบโตทางลำต้นและรากเท่านั้น เพื่อหาความเป็นไปได้ในการปลูกพืชในระบบ NFT จึงไม่ได้ไว้จำนวนดอกของแต่ละต้นเท่ากัน แต่จากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกเป็นบางดอก เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 5.3 cm และมีผลเนื่องจากการเข้าทำลายของเพลี้ยด้วย

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองในการทดลองมี

- ลม จะมีผลต่อการเจริญเติบโต เนื่องจาก การที่มีลมพัดแรง ทำให้ฝาครอบรางหลุด และลำต้นเสียการทรงตัว บางต้นล้ม โดยเฉพาะต้นที่ไม่มีวัสดุยึดราก ซึ่งจะมีผลต่อการดูดธาตุอาหารของพืช
- โรคและแมลง จากการทดลองปลูกที่บริเวณดาดฟ้า ส่วนสูงของดาวเรืองที่วัดได้มีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการเข้าทำลายของแมลง เช่น เพลี้ย ซึ่งจะทำการดูดน้ำเลี้ยงจากพืช ทำให้พืชแสดงอาการเหี่ยว และใบไหม้ซึ่งมักจะระบาดในฤดูร้อน ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการพ่นยา เช่น carbosulfan หรือ ฟอสซ ในอัตรา 30-50 cc ต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน

ดังนั้นในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT ควรจะทำการปรับปรุงบางอย่างให้เหมาะสม เช่น รางปลูกพืช สารละลายธาตุอาหาร และโรงเรือน ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การปลูกพืชในระบบ NFT (Nutrient Film Technigue) เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยให้สารละลายธาตุอาหารไหลเป็นแผ่นฟิลม์บาง ๆ ผ่านรากพืช โดยสารละลายที่ใช้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ดังนั้นในการทดลองปลูกดาวเรืองในระบบ NFT นี้เป็นการศึกษาการเจริญเติบโตเบื้องต้น ซึ่งจะพบว่า ระบบนี้มีความเป็นไปได้ในประเทศไทย ซึ่งสามารถทำการปลูกโดยใช้วัสดุปลูก หรือไม่ใช้ก็ได้ แต่การใช้วัสดุปลูกจะทำให้การเจริญเติบโตของรากมีการแผ่ขยายไปได้กว่า จำนวนรากมาก สามารถดูดธาตุอาหารได้ดีกว่า ทำให้ความสมบูรณ์ทางลำต้นดีกว่าไม่ใช้วัสดุปลูก ดังนั้นในการปลูกพืชในระบบ NFT นี้ควรจะมีการปรับปรุงบางอย่างให้เหมาะสม เช่น

1. ราง ควรจะใช้รางที่แข็งแรง ทึบแสง ความกว้าง ยาว เหมาะสมกับอัตราการไหลของสารละลาย
2. สารละลายธาตุอาหาร ควรจะปรับปรุงให้เหมาะสมต่อความต้องการธาตุอาหารของพืชชนิดนั้น ๆ
3. โรงเรือน การปลูกพืชไม่ใช้ดินควรจะใช้โรงเรือนที่ได้มาตรฐาน
4. ระบบควบคุมอัตโนมัติ ควรจะปรับปรุงให้เหมาะกับความต้องการธาตุอาหารของพืช เช่น การปรับ pH, Conductivity, การให้สารละลายธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จุฑามาศ อ่อนวิมล. 2531. การปลูกไม้ดอก. เรืองแสงการพิมพ์, กรุงเทพ. 64 น.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2531. อนาคตการปลูกพืชไร้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย 10(1);59-66.

ปิฏสุ บุดนาค. 2529. ไม้ดอกไม้ประดับ. บรรณกิจ, กรุงเทพ. 305-308.

ประเสริฐ ยมราคา. 2522. การศึกษาการปลูกดาวเรืองเป็นไม้ตัดดอก. ปัญหานิเศษปริญญาโท. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรชัย จุฑามาศ และ วิบูลย์ บุณส่งศรี. 2531. การปลูกพืชปราศจากดิน. วารสารดินและปุ๋ย 10(2);92-96.

มนตรี ค้ำชู. 2531. อนาคตการปลูกพืชไร้ดิน. เอกสารประกอบการสัมนาทางวิชาการดินและปุ๋ยครั้งที่ 6 วันที่ 20 พฤษภาคม 2531 ณ. ห้องประชุมชั้น 2 ตึกดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

ยุกติ สาริกะภูติ. 2531. อนาคตการปลูกพืชไร้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 10(4);284-291.

วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์. 2529. การปลูกพืชในน้ำยา:ความหวังใหม่เพื่อเพิ่มการผลิตอาหาร. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ปีที่ 29 ฉบับที่ 10288 วันที่ 2 เมษายน 2529. หน้า 8.

สุเม อรัญนารถ. 2523. ผลของซัคซินิคแอซิคทูทูไดเมททิลไฮดราไซด์ต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองพันธุ์ซอฟเฟอเรนที่ไม่มีการปลิดดอกข้าง. ปัยหานิเศษปริญญาโท. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

Asher,C.J. and D.G,Edwards. 1976. Hydroponics for biginners. Dept.of Agric, Univ.,of Qld., Australia.

Benoit,F. 1987. High-Technology glasshouse vegetable growing in Belgium. Soilless culture ,3(1):21-29.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

_____. 1986. Survey of a decade of Research (1974-1984) with NFT on glasshouse vegetable, 2(1):5-17.

_____. 1987. Some Qualitative Aspects of Tomatoes Grown on NFT. Soilless Culture, 3(2):3-7.

_____. 1988. Poly-Urethane ether foam (PU) as an ecologically sound growing substrate. Soilless Culture, 4(1):3-17.

Broyer, C. Theodore. 1983. Hydroponics. McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology. New York. 762-765 p.

Cooper, A. 1982. Nutrient Film Technique. Grower Book, London. 93 p.

_____. 1976. Nutrient Film Technique of Growing Crops. Grower Book, London. 33 p.

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

Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment. Station Circular 347. Berkely.

Lim, E.S. 1985. Development of a NFT system of soilless culture for the tropics. Pertanika 8, 135-144.

_____. 1986. Hydroponic production of vegetable in Malaysia using The Nutrient Film Technique. Soilless Culture,2(2):29-39.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lim,E.S. and C.K,Wan. 1984. Vegetable production in the tropics using a two phase substrate system of Soilless Culture. ISOSC Proc. 6th Int.Congress on Soilless Culture:317-328.

Moinerean ,J.;Harmann,P.;Favrat,J.C.;Riviere,L.M.1985. Les substrats-inventaire,caracteristiques,resources,Paris.15-27.

Pak Chong Chong and Tadashi Ito.1982. Growth,Fruit Yield and Nutrient Absorption of Tomato Plant as Influenced by Solution Temperature in NFT.J.Japan.Soc.Hort.Sci.51(1):44-50.1982.

Resh M.Harward. 1978. Hydroponic Food Production.Wood bride Press Publishing Company.355p.

Verdonck,O.1986. Research on the usability of Poly-Urethane blocks. Tuinbouwmagazine,4(7):49-50.

Verloo,M.1985.Analyseverslag 25-11-1985. State Univ.Gent,Fac. Agr. Sci.,Lab.Anal. and Agr.Chem., pp1.

Verwer,F.L:.,and Welleman,J.C.C., 1980. The possibilities of Groden rockwool in horticulture. Proceedings 5th international congress on Soilless Culture, Wageningen:263-278.

Wan,C.K. and E.S,Lim. 1984. Growing Vegetable crops in poys containing gravel chips by the recirculating flow technique under tropical conditions.ISOSC Proc. 6th Int. Congress on Soilless Culture:751-752.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงความสูงของดาวเรืองหลังจากย้ายปลูกเมื่ออายุ 12 วัน (cm)

Treatment	Replication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	3.5	3.0	4.5	3	1.5	2	2.2	2.5	2.5	3.5	2	2.2	2	2.65
2	1.5	4	2	3.5	4.5	3	3.5	3	3.5	3.5	4	3.5	1	3.12
3	4	3	4.5	4	3.5	3.5	4.5	2.5	3	2.5	3	4.5	3.5	3.54

ตารางที่ 10 Analysis of Variance แสดงความสูงหลังย้ายปลูกเมื่ออายุ 12 วัน

Source	df	ss	Ms	Fo	F. tast 5%	F. tast 1%
Treatment	2	5.18	2.59	3.45*	3.26	5.25
Ernor	36	26.96	0.75			
Total	38	32.14				

CV 27.93%

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

LSD.05 = 0.69

LSD0.01= 0.927

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงของต้นดาวเรืองหลังย้ายปลูกอายุ 12 วัน

วิธีการที่	1	2	3
ค่าเฉลี่ย (x)	2.65	3.12	3.51

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p<0.05$

ตารางที่ 11 แสดงความสูงของต้นดาวเรือง เมื่ออายุได้ 23 วัน (cm)

Treatment	Replication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	9	9.5	12	6.5	6.5	7.5	6.5	6.5	6.3	9.5	5	6.5	8	7.64
2	4.5	11	6	10	11.5	8.5	10	10	10.5	7	10.5	8.5	4	8.62
3	6.5	7.5	11.5	15	11.5	9.5	13.5	10.5	11	8.5	11	12	8.5	10.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 Analysis of Variance แสดงความสูงเมื่ออายุได้ 23 วัน

Source	df	ss	Ms	Fo	F.table 5%	F.table 1%
Treatment	2	55.01	27.51	5.33**	3.26	5.25
Error	36	185.77	5.16			
Total	38	240.78				

CV 25.47%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

LSD 0.05=1.812

LSD 0.01=2.433

การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงของต้นดาวเรืองเมื่ออายุ 23 วัน

วิธีการ	1	2	3
ค่าเฉลี่ย (x)	2.65	3.12	3.51

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันจะ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p<0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 35 วัน

Treatment	Replication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	22	24	27	17	18.5	19	14	16.5	15	23	17	18	20.5	19.35
2	14.5	22	18.8	21.2	24	18	23	23	24	14.5	20.5	18	13	19.58
3	14.5	19	27	18.5	21	23	21	19	22	20	19	24	20	20.62

ตารางที่ 14 Analysis of Variance แสดงความสูงเมื่ออายุได้ 35 วัน

Source	df	ss	Ms	Fo	F.tast 5%	F.tast 1%
Treatment	2	11.89	5.95	0.47^{NS}	3.26	5.25
Error	36	454.07	12.61			
Total	38	465.96				

CV = 17.8%

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงความสูงของตาวเรืองเมื่ออายุได้ 43 วัน

Treatment	Reptication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	38.5	36	34	30	33	31.5	18.5	31.5	27.3	41.5	32	33	32.5	32.25
2	23.5	31	25.5	33.5	33	32	37	40	40	22.5	26	28.5	24	30.5
3	24	26	35	30	32	35	33.5	27	34	32	31	36.5	34	31.53

ตารางที่ 16 Analysis of variance แสดงความสูงเมื่ออายุได้ 43 วัน

Source	df	SS	Ms	Fo	F.tast 5%	F.tast 1%
Treatment	2	20.22	10.11	0.37^{NS}	3.26	5.25
Error	36	35658.48	27.32			
Total	38	35678.7				

CV = 16.63%

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงความสูงของดาวเรืองเมื่ออายุได้ 51 วัน

Treatment	Replication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	53	43	47	37	39.5	40	22	38	39	52	44	45	45.5	41.92
2	36	45	26.5	46	39	42	51.5	45	54	31	29.5	41.5	33	40
3	33	37	49	43	39	50	46	32	46	42	41	52	40	42.31

ตารางที่ 18 Analysis of Variance แสดงความสูงเมื่ออายุได้ 51 วัน

Source	df	SS	Ms	Fo	F.tast 5%	F.tast 1%
Treatment	2	39.75	19.88	0.35^{NS}	3.26	5.25
Error	36	2057.19	57.14			
Total	38	2096.94				

CV = 18.25%

NS = ไม่มีแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงการให้คะแนน (เฉลี่ย) การเจริญเติบโตของดาวเรือง

Treatment	Replication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	4.2	4.8	3	3	2.4	3.2	1.2	2.8	2.2	4.2	3.2	4	4.8	3.31
2	1.6	4	1.4	3.8	3	3	4.2	3.8	3.6	1.6	1.6	3.4	1.6	2.67
3	1	1.6	4	2	3	3.6	2.4	1.2	1.8	2.8	2.2	3.6	3.4	2.507

ตารางที่ 20 Analysis of variance การให้คะแนนการเจริญเติบโตของดาวเรือง

Source	df	SS	Ms	Fo	F.tast 5%	F.tast 1%
Treatment	2	4.62	2.31	2.29^{NS}	3.26	5.25
Error	36	36.3	1.008			
Total	38	40.92				

CV = 35.48%

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : การให้คะแนนการเจริญเติบโต (โดยดูจากความสูง ทรงพุ่ม ความอุดมสมบูรณ์ของลำต้น)

คะแนน 5 = เป็นการเจริญเติบโตดีมาก

คะแนน 4 = เป็นการเจริญเติบโตดี

คะแนน 3 = เป็นการเจริญเติบโตปานกลาง

คะแนน 2 = เป็นการเจริญเติบโตน้อย

คะแนน 1 = เป็นการเจริญเติบโตน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และดอกของดาวเรือง

Treatment	Replication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	8.09	7.59	4.49	4.52	5.55	5.50	1.52	6.27	2.63	7.76	5.63	9.68	9.8	6.08
2	5.08	7.23	1.51	5.58	3.00	5.44	5.66	5.84	8.63	2.18	1.58	4.53	3.68	4.61
3	1.95	2.57	3.73	3.38	4.98	5.43	4.19	1.90	3.01	4.86	4.30	6.19	4.49	3.92

ตารางที่ 22 Analysis of Variance ของน้ำหนักแห้งของดาวเรือง (ต้น, ใบ)

Source	df	SS	Ms	Fo	Fo 5%	Fo 1%
Treatment	2	31.69	15.85	3.77*	3.26	5.25
Error	36	151.19	4.2			
Total	38	182.88				

CV = 42.08%

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

LSD 0.07 = 1.634

LSD 0.01 = 2.193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย น้ำหนักแห้ง (ต้น ใบ) ของดาวเรือง

Treatment	3	2	1
ค่าเฉลี่ย (X)	3.92	4.61	6.08

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p< 0.05$

ตารางที่ 23 แสดงน้ำหนักแห้ง(กรัม)ของรากดาวเรือง

Treatment	Replication													เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	1.21	1.68	0.85	0.38	0.7	0.6	0.23	1.18	0.35	1.67	0.9	1.3	3.39	1.11
2	0.64	0.86	0.27	0.97	0.53	0.78	0.74	0.83	1.24	0.35	0.26	1.15	0.97	0.74
3	0.43	0.82	0.35	0.58	0.79	0.81	0.69	0.47	0.51	0.78	0.55	0.83	0.44	0.62

ตารางที่ 24 Analysis of variance ของน้ำหนักแห้งของดาวเรือง (ราก)

Source	df	SS	Ms	Fo	F-tast 5%	F-tast 1%
Treament	2	1.708	0.854	3.12^{NS}	3.26	5.25
Error	36	9.872	0.274			
Total	38	11.58				

CV = 63.60%

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 ตารางแสดงผลผลิตของพืชที่ปลูกโดยใช้ Hydroponics และการปลูกโดยใช้ดิน

พืช	ผลผลิต		สถานที่
	ปลูกบนดิน	ปลูกไร้ดิน	
มะเขือเทศ (ปอนด์/ต้น)	12	16.2*	อังกฤษ
	11	16.4	อเมริกา
	10	22.5	อินเดีย
มันฝรั่ง (ต้น/เอเคอร์)	30	65	อเมริกา
ถั่ว (ปอนด์/เอเคอร์)	900	5000	อินเดีย
	3000	9000	อิตาลี ญี่ปุ่น
ข้าวโพด (เมล็ดปอนด์/เอเคอร์)	2000	6000	เบงกอล
ผักกาดหอม (ปอนด์/เอเคอร์)	9000	21000	อินเดีย
หัวบีท (ปอนด์/เอเคอร์)	9000	20000	อินเดีย

* ความแตกต่างของผลผลิตในแต่ละพืช เป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ธาตุอาหาร และการดูแลรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 แสดงส่วนประกอบของสารละลายเริ่มต้นะปริมาณเกลือปริมาตร 10 ลิตร

สำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร 1000 ลิตร

SALT	TOMATO/BUTTERHEAD LETTUCE (Cooper, 1976			CUCUMBER (Anonymus, 1977)		
	g	ppm		g	ppm	
SOLUTION A						
Calcium nitrate : $CA(NO_3)_2 .4H_2O$	988	168 Ca	117 N	637	108 Ca	76 N
Potassium nitrate : KNO_3	658,1	254 K	91 N	250	97 K	35 N
Ammonium nitrate : NH_4NO_3				40		14 N
Sequestrene 138-Fe (50 % Fe-EDDHA)	84	5,3 Fe		5,6	0,4 Fe	
SOLUTION B						
Potassium phosphate $K H_2 PO_4$	272	78 K	62 P	125	36 K	28 P
Potassium sulphate K_2SO_4				261	117 K	
Magnesium sulphate $Mg SO_4.7 H_2O$	496,6	49 Mg		128	13 Mg	
Manganese sulphate $Mn SO_4.H_2O$	6,154	2 Mn		1,6	0,5 Mn	
Copper sulphate $Cu SO_4.5 H_2O$	0,275	0,07 Cu		0,12	0,03 Cu	
Zinc sulphate $Zn SO_4.7 H_2O$	0,308	0,07 Zn		1,1	0,25 Zn	
Ammonium molybdate $(NH_4)6 MO_7O_{24} .4H_2O$	0,092	0,05 Mo				
Sodium molybdate $Na_2 Mo O_4.2 H_2O$				0,12	0,047 Mo	
Boric acid H_3BO_3	1,714	0,3 B		1,7	0,3 B	

SALT	TOMATO		CUCUMBER	
	g	ppm	g	ppm
SOLUTION A				
Calcium nitrate : $Ca(NO_3)\ 2.4H_2O$	395,5	67 Ca 47 N	787	133 Ca 93 N
Potassium nitrate : KNO_3	360	147 K 51 N	360	147 K 51 N
Sequestrene 138-Fe (50 % FE-EDDHA)	23,774	1,5 Fe	47,547	3 Fe
SOLUTION B				
Potassium phosphate : $K\ H_2\ PO_4$	-	-	-	-
Magnesium sulphate : $Mg\ SO_4.7H_2O$	329	32 Mg	329	32 Mg
Manganese sulphate : $Mn\ SO_4.H_2O$	1,539	0,5 Mn	3,078	1 Mn
Copper sulphate : $Cu\ SO_4.5\ H_2O$	0,275	0,07 Cu	0,275	0,07 Cu
Zinc sulphate : $Zn\ SO_4.7\ H_2O$ (1)	0,308	0,07 Zn	0,308	0,07 Zn
Ammonium molybdate : $(NH_4)\ 6\ Mo_7O_{24}.4\ H_2O$ (2)	0,092	0,05 Mo	0,092	0,05 Mo
Boric acid : H_3BO_3	1,714	0,3 B	1,714	0,3 B

(1) $Zn\ SO_4.7\ H_2O$ is not longer mentioned in Commercial Applications of NFT. Grower Books 1978

(2) 0,12 g $Na_2Mo\ O_4.2\ H_2O$ per 1.000 l nutrient solution gives 0,047 ppm Mo.

ตารางที่ 27 แสดงส่วนประกอบที่เหมาะสมของสารละลายธาตุอาหารปริมาตร 1000 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 แสดงการปลูกโดยย้ายกล้าดาวเรืองจากปลูกในแผ่น Poly-urethane

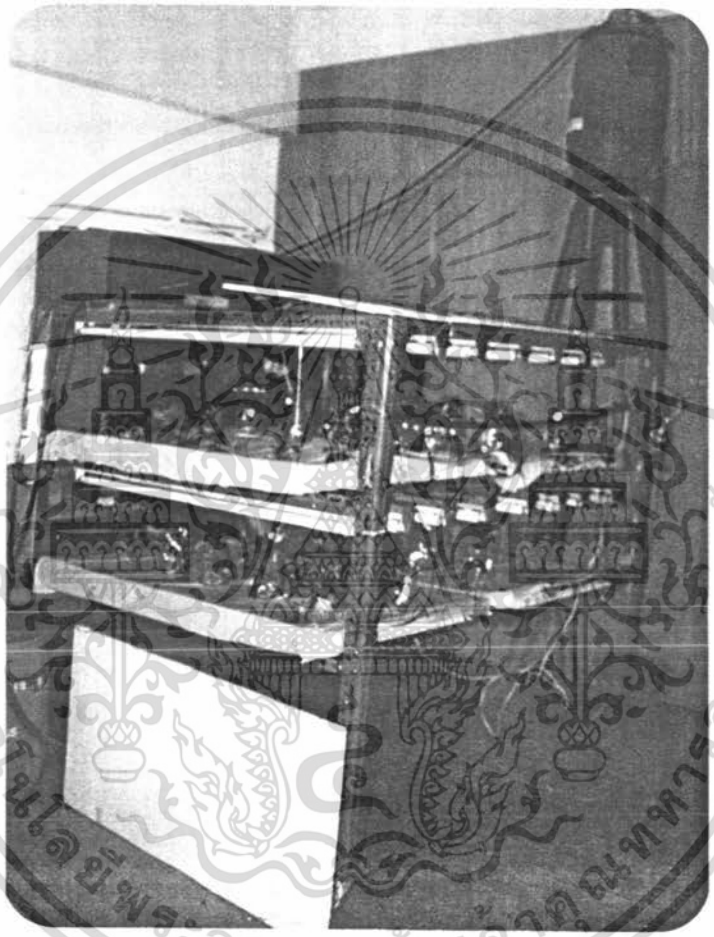
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 แสดงการปลูกโดยย้ายกล้าจากปลูกในแผ่น Rockwool

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

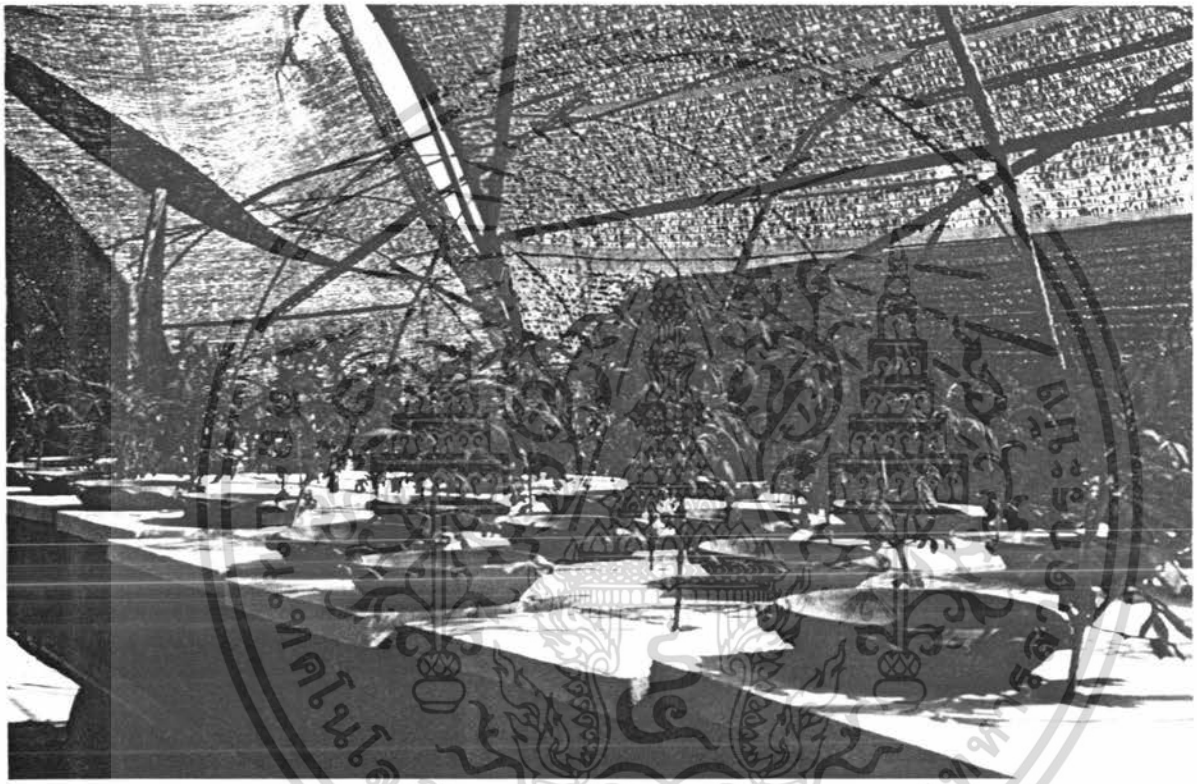
ภาพที่ 6 แสดงการปลูกโดยย้ายกล้าลงในร่องโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ NFT (ใหญ่ใช้ตลอดไม่มีว่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงการปลูกต้นไม้โดยใช้ระบบ NFT บนดาดฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้