ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

20843

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต่อการเจริญเติบโตของ Rocket

Effect Of Hydroponics System On Rocket Growth

T099727

โดย

นางสาวจารุวรรณ์ สำรวยผล

นางสาวธัญวรัตน์ วงศ์ติยศ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ

ป/ศ.
ส 399ผ
2547
ฉ.1
เลขทะเบียน 99727
วัน,เดือน,ปี

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต่อการเจริญเติบโตของ Rocket

Effect Of Hydroponics System On Rocket Growth

โดย

นางสาวจารุวรรณ์ สำรวยผล

นางสาวธัญวรัตน์ วงศ์ติยศ

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น)

รักษาราชการแทนหัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 24 เดือน พ.ค. พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

20843

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต่อการเจริญเติบโตของ Rocket

Effect Of Hydroponics System On Rocket Growth

T099727

โดย

นางสาวจารุวรรณ์ สำรวยผล

นางสาวธัญวรัตน์ วงศ์ตียศ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ

ปม.
ว 397ผ
2547
ฉ.1
เลขทะเบียน 99727
วัน,เดือน,ปี

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต่อการเจริญเติบโตของ Rocket

Effect Of Hydroponics System On Rocket Growth

โดย

นางสาวจารุวรรณ์ สำรวยผล

นางสาวธัญวรัตน์ วงศ์ติยศ

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น)

รักษาราชการแทนหัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 24 เดือน พ.ค. พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ผลของวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต่อการเจริญเติบโตของ Rocket
โดย	นางสาวจารุวรรณ์ สำรวยผล
	นางสาวธัญวรัตน์ วงศ์ติยศ
ชื่อปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	ปฐพีวิทยา
สาขาวิชา	ปฐพีวิทยา
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของระบบในการปลูกพืชและวัสดุที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารในต้นร็อคเก็ต โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (complete randomized design) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ตำรับคือ ระบบ NFT (Treatment 1) ระบบวัสดุปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าว (Treatment 2) ระบบวัสดุปลูกโดยใช้ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1 (Treatment 3)

จากการทดลองพบว่าตำรับที่ 1 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 19.55 กรัมและ ตำรับที่ 2 มีความสูงของต้นร็อคเก็ตเฉลี่ยมากที่สุดคือ 23.11 เซนติเมตร และในตำรับที่ 3 มีน้ำหนักสดและความสูงของต้นร็อคเก็ตน้อยที่สุดคือ 16.57, 21.37 ตามลำดับ น้ำหนักแห้งเฉลี่ยมีมากที่สุดในตำรับที่ 1 และน้อยที่สุดในตำรับที่ 3 คือ 2.42 และ 2.17 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของต้นร็อคเก็ตแต่ละตำรับการทดลองพบว่า ในตำรับที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ,แคลเซียม, แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส , สังกะสี , โซเดียม และทองแดง มากที่สุดดังนี้ 4.46 , 0.52 เปอร์เซ็นต์, 1260.25, 2154.92 , 184.90 , 0.09 , 0.16 , 0.28, 11.28 และ 0.008 ppm ตามลำดับ และน้อยที่สุดในตำรับที่ 3 ดังนี้คือ 3.62 , 0.49 เปอร์เซ็นต์, 1252.96, 2072.06 ,183.63 , 0.09 , 0.16 , 0.27,10.94 และ 0.0063 ppm จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่หลงเหลืออยู่ในวัสดุปลูกพบว่า ปริมาณธาตุอาหารมีอยู่ในตำรับที่ 3 มากกว่าตำรับที่ 2 คือโพแทสเซียม, แคลเซียม , แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, โซเดียม และทองแดง มีค่าเท่ากับ 112.17, 138.83,165.86,0.03,0.12,0.31,18.81 และ 0.0006 ppm ตามลำดับ ยกเว้น ไนโตรเจนและ ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในตำรับที่ 2 มากกว่าตำรับที่ 3 มีค่าเท่ากับ 5.09 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่าน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และ ธาตุอาหารของต้นร็อคเก็ตแต่ละตำรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองพบโพแทสเซียม, แมกนีเซียม,โซเดียม ,สังกะสีทองแดง ในปริมาณที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า ปริมาณของไนโตรเจน ,ฟอสฟอรัส และ โซเดียม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปริมาณของแคลเซียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ ธาตุอาหารที่หลงเหลืออยู่ในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับ เป็นดังนี้คือ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส ,แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส ,สังกะสี มีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณของโพแทสเซียมและแคลเซียมในวัสดุปลูกมีความที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปริมาณของโซเดียมในวัสดุปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุปผล	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในต้นพืชระหว่างระบบปลูก 31

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักสดในต้นพืช 31

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักสดในต้นพืช 31

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักแห้งในต้นพืช 32

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักแห้งในต้นพืช 32

ตารางที่ 6 แสดงความสูง 33

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูง 33

ตารางที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นพืช 34

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไนโตรเจนในต้นพืช 34

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นพืช 35

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของฟอสฟอรัสในต้นพืช 35

ตารางที่ 12 แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นพืช 36

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโพแทสเซียมในต้นพืช 36

ตารางที่ 14 แสดงความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นพืช 37

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแคลเซียมในต้นพืช 37

ตารางที่ 16 แสดงความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นพืช 38

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมกนีเซียมในต้นพืช 38

ตารางที่ 18 แสดงความเข้มข้นของเหล็กในต้นพืช 39

ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเหล็กในต้นพืช 39

ตารางที่ 20 แสดงความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นพืช 40

ตารางที่ 21 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมงกานีสในต้นพืช 40

ตารางที่ 22 แสดงความเข้มข้นของทองแดงในต้นพืช 41

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทองแดงในต้นพืช 41

ตารางที่ 24 แสดงความเข้มข้นของสังกะสีในต้นพืช 42

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสังกะสีในต้นพืช 42

ตารางที่ 26 แสดงความเข้มข้นของโซเดียมในต้นพืช 43

ตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโซเดียมในต้นพืช 43

ตารางที่ 28 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในวัสดุปลูก 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 29 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไนโตรเจนในวัสดุปลูก	44
ตารางที่ 30 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในวัสดุปลูก	45
ตารางที่ 31 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของฟอสฟอรัสในวัสดุปลูก	45
ตารางที่ 32 แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในวัสดุปลูก	46
ตารางที่ 33 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโพแทสเซียมในวัสดุปลูก	46
ตารางที่ 34 แสดงความเข้มข้นของแคลเซียมในวัสดุปลูก	47
ตารางที่ 35 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแคลเซียมในต้นพืช	47
ตารางที่ 36 แสดงความเข้มข้นของแมกนีเซียมในวัสดุปลูก	48
ตารางที่ 37 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมกนีเซียมในวัสดุปลูก	48
ตารางที่ 38 แสดงความเข้มข้นของเหล็กในวัสดุปลูก	49
ตารางที่ 39 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเหล็กในวัสดุปลูก	49
ตารางที่ 40 แสดงความเข้มข้นของแมงกานีสในวัสดุปลูก	50
ตารางที่ 41 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมงกานีสในวัสดุปลูก	50
ตารางที่ 42 แสดงความเข้มข้นของสังกะสีในวัสดุปลูก	51
ตารางที่ 43 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสังกะสีในวัสดุปลูก	51
ตารางที่ 44 แสดงความเข้มข้นของโซเดียมในวัสดุปลูก	52
ตารางที่ 45 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโซเดียมในวัสดุปลูก	52
ตารางที่ 46 แสดงความเข้มข้นของทองแดงในวัสดุปลูก	53
ตารางที่ 47 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทองแดงในวัสดุปลูก	53
ตารางที่ 48 แสดงค่า EC ของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด	54
ตารางที่ 49 แสดงค่า pH ของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด	55
ตารางที่ 50 แสดงค่า pH และค่า EC ในระบบ NFT	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EC ที่ระบายออกของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด	26
ภาพที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ที่ระบายออกของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด	2
ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่า pH และ EC ในระบบ NFT	2
ภาพที่ 4 แสดงระบบปลูกพืชในวัสดุปลูก	57
ภาพที่ 5 แสดงระบบปลูกพืชในระบบ NFT	58
ภาพที่ 6 แสดงต้นร็อกเก็ตที่ปลูกในระบบวัสดุปลูก	59
ภาพที่ 7 แสดงต้นร็อกเก็ตที่ปลูกในระบบ NFT	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักปลอดสารพิษเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ที่รักสุขภาพ การปลูกพืชไร้ดินเป็นระบบการปลูกพืชที่ผลิตผักปลอดสารพิษที่มีคุณภาพอีกทั้งยังเป็นวิธีที่เพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่สามารถปลูกได้ในที่ที่ดินเสื่อมโทรม ซึ่งการปลูกพืชไร้ดินสามารถนำวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมต่างๆ หรือเศษเหลือจากผลผลิตทางการเกษตร เช่น แกลบ ขุยมะพร้าว เปลือกถั่ว มาเป็นวัสดุปลูกซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป มีความเหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาวัสดุและระบบที่เหมาะสมกับการปลูกร็อกเก็ต เพราะร็อกเก็ตเป็นผักเศรษฐกิจของนานาอารยประเทศในทวีปยุโรป เป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณค่าทางโภชนาการและนำมาประกอบอาหารหรือรับประทานแทนผักสลัดได้และในปัจจุบันนี้คนไทยหันมาใส่ใจในสุขภาพกันมากขึ้น ดังนั้นผักสมุนไพรชนิดนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของคนไทย คณะผู้จัดทำหวังว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในสุขภาพที่จะหันมาบริโภคผักไฮโดรโพนิคส์และผักร็อกเก็ตเพื่อสุขภาพที่ดีของทุกท่านต่อไป

นางสาวจารุวรรณ์ สำรวยผล
นางสาวชัญวรัตน์ วงศ์ติยศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของร็อกเก็ต
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของร็อกเก็ตระหว่างการปลูกในระบบ NFT และระบบการปลูกในวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ความหมายและประวัติความเป็นมา

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soilless Culture) เป็นวิธีการปลูกพืชโดยใช้หลักการในระบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดินแต่ไม่นำดินมาใช้ในวัสดุปลูก (ถวัลย์ ,2534) มีการปลูกพืชที่ใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น ใช้เฉพาะทรายอย่างเดียว (sand culture) หรือถ้าต้องการให้วัสดุปลูกมีน้ำหนักเบามากขึ้นก็ใช้รีอควูล (rockwool) เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) ขุยมะพร้าว แกลบ หรืออาจใช้วัสดุปลูกเหล่านี้ผสมกันเพื่อให้พืชยืนต้นอยู่ได้และพืชเจริญเติบโตได้ดี (นภดล, 2538) ก็เพียงใช้น้ำที่มีธาตุอาหารต่าง ๆ เป็นการทดแทนอาหารที่มีอยู่เดิมต้นพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน ปัจจุบันประชาชนในหลายประเทศต่าง ๆ ได้นิยมหันมาปลูกพืชด้วยวิธีนี้กันมากขึ้นเพื่อเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิต ลดปัญหาการใช้ยาฆ่าแมลง สำหรับพืชที่ปลูกด้วยวิธีนี้ สามารถปลูกได้ตั้งแต่ผู้ที่ปลูกเป็นงานอดิเรกที่ทำเป็นพื้นที่น้อย ๆ ในบ้านพักอาศัย ถึงเกษตรกรที่ทำฟาร์มขนาดใหญ่เป็นทางด้านอุตสาหกรรมเกษตร (ถวัลย์, 2534)

ความหมายของคำ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หรือบางท่านเรียกว่า ปลูกพืชด้วยสารละลาย (hydroponids มาจากคำในภาษากรีก สองคำ คือคำว่า "hudor" หมายถึง น้ำ และ "ponos" หมายถึง งาน ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน ความหมายก็คือ "Water-Working" หรือ "การปฏิบัติการเกี่ยวกับน้ำ" แต่โดยความหมายจริง ๆ นั้นได้มีความหมายเกี่ยวข้องกับการใช้สารละลาย หรือการใช้ปุ๋ยเคมี กับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เรื่องที่ปรากฏอยู่จึงเป็นสิ่งตรงกันข้ามกับการปลูกพืชในดิน หลักการพื้นฐานในการปลูกพืชตามแบบวิธีนี้ทั้งในการปฏิบัติ และการดูแลก็จะเป็นไปตามลักษณะเหมือนกับพืชที่ปลูกในดิน เพียงแต่ปลูกโดยไม่ต้องการดิน (ถวัลย์, 2534)

ประวัติความเป็นมา

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประวัติความเป็นมา เริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารพืช ซึ่งงานทดลองครั้งแรก ที่เป็นที่รู้จักกันดีเป็นการทดลองของ VAN HELMONT ในปี 1620 โดยเขาทำการปลูกพืชในน้ำเป็นเวลา 5 ปี และสรุปว่า น้ำเป็นผู้ให้ทุก ๆ ส่วนของพืช

งานทดลองคล้าย ๆ กันนี้ ได้ทำขึ้นใหม่ในปี 1699 โดย WOODWARD ข้อแตกต่างคือ การปลูกพืชในน้ำที่มีดินละลายอยู่ด้วย และสรุปว่า พืชได้อาหารจากดินและน้ำ

ในศตวรรษที่ 19 มีงานทดลองของชาวฝรั่งเศสชื่อ Boussingault โดยทำการปลูกพืชในทรายและให้สารละลายธาตุอาหารพืช ต่อจากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์ทางสรีระของพืชอีกจำนวนมากทำการศึกษาโดยใช้ระบบการปลูกพืชในทรายนี้ เช่น Candolle, Sauaaure, Liebig

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Knop et Sach สามารถผสมสารละลายธาตุอาหารพืชที่สามารถใช้ปลูกพืชได้ งานทดลองครั้งแรกที่ทำการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นจำนวนมากทำครั้งแรกที่สถานทดลอง Rhode Island เป็นการปลูกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก และให้สารละลายธาตุอาหาร

ในปี ค.ศ. 1928 ที่สถานีทดลอง New – Jersey ได้มีการขายผลผลิตที่เกิดจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นครั้งแรกโดยเป็นพืชพวกไม้ดอก

W.F. Gericke ค.ศ. 1929 เป็นผู้เริ่มเทคนิคการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชเป็นครั้งแรกที่ California และเรียกการปลูกนี้ว่า Hydroponics

บริษัทแรกที่ทำการค้าขายเกี่ยวกับระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเริ่มก่อตั้งขึ้นในปี 1963 ที่ Ohio และที่มหาสมุทรแปซิฟิกที่เกาะ Wake

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง กองทัพสหรัฐทำการปลูกผักในท่อขนาดใหญ่ที่บรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช โดยปลูกบนเกาะในมหาสมุทร แอตแลนติก เพื่อเป็นแหล่งพืชผักสดและวิตามินแก่กองทหาร ซึ่งนับเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ใหญ่ที่สุดเป็นครั้งแรก

หลังจากนั้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการทดลองใช้วัสดุปลูกพืชชนิดต่าง ๆ มีการพัฒนาระบบ และอุปกรณ์ในการปลูกรวมถึงระบบที่ใช้ควบคุมโดยอัตโนมัติ เช่น การนำคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการปลูก (อิทธิสุนทร, 2538)

จนกระทั่งถึงขั้นผลิตเพื่อการค้าทั้งในประเทศและเพื่อส่งออก แหล่งผลิตใหญ่ ๆ ได้แก่ เม็กซิโก เปอร์โตริโก ฮาวาย อิสราเอล ญี่ปุ่น อินเดีย และสหรัฐอเมริกา (นภดล, 2538)

สำหรับในประเทศไทยนั้น ความคืบหน้าในด้านนี้ก็ปรากฏได้มีการทดลองปลูกพืชไม่ใช้ดินของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในรูปแบบการทำวิทยานิพนธ์มานาน แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ยังจำกัดอยู่ในวงแคบ โดยยังไม่ได้นำไปปรับใช้เพื่อปลูกพืชในเชิงการค้า ส่วนในปัจจุบันได้เริ่มมีเอกชนทำเป็นลักษณะเชิงการค้า จึงปรากฏมีการตื่นตัวกันบ้างแล้ว (ถวัลย์, 2534)

ในปี พ.ศ. 2526 มีผู้ริเริ่มปลูกเป็นการค้าขึ้นที่ตำบลนาดี อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เทคนิคการปลูกทั้งหมดได้รับการแนะนำโดยชาวไต้หวัน เน้นการปลูกพืชที่มีราคาแพงและปราศจากยาฆ่าแมลง ซึ่งจัดเป็นแหล่งผลิตผักอนามัยที่น่าเชื่อถือแห่งหนึ่ง เจ้าของให้ชื่อผักที่ปลูกว่า “ผักลอยฟ้า” ผักเหล่านี้ส่วนใหญ่จะส่งไปขายในซุปเปอร์มาร์เก็ต

นอกจากผักลอยฟ้าสมุทรสาครแล้ว ที่บริเวณเชิงเขาใหญ่จังหวัดนครราชสีมา มีชาวจีนสิงคโปร์ ปลูกพืชไม้น้ำและใช้ประดับสำหรับใช้ในตู้ปลา พืชส่วนใหญ่ที่ปลูกจะส่งไปขายในประเทศทางแถบยุโรป ประเทศออสเตรเลีย และกลุ่มประเทศอาหรับ (นภดล, 2538)

หลักทั่วไปในการจัดการระบบไฮโดรโพนิกส์

การดำรงชีวิตของพืชสิ่งที่ถูกมองผ่านคือสารละลายธาตุอาหารซึ่งจะต้องมีการจัดการให้เหมาะสมกับความชอบของรากพืช ในระบบไฮโดรโพนิกส์ทั้งหมดมีความต้องการธาตุอาหารที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันและบางอย่างที่แตกต่างกันนั้นสามารถทดแทนได้ การมองข้ามสารละลายธาตุอาหารในขณะที่ไม่ได้สนใจสารละลายบริเวณรอบราก เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาการให้สารละลายธาตุอาหารของระบบไฮโดรโพนิกส์มากที่สุด

ความต้องการบริเวณรากพืช

ความต้องการที่สำคัญที่สุดของราก ประกอบด้วย

1. น้ำที่เพียงพอ
2. ออกซิเจนที่เพียงพอ
3. สมดุลธาตุอาหารที่เหมาะสม

ยังมีส่วนอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของรากและไม่ควรมองข้าม มีความสำคัญเช่นกัน

- อุณหภูมิบริเวณราก
- ค่าความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร และมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญของราก

เทคนิคการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT)

ความหมายและลักษณะ

ระบบ NFT ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Cooper (1975) โดยที่ว่าระบบ NFT เป็นระบบใหม่ของการให้น้ำหรือสารละลายธาตุอาหารโดยลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ โดยที่สารละลายไหลไปตามความลาดเทของราง รูปร่างของรากพืชมีปริมาณมากหรือน้อยนั้นจะแผ่ไปตามพื้นที่ของราง พืชที่ยังอ่อนได้เพาะไว้ในกระบะเพาะหรือกระถางเพาะจนสามารถตั้งตัวได้ รากเจริญออกมาในสารละลายอย่างรวดเร็ว อัตราสูงสุดของพื้นที่ผิวของสารละลายช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนอากาศได้ดี (M. Schawrz, 1994)

ระบบ NFT เป็นการใช้สารละลายธาตุอาหารไหลเวียนกลับในลักษณะเป็นลำธารบาง ๆ เหนือราก จัดให้มีการแลกเปลี่ยนอากาศ น้ำ ธาตุอาหารเพียงพอ สารละลายถูกปั๊มไปยังต้นรางและไหลไปตามความลาดเทลงกลับถังเก็บซึ่งอยู่ในระดับใต้ดิน ในขณะที่พืชหายใจน้ำและธาตุอาหารถูกเพิ่มให้อยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์ (Selwyn, 1978)

ระบบ NFT เป็นการปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ในรางกว้างประมาณ 30 – 35 เซนติเมตร สูงประมาณ 5 เซนติเมตร ความยาวของรางตั้งแต่ 5 – 20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องก็ได้ (อิทธิสุนทร , 2538)

NFT เป็นวิธีที่ใช้ระบบการให้น้ำหรือสารละลายธาตุอาหารไหลหมุนเวียนในลักษณะกระแสน้ำตื้น ๆ ผ่านไปยังรากพืชอย่างช้า ๆ เพื่อที่จะให้สารละลายธาตุอาหารและอากาศแก่พืชที่ปลูกมักจะปลูกพืชเป็นแนวยาวซึ่งมีความลาดเท สารละลายธาตุอาหารจากถังเก็บจะถูกปล่อยให้ไหลลงไปตามภาชนะปลูกด้านที่สูงชันและไหลไปตามความลาดเท และในที่สุดจะกลับมาลงถังเก็บสารละลาย การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สารละลายธาตุอาหารสามารถให้เป็นช่วงได้ จะมีการตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า อุณหภูมิ และ pH โดยวิธีธรรมดา หรือโดยวิธีอัตโนมัติ และจะมีการแก้ไขถ้า pH หรือค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้ระดับที่ต้องการ การปลูกพืชระบบนี้จะใช้วัสดุค้ำจุนรากพืช และให้สารละลายไหลผ่านรากพืชในระดับความลึก 2 – 3 มิลลิเมตร รากพืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและจุ่มอยู่ในสารละลายเพียงบางส่วนเท่านั้น ทำให้มีพื้นที่ที่จะเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซกับบรรยากาศได้มาก ความลาดชันอยู่ในช่วง 1/50 – 1/75 ความกว้างของภาชนะปลูก (channel) ประมาณ 25 – 30 เซนติเมตร ความยาวรางไม่เกิน 20 เมตร (วารสารดินและปุ๋ย, 2531)

ข้อดีของการปลูกพืชไร้ดิน (j-sholto Douglas, 1998)

- คุณภาพของผลผลิตดีขึ้น เฉลี่ยแล้วคุณภาพของการปลูกโดยไม่ใช้ดินคือ 75% เทียบกับการปลูกพืชบนดิน มีแค่ 50%
- สามารถทำการเพาะปลูกพืชในบรเวณพื้นที่ที่ดินไม่ดีหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่การเพาะปลูก
- ประหยัดเวลาแรงงานและค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช ทำให้สามารถปลูกพืชอย่างต่อเนื่องได้ตลอดปีในพื้นที่เดียวกัน
- สามารถตัดปัญหาศัตรูพืชที่เกิดจากดิน ทำให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่เดียวกันได้ตลอดปีถึงแม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกัน
- เป็นพืชที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- เพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้รงงาน
- สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวกับการเจริญของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอนและรวดเร็วโดยเฉพาะในระดับรากพืช ได้แก่การควบคุมปริมาณธาตุอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิความเข้มข้นของออกซิแจน ฯลฯ ซึ่งการปลูกพืชแบบทั่วไปทำได้ยาก

ข้อเสียของการปลูกพืชไร้ดิน

- ข้อเสียที่สำคัญที่สุด คือเป็นระบบที่มีราคาแพงมากเนื่องจากประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆมากมายและมีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate Culture)

วัสดุปลูก หมายถึง วัสดุ (material) ต่าง ๆ ที่เลือกสรรมาเพื่อใช้ในการปลูกพืชและทำให้พืชเจริญได้เป็นปกติวัสดุดังกล่าวอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดผสมกัน (mixed media) ชนิดของวัสดุปลูกอาจเป็นอินทรียวัตถุหรืออนินทรียวัตถุก็ได้ (วิทยา, 2531)

หน้าที่ของวัสดุปลูก คือ เป็นที่อยู่ของรากพืช ซึ่งจะรวมอยู่กับสารละลายธาตุอาหารและอากาศ วัสดุปลูกที่เหมาะสมต้องมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (อิทธิสุนทร, 2538)

บทบาทของวัสดุปลูกที่สำคัญมี 4 ประการ (วิทยา,2531) คือ

ก. ค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้

ข. เก็บสำรองธาตุอาหาร

ค. กักเก็บน้ำ เพื่อประโยชน์ของพืช

ง. แลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูก

การปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate Culture) เป็นการปลูกโดยใช้วัสดุปลูกแทนการปลูกด้วยดิน ซึ่งช่วยให้รากพืชเกาะยึดพยุงลำต้นให้ทรงตัวอยู่ได้ วัสดุปลูกมีหน้าที่ในการเป็นที่อยู่ของรากพืช ซึ่งจะอยู่รวมกับสารละลายธาตุอาหารพืชและอากาศ วัสดุปลูกต้องมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (ถวัลย์, 2534 และอิทธิสุนทร, 2538)

สมบัติของวัสดุปลูกที่เหมาะสม

วัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุดทางทฤษฎี (อิทธิสุนทร, 2538) ดังนี้

- เป็นวัสดุปลูกที่เมื่อนำมาใช้จะมีสมบัติรักษาอัตราส่วนของน้ำและอากาศได้เหมาะสมตลอดการปลูก อัตราส่วนของน้ำ : อากาศที่เหมาะสมอยู่ประมาณ 50:50
- เป็นวัสดุปลูกที่ต้องไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้ไปนาน ๆ
- เป็นวัสดุปลูกที่ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ
- เป็นวัสดุปลูกที่รากพืชสามารถแพร่กระจายได้ทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูก
- เป็นวัสดุที่มีสมบัติเฉื่อยในทางเคมี คือ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหารและภาชนะที่ใช้บรรจุ
- เป็นวัสดุปลูกที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุต่ำหรือไม่มี
- เป็นวัสดุปลูกที่ไม่เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง
- เป็นวัสดุปลูกที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย

สุชาดา (2525) รายงานว่า สมบัติทางกายภาพที่สำคัญของวัสดุปลูกที่ใช้ปลูกพืชโดยไม่ผสมดินควรพิจารณาสมบัติดังต่อไปนี้ ความจุในการดูดน้ำไว้ได้อัตราการซาบซึมน้ำ ช่องว่างอากาศ และความหนาแน่นรวม ส่วนสมบัติทางเคมีและชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นกรดด่างและความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก นอกจากนั้นยังต้องปราศจากสารพิษและศัตรูพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Criley และ Watanabe (1974) รายงานว่า วัสดุปลูกที่เหมาะสมควรมีสมบัติดังนี้คือ อากาศ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 30 – 35 เปอร์เซ็นต์ ความจุความชื้น 30 – 60 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรค่าCEC อยู่ในช่วง 10 – 30 me/100 กรัมของน้ำหนักแห้ง และปริมาณเกลือที่ละลายได้ต่ำกว่า 200 ppm.

Self (1976) รายงานว่า สัดส่วนของช่องว่างและอากาศที่เหมาะสม คือ 25 เปอร์เซ็นต์ ถ้าหากว่าช่องว่างอากาศมีมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะลดลงจนพืชขาดน้ำได้ง่าย แก้ไขโดยผสมวัสดุอินทรีย์ เช่น ทรายหยาบ ,เพอไลท์ เป็นต้น

วิทยา (2531) รายงานว่า ความหนาแน่นของวัสดุในภาชนะ ช่วงที่นิยม คือ 0.64 – 1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

วัสดุปลูกสำหรับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

วัสดุปลูกที่เหมาะสมกับประเทศไทยควรเป็นวัสดุปลูกพวกวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น (ถวัลย์, 2534 ; พิสมัย, 2534 ; มนูญ, 2544 และอิทธิสุนทร, 2538)

1. แกลบ (Rice hull) แกลบเป็นวัสดุที่ได้มาจากโรงสีข้าว มี pH 6 – 7 , มีความพรุนและมีความสามารถในการดูดน้ำได้ดี , มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุต่ำ , ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ , ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้ , อายุการใช้งาน 2 – 3 ครั้ง , ในแกลบ 10 -15 เมตริกตัน มีธาตุไนโตรเจน 37 – 56 กิโลกรัม โพแทสเซียม 80 – 130 กิโลกรัม และซิลิกอน 1150 – 1725 กิโลกรัม มีอินทรียวัตถุ 34.5% และมี สัดส่วน C/N อยู่ระหว่าง 500:1 ถึง 2500:1 ข้อดีของแกลบ คือ น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้ และราคาถูก ข้อเสีย คือ มีการระบายน้ำมากเกินไปมีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น และยากในการกำจัดโรคและแมลง

2. ขี้เถ้าแกลบ (Carbonized rice hall) ขี้เถ้าแกลบเป็นวัสดุที่ได้มาจากการเผาของโรงสีไปเพื่อเป็นพลังงานส่วนที่เหลือเป็นขี้เถ้าแกลบ pH 7 – 8.5 มีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับอายุของกองขี้เถ้าแกลบถ้ามีอายุมากจะมีการชะล้างโดยฝนมาก pH จะลดลง , มีสมบัติอุ้มน้ำได้ดี , มีความพรุนสูง , ความหนา

3.ทราย ข้อดีของทรายก็คือ ราคาถูกและหาได้ง่าย ใช้ได้นาน แต่ขนาดของทรายก็มีความสำคัญถ้าละเอียดไปเมื่อมีความชื้นก็จะจับตัวแน่น ทำให้ระบายน้ำถ่ายเทอากาศได้ไม่ดี ถ้าขนาดใหญ่เท่ากรวดเล็ก ๆ ก็ไม่ดี เพราะไม่อุ้มน้ำ ดังนั้นการใช้ทรายควรมีทั้งขนาดใหญ่และเล็กผสมกัน ข้อเสียของทรายอีกอย่างคือ ในสภาพอากาศที่ร้อนผิวหน้าจะแห้งเร็ว ทำให้การเพาะกล้ามีปัญหา

4.ขุยมะพร้าว แหล่งกำเนิด จากโรงงานทำเบาะและที่นอนมี pH ประมาณ 6-7 มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก ความพรุนสูง โครงสร้างดีสามารถสลายตัวได้และราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของร็อกเก็ต

Family : Brassicaceae

Genus and Species : Eruca vesicaria sub sp. sativa

Common name : roquette ,Aruqula

Native : Asia western and Mediterranean region

ร็อกเก็ตเป็นพืชที่มีมาแต่สมัยอาณาจักรโรมันโบราณ และมีถิ่นกำเนิดในแถบตะวันตกของทวีปเอเชีย และทางใต้ของทวีปยุโรป ร็อกเก็ต มักถูกใช้ปรุงอาหารเพื่อสุขภาพของชาวอิตาเลียน ในปัจจุบัน ร็อกเก็ต มักจะถูกใช้ เป็นส่วนประกอบของสลัด มีรสชาดเผ็ด กลิ่นรุนแรง เป็นแหล่งวิตามินที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด เช่น เหล็ก วิตามิน A และวิตามิน C และร็อกเก็ตสามารถนำมาใช้ในการตกแต่งสวนภายในบ้านได้ด้วย

ลักษณะ

ร็อกเก็ต เป็นผักสลัดสีเขียวมีลักษณะเหมือนพืชที่นำมากินโดยไม่ต้องปรุงให้สุก ใน 1 ต้น มีใบ 3-7 ใบ มีความยาว 7.6-18 เซนติเมตร ใบมีลักษณะยาวและมีกลีบในเว้าลึกลงไป มีลักษณะคล้ายกับใบของไม้ดอก ส่วนมากนิยมนำมาทำสลัดขณะที่ใบยังอ่อนอยู่ ยาวประมาณ 0.3 เมตร ต้นโตเต็มที่แล้วมีความยาว 0.6-0.9 เมตร

วิธีการปลูกและดูแลรักษา

ร็อกเก็ตสามารถเจริญได้ในพื้นที่ ที่จำกัด ง่ายต่อการเจริญเติบโตสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี แม้แต่ตามขอบถนน, เทือกเขา, พื้นที่ป่ารกร้าง ฯลฯ ในเชิงการค้าจะใช้พื้นที่ในการปลูก ตามยาว 12-15 นิ้ว ตามขวาง 6-9 นิ้ว ช่วงฤดูที่เหมาะสมต่อการปลูก คือ ช่วงเดือน มิถุนายน – ธันวาคม ร็อกเก็ต เจริญได้ดีในภูมิอากาศเย็น สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิติดลบถึง -3.9 ^{o}C (Florida data, 2005) มีความทนทานต่อแสงแดดได้เป็นอย่างดี แต่ถ้าในฤดูร้อน จะต้องหลีกเลี่ยงแสงแดดที่ร้อนจัดในตอนกลางวัน ร็อกเก็ตจะเจริญเติบโตได้ดีในที่ ๆ มีความชื้นปานกลาง เติบโตได้ดีใน pH 6.0-7.0 ในดินที่มีการระบายน้ำดี และเป็นดินร่วนที่มีคุณสมบัติที่มีลักษณะทางฟิสิกส์ดี มีการอัดตัวของอนุภาคดินอย่างหลวม ๆ

ปัญหาโรคพืชที่พบคือ Flea beetles, mildew, clubroot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ในการทดลอง

วัสดุปลูก

- ท่อ pvc ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง = 4 นิ้ว ยาว 1.7 เมตร
- ท่อ PE
- หัวน้ำหยด
- ปั๊มน้ำ
- ถังน้ำขนาด 80 ลิตร
- ขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าว
- pH meter และ EC meter

NFT

- รางปลูก 5 เหลี่ยม ยาว 2 เมตร จำนวน 4 ราง
- โต๊ะปลูก
- ปั๊มน้ำ
- ท่อ pvc และข้อต่อต่าง ๆ
- ถังสารละลายขนาด 80 ลิตร
- ถ้วยปลูก
- เพอร์ไลท์
- pH meter และ EC meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1.พื้นที่ศึกษา

ตึกเจ้าคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาควิชาปฐพีวิทยา ชั้นที่ 5

2. การออกแบบการทดลอง

การทดลองจัดเป็นแบบ CRD ประกอบด้วย 3 สิ่งการทดลอง มี 1 ปัจจัย การทดลองละ 4 ซ้ำ

สิ่งทดลองที่ 1 คือ ระบบที่ใช้ปลูกพืชโดยใช้ระบบNFT (Treatment 1)

สิ่งทดลองที่ 2 คือ ระบบที่ใช้วัสดุปลูกคือขุยมะพร้าว (Treatment 2)

สิ่งทดลองที่ 3 คือ ระบบที่ใช้วัสดุปลูกคือขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว (Treatment 3)

3. วัสดุปลูก

- วัสดุปลูกในการทดลองนี้มี 2 ประเภท คือ 1. ขุยมะพร้าว 2. ขี้เถ้าแกลบ ผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1
- นำขุยมะพร้าว มาทำการปรับ pH ให้เป็น 5.5-6.0 หมักทิ้งไว้ 1 คืน
- นำขุยมะพร้าวผสมขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1 ทำการปรับ pH ให้เป็น 5.5-6.0 หมักทิ้งไว้ 1 คืน เช่นเดียวกัน

4. การเตรียมระบบ

-ในสิ่งทดลองที่ 1 คือระบบ NFT ใช้รางปลูก ยาว 2 เมตร เป็นจำนวน 4 ราง เจาะรูให้มีความห่างระหว่างรู 3 เซนติเมตร ต่อเข้ากับระบบ ใช้ถัง 50 ลิตร บรรจุสารละลาย

- ในสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1.6 เมตร แล้วนำมา ผ่าครึ่ง นำหัวอุดสำหรับอุดหัวท้าย ขนาดเดียวกัน เจาะรูหัวท้ายท่อ PVC สำหรับการระบายน้ำ จากนั้นนำท่อ PE เจาะรูสำหรับใส่หัวหยด วางพาดระหว่างท่อ PVC จำนวน 4 เส้นต่อเข้ากับระบบ ใช้ถัง 50 ลิตร บรรจุสารละลาย หลังจากนั้นนำวัสดุปลูกที่เตรียมไว้มาใส่ให้เต็มรางพร้อมปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สารละลาย

สารเคมี

	• Ca(NO3)2	1.175 kg.
	• Fe-EDTA	0.068 kg.
	• HNO3	0.010 kg.
	• KNO3	0.055 kg.
	• KH2PO4	0.318 kg.
	• MgSO4.7H2O	0.561 kg.
จุลธาตุ	ZnSO4.7H2O	1.130 g.
	CuSO4.5H2O	0.279 g.
	MnSO4.H2O	6.372 g.
	Boric acid	4.129 g.
	Ammonium Molybdate	0.086 g.

การเตรียมสารละลาย

การเตรียมจะแยกสารละลายออกเป็น 2 ถัง เนื่องจากปุ๋ยบางชนิดไม่สามารถผสมกันได้โดยตรงที่ระดับความเข้มข้นสูงๆ ในการทดลองนี้จะเตรียมสารละลายครั้งละ 10 ลิตร ดังนี้

ถังที่ 1

- ใส่น้ำ	5 ลิตร
- ใส่ HNO_3	0.010 kg.
- ใส่ KNO_3	0.055 kg.
- ใส่ KH_2PO_4	0.318 kg.
- ใส่ $MgSO_4.7H_2O$	0.561 kg.
- ใส่ $ZnSO_4.7H_2O$	1.130 g.
- ใส่ $CuSO_4.5H_2O$	0.279 g.
- ใส่ $MnSO_4.H_2O$	6.372 g.
- ใส่ Boric acid	4.129 g.
- ใส่ Ammonium Molybdate	0.086 g.
- ใส่น้ำให้ครบ	10 ลิตร

- ปรับ pH ด้วยกรดไนตริก , pH ของสารละลายในถังนี้จะต้องต่ำกว่า 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังที่ 2

- ใส่น้ำ 5 ลิตร
- ใส่ $Ca(NO_3)_2$ 1.175 kg.
- ใส่ Fe-EDTA 0.068 kg.
- ใส่น้ำให้ครบ 10 ลิตร
- ปรับ pH ด้วยกรดไนตริก ,pH ของสารละลายในถังที่ 2 จะอยู่ในช่วง 3 – 6 เมื่อนำไปใช้จะทำการเจือจางในอัตราส่วน 1 : 200

6. การเพาะเมล็ด

- ในสิ่งทดลองที่ 1 นำเมล็ดหยอดในหลุมปลูกที่ใส่เพอร์ไลท์ การใส่เพอร์ไลท์ นั้น ควรใส่เพอร์ไลท์ให้เหลือระยะห่างจากปากหลุม ครึ่งนิ้ว เมื่อหยอดเมล็ดลงไปแล้วนำหลุมปลูกมาเขย่า เบา ๆ และรดน้ำพอชุ่ม หลังจากนั้นตัดหลุมปลูกลงรางที่เตรียมไว้
- ในสิ่งทดลองที่ 2 นำเมล็ดที่เตรียมไว้ลงไปเพาะในกระดาษทิชชู ตั้งไว้ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก พอรากเริ่มงอก ค่อย ๆ นำเมล็ดลงปลูกในราง PVC โรยเป็นแนวยาว 2 แนว หลังจากนั้น รดน้ำพอชุ่ม
- ให้สารละลายธาตุอาหารพืช 2 ครั้ง/วัน สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้มีค่า EC ประมาณ 3.00-3.50 mS/cm

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- pH น้ำเข้า และ pH น้ำออก
- EC น้ำเข้า และ EC น้ำออก
- ผลผลิตของ ร็อคเก็ต แต่ละรางจะถูกเก็บเกี่ยวภายใน 1 เดือน 30 วัน นำผลผลิตนี้ไปคำนวณ น้ำหนักต้นสด น้ำหนักต้นแห้ง ความสูงของต้นตอนเก็บเกี่ยว นำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และ จุลธาตุจากนั้นนำไปหาค่าวิเคราะห์ทางสถิติ

8. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์พืชและวัสดุปลูก

การเก็บตัวอย่างพืช

- เก็บตัวอย่างร็อกเก็ต 10 ต้น/ replication
- นำมาชั่งน้ำหนักสด
- ล้างด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง และล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 1 ครั้ง
- นำไปอบในตู้อบ อุณหภูมิ 70˚C เป็นเวลา 2 วัน
- ชั่งน้ำหนักแห้ง
- นำไปบด เก็บตัวอย่างใส่ถุงกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำไปเก็บไว้ในเดซิเคเตอร์จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างวัสดุปลูก

- เก็บตัวอย่างขุยมะพร้าวและขุยมะพร้าวผสมแกลบ 25 กรัม/ replication
- นำไปชั่งน้ำหนักสด
- นำไปอบในตู้อบ อุณหภูมิ 70 ˚C เป็นเวลา 2 วัน
- ชั่งน้ำหนักแห้ง
- นำไปบดและเก็บตัวอย่างใส่ถุงกระดาษ
- นำไปเก็บไว้ในเดซิเคเตอร์จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์

- วิเคราะห์พืชเพื่อหาปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมงกานีส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี

-ในการหา ไนโตรเจนใช้หลักการของ Kjeldahl

$$\%N = \frac{(\text{ปริมาตรตัวอย่าง} - \text{ปริมาตรBlank}) \times \text{Normality} \times 14 \times 100}{\text{น้ำหนักพืช} \times 1000}$$

-ในการหาปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี colorimetric

$$\%P = \frac{x.y \times 50 \times 100}{10^6 \times \text{น้ำหนักพืช} \times \text{ปริมาตรของ aliquot}}$$

- วิเคราะห์หา โพแทสเซียม และจุลธาตุ โดยใช้ Flame photometerหรือ Atomic absorbtion spectrophotometer

$$\text{ppm ของธาตุ} = \frac{20 \times (\text{ppm ของธาตุตัวอย่าง} - \text{ppm ของธาตุใน Blank})}{}$$

- การวิเคราะห์วัสดุปลูกใช้วิธีการเดียวกันกับการวิเคราะห์พืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในต้นพืชระหว่างระบบปลูก

ระบบปลูก	น้ำหนักสดเฉลี่ย	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย
NFT	19.5575 A	2.4200 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	18.9475 A	2.3850 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	16.5700 B	2.1750 B

1. น้ำหนักสดในต้นพืช

จากตารางที่ 1 พบว่า น้ำหนักสดเฉลี่ยในต้นพืชที่ปลูกในระบบ NFT ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับพืชที่ปลูกในขุยมะพร้าว แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับพืชที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ

2. น้ำหนักแห้งในต้นพืช

จากตารางที่ 1 พบว่า น้ำหนักแห้งเฉลี่ยในต้นพืชที่ปลูกในระบบ NFT ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับพืชที่ปลูกในขุยมะพร้าว แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับพืชที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ

ตารางที่ 2 แสดงความสูงเฉลี่ย

ระบบปลูก	ความสูงเฉลี่ย
NFT	22.6750 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	23.1125 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	21.3750 B

3. ความสูงในต้นพืช

จากตารางที่ 2 พบว่า ความสูงเฉลี่ยในต้นพืชที่ปลูกในระบบ NFT ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับพืชที่ปลูกในขุยมะพร้าว แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับพืชที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นพืช

ระบบปลูก	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย
NFT	4.64 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	4.34 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	3.62 B

4. เปอร์เซนต์ไนโตรเจนในพืช

จากตารางที่ 3 พบว่า เปอร์เซนต์ไนโตรเจนในพืชที่ปลูกในระบบ NFT ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวแต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับ พืชที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสม แกลบ

ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นพืช

ระบบปลูก	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย
NFT	0.5208 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.5184 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.4962 B

5. เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในพืช

จากตารางที่ 4 พบว่า เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในพืชที่ปลูกในระบบ NFT ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวแต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับ พืชที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสม แกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงความเข้มข้นโพแทสเซียมในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นโพแทสเซียมเฉลี่ย
NFT	1260.25 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	1257.97 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	1252.96 A

6. ความเข้มข้นโพแทสเซียมในพืช

จากตารางที่ 5 พบว่า ความเข้มข้นโพแทสเซียมในพืชที่ปลูกในระบบ NFTไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 แสดงความเข้มข้นแคลเซียมในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นแคลเซียมเฉลี่ย
NFT	2154.92 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	2120.41 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	2072.06 B

7.ความเข้มข้นแคลเซียมในพืช

จากตารางที่ 6 พบว่า ความเข้มข้นแคลเซียมในพืชที่ปลูกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวแต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับ พืชที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสม แกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99727

ตารางที่ 7 แสดงความเข้มข้นแมกนีเซียมในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นแมกนีเซียมเฉลี่ย
NFT	184.90 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	183.84 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	183.63 A

8. ความเข้มข้นแมกนีเซียมในพืช

จากตารางที่ 7 พบว่า ความเข้มข้นแมกนีเซียมในพืชที่ปลูกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 แสดงความเข้มข้นของเหล็กในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ย
NFT	0.0935 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.0931 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.0914 A

9. ความเข้มข้นของเหล็กในพืช

จากตารางที่ 8 พบว่า ความเข้มข้นเหล็กในพืชที่ปลูกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของแมงกานีสเฉลี่ย
NFT	0.1664 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.1653 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.1626 A

10. ความเข้มข้นของแมงกานีสในพืช

จากตารางที่ 9 พบว่า ความเข้มข้นของแมงกานีสในพืชที่ปลูกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 แสดงความเข้มข้นของทองแดงในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของทองแดงเฉลี่ย
NFT	0.0080 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.0067 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.0063 A

11. ความเข้มข้นของทองแดงในพืช

จากตารางที่ 10 พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงในพืชที่ปลูกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงความเข้มข้นของสังกะสีในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของสังกะสีเฉลี่ย
NFT	0.2830 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.2788 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.2793 A

12. ความเข้มข้นของสังกะสีในพืช

จากตารางที่ 11 พบว่า ความเข้มข้นของสังกะสีในพืชที่ปลูกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 12 แสดงความเข้มข้นของโซเดียมในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของโซเดียมเฉลี่ย
NFT	0.4819 A
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.4472 B
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.4704 A

13. ความเข้มข้นของโซเดียมในพืช

จากตารางที่ 12 พบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมในพืชที่ปลูกในระบบ NFT ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวผสมแกลบแต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับ พืชที่ปลูกในขุยมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	5.09 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	4.85 A

14. เปอร์เซนต์ไนโตรเจนในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 13 พบว่า เปอร์เซนต์ไนโตรเจนในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 14 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.1145 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.0953 A

15. เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 14 พบว่า เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ธนบุรี

ตารางที่ 15 แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	105.91 B
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	112.17 A

16. ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 15 พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมระหว่าง 2 ตำรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ตารางที่ 16 แสดงความเข้มข้นของแคลเซียมในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของแคลเซียมเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	135.96 B
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	138.87 A

17. ความเข้มข้นของแคลเซียมในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 16 พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมระหว่าง 2 ตำรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงความเข้มข้นของแมกนีเซียมในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของแมกนีเซียมเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	163.78 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	165.86 A

18. ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 17 พบว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 18 แสดงความเข้มข้นของเหล็กในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.0341 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.0383 A

19. ความเข้มข้นของเหล็กในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 18 พบว่า ความเข้มข้นของเหล็กในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงความเข้มข้นแมงกานีสในวัสดุปลูกในต้นพืช

ระบบปลูก	ความเข้มข้นแมงกานีสเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.1252 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.1272 A

20. ความเข้มข้นแมงกานีสในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 19 พบว่า ความเข้มข้นแมงกานีสในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 20 แสดงความเข้มข้นของทองแดงในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของทองแดงเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.0004 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.0006 A

21. ความเข้มข้นของทองแดงในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 20 พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงความเข้มข้นสังกะสีในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	ความเข้มข้นสังกะสีเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	0.3105 A
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	0.3185 A

22. ความเข้มข้นสังกะสีในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 21 พบว่า ความเข้มข้นสังกะสีในวัสดุปลูกทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

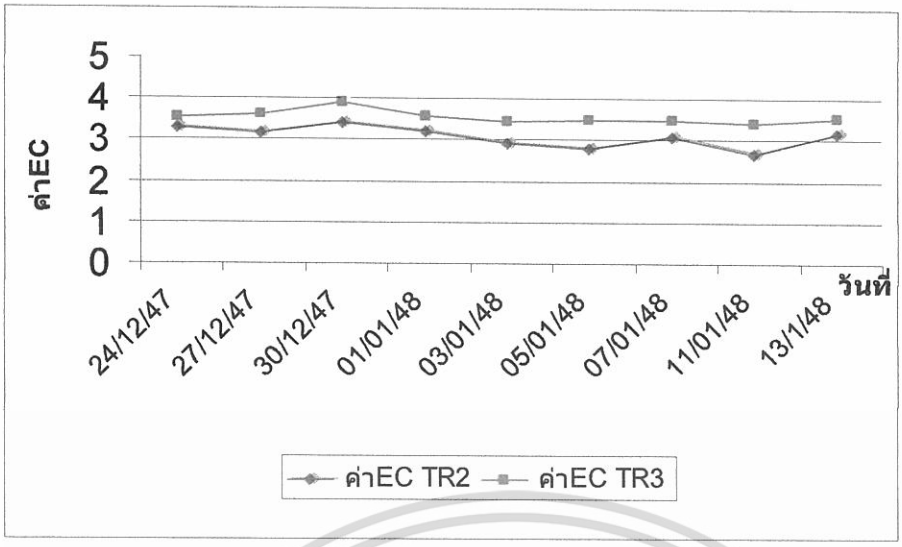
ตารางที่ 22 แสดงความเข้มข้นของโซเดียมในวัสดุปลูก

ระบบปลูก	ความเข้มข้นของโซเดียมเฉลี่ย
ปลูกในขุยมะพร้าว	14.12 B
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	18.81 A

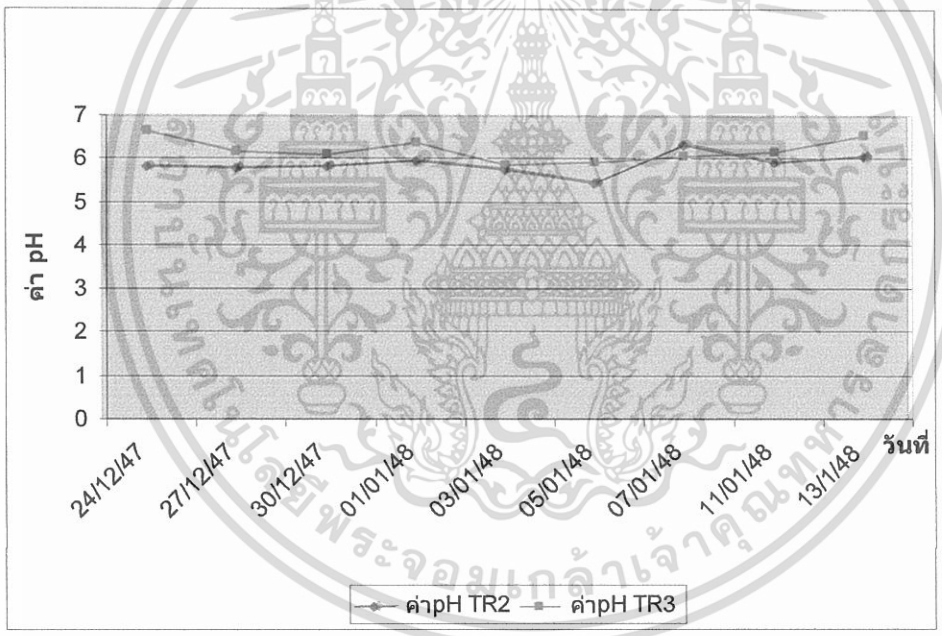
23. ความเข้มข้นของโซเดียมในวัสดุปลูก

จากตารางที่ 22 พบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมระหว่าง 2 ตำรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EC ที่ระบายออกของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด



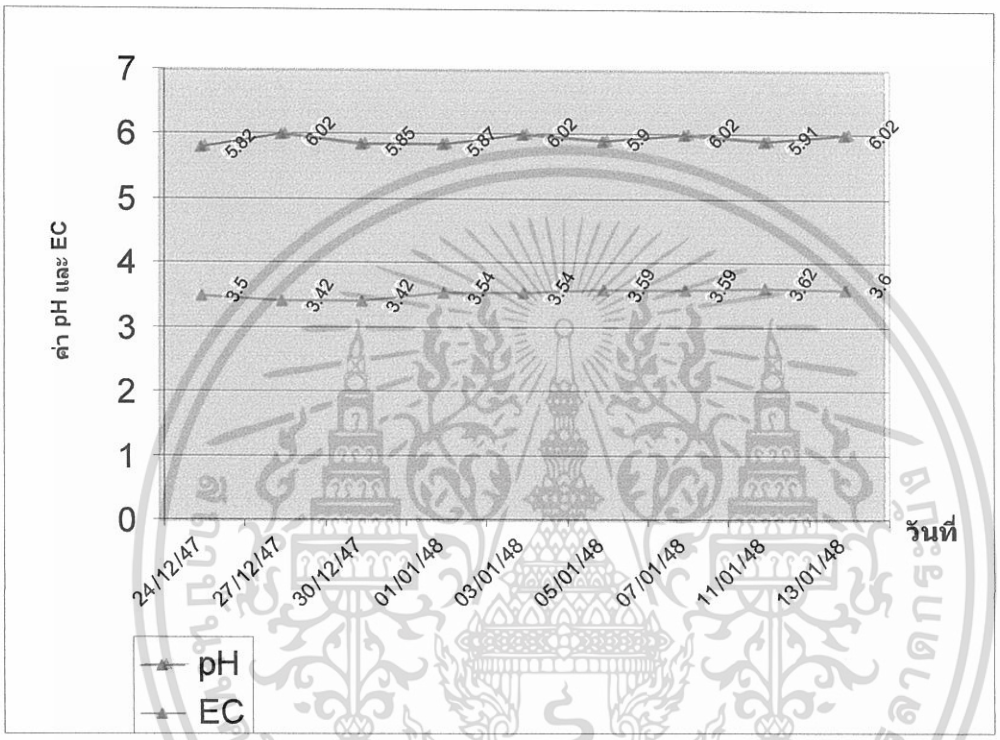
ภาพที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ที่ระบายออกของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด

24. EC และ pH ที่ระบายออก

จากภาพที่ 1 และภาพที่ 2 สังเกตว่า ค่าEC ในตำรับที่ 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.69-3.43 และ 3.43-3.93 ตามลำดับ ค่า pH ในตำรับที่ 2 และ3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.45-6.35 และ 5.88-6.66 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 48 และ 49 สังเกตว่า EC ที่ระบายออกมาจากตำรับที่ 2 มีค่าน้อยกว่า EC ที่ให้ แสดงว่าพืชมีการดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีกว่าตำรับที่ 3 ซึ่งมีค่า EC ที่ระบายออกสูงกว่า EC ที่ให้ แสดงให้เห็นว่าบางส่วนของธาตุอาหารบางตัวในสารละลายพืชไม่ดูดไปใช้ ,pH ที่ระบายออกมามีค่าสูงและต่ำไม่เกิน 0.3 ของสารละลายที่ให้



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่า pH และ EC ในระบบ NFT

จากภาพที่ 3 สังเกตว่า ค่าEC ในระบบ NFT มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.40-3.62 ค่า pH มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.82-6.02

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองปลูกร็อกเก็ตในระบบ NFT และวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด คือ ขุยมะพร้าวและขุยมะพร้าวผสมแกลบพบว่าต้นร็อกเก็ตเจริญได้ดีใน 2 ระบบแรก มากกว่าการปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ อาจมีสาเหตุมาจากการระบายน้ำและอากาศเพราะเกิดการอัดตัวของแกลบ ระหว่างการทดลองควรตรวจวัดค่า EC และ pH อย่างสม่ำเสมอเพื่อควบคุมให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต หากผู้ใดสนใจในการปลูกร็อกเก็ตการทดลองนี้คงมีส่วนช่วยในการพิจารณาแต่ร็อกเก็ตอาจสามารถเจริญได้ดีในระบบปลูกระบบอื่นหรือวัสดุปลูกชนิดอื่นมากกว่าก็อาจเป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

จากการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบและวัสดุปลูกที่ใช้ในการปลูกผักร็อกเก็ต โดยกำหนดตำรับที่ 1 คือ ระบบ NFT ตำรับที่ 2 คือระบบวัสดุปลูกที่ใช้วัสดุปลูกคือขุยมะพร้าวและตำรับที่ 3 คือระบบวัสดุปลูกที่ใช้วัสดุปลูกคือขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว พบว่าต้นร็อคเก็ตที่ปลูกในระบบ NFT ไม่มีความแตกต่างกันกับต้นร็อกเก็ตที่ปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าวซึ่งมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีความแตกต่างกับต้นร็อกเก็ตที่ปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าวผสมแกลบ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ระบบ NFT และการปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าวมีความเหมาะสมต่อการปลูกร็อกเก็ตมากกว่าการปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าวผสมแกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

อิทธิสุนทร นันทกิจ .2536. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 146 หน้า

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2532. วิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 หน้า 29-39.

สุชาดา ศรีเพ็ญ.2541. เทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน.วารสารดินและปุ๋ย.10(4) :292-294.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. อนาคตการปลูกพืชไร้ดิน.วารสารดินและปุ๋ย.10(4) :280-281.

แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช.ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Dr.Rudolf fritz Weiss 1998. Eruca Sativa.Herbal medicine .pp 245-263

Flesch,T.K.and R.F.Dale.1984.A sensible Guide to the use of herbs and relate.Best Herb.pp129-135.

EA Weiss M.Schwarz December1994.Pests and Diseases.spicy crops (266).21-23.

Rick Donan, W.et.al.1994.Management of Nutrient waste.Soilless culture management. pp43-51

ภาควิชาพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ2535.พืชเครื่องเทศและสมุนไพร.หน่วยศึกษานิเทศน์, กรุงเทพฯ.161 หน้า

J.Sholto Douglas(1977-1978).The birth of hydroponics .Hydroponics,the bangal system. pp2-9

Sadler,E.J,Bauer,P.J..Eruca sativa . Florida data : http//www.florida data.com/ref/E/eru_sat.cfm.2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในต้นพืชระหว่างระบบปลูก

ระบบปลูก	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม)
NFT	19.5575	2.4200
ปลูกในขุยมะพร้าว	18.9475	2.3850
ปลูกในขุยมะพร้าวผสมแกลบ	16.5700	2.1750

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักสดในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	18.25	20.50	18.50	20.98	78.23	19.5575 A
T2	18.00	18.25	19.88	19.66	75.79	18.9475 A
T3	16.66	16.52	16.50	16.60	66.28	16.5700 B

หน่วย: กรัม

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักสดในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	19.9330	9.9665	10.53**	4.26	8.02	0.0048
Ex.Error	9	8.5175	0.9464				
Total	11	28.4506	2.5864				

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

GRAND MEAN = 18.3583

CV = 5.2991 %

LSD .05 = 1.5560

LSD .01 = 2.2356

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักแห้งในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	2.36	2.45	2.42	2.45	9.68	2.4200 A
T2	2.31	2.41	2.40	2.42	9.54	2.3850 A
T3	2.10	2.22	2.15	2.23	8.70	2.1750 B

หน่วย: กรัม

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักแห้งในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	0.1405	0.0702	25.91**	4.26	8.02	0.0004
Ex.Error	9	0.0244	0.0027				
Total	11	0.1649	0.0150				

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

GRAND MEAN = 2.3266

CV = 2.2379 %

LSD .05 = .0832

LSD .01 = .1196

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงความสูง

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	22.50	22.20	23.50	22.50	90.70	22.6750 A
T2	23.00	22.70	23.75	23.00	92.45	23.1125 A
T3	21.00	21.50	21.50	21.50	85.5	21.3750 B

หน่วย : เซนติเมตร

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูง

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	6.5338	3.2669	16.74**	4.26	8.02	0.0013
Ex.Error	9	1.7569	0.1952				
Total	11	8.2906	0.7537				

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

GRAND MEAN = 22.3875

CV = 1.9735 %

LSD .05 = .7066

LSD .01 = 1.0153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	4.49	4.36	5.14	4.60	18.59	4.64 A
T2	4.25	4.59	4.38	4.15	17.37	4.34 A
T3	3.46	3.49	3.92	3.62	14.49	3.62 B

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไนโตรเจนในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	2.2161	1.1080	16.82**	4.26	8.02	0.0013
Ex.Error	9	0.5930	0.0659				
Total	11	2.8091	0.2554				

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

GRAND MEAN = 4.2041

CV = 6.1057 %

LSD .05 = .4105

LSD .01 = .5899

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	0.5110	0.5200	0.5312	0.5212	2.0834	0.5208 A
T2	0.5121	0.5210	0.5204	0.5200	2.0735	0.5184 A
T3	0.4898	0.4982	0.4867	0.4771	1.9518	0.4962 B

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของฟอสฟอรัสในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	0.0015	0.0007	20.21**	4.26	8.02	0.0008
Ex.Error	9	0.0003	0.0000				
Total	11	0.0018	0.0002				

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

GRAND MEAN = .5118

CV = 1.1798 %

LSD .05 = .9657

LSD .01 = 1.3876

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	1265.25	1258.75	1261.75	1255.23	5040.98	1260.25 A
T2	1262.25	1256.50	1259.88	1253.25	5031.88	1257.97 A
T3	1255.25	1251.25	1255.21	1250.15	5011.86	1252.96 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโพแทสเซียมในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	111.0930	55.5465	4.10	4.26	8.02	0.0537
Ex.Error	9	122.0322	13.5591				
Total	11	233.1252	21.1932				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = 1257.0616

CV = 0.2929 %

LSD .05 = 5.8897

LSD .01 = 8.4622

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	2169.92	2109.92	2165.92	2173.92	8619.68	2154.92 A
T2	2112.56	2095.23	2130.23	2143.65	8481.67	2120.41 A
T3	2078.23	2010.25	2100.21	2099.56	8288.25	2072.06 B

หน่วย : ppm

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแคลเซียมในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	13858.6333	6929.3166	6.58*	4.26	8.02	0.0172
Ex.Error	9	9471.3981	1052.3776				
Total	11	23330.0314	2120.9119				

* = SIGNIFICANT AT 5% LEVEL

GRAND MEAN = 2115.7999

CV = 1.5332 %

LSD .05 = 51.8875

LSD .01 = 74.5511

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	185.49	185.25	183.32	185.56	739.62	184.90 A
T2	184.29	183.00	183.12	184.98	735.39	183.84 A
T3	183.25	183.05	184.25	183.98	734.53	183.63 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมกนีเซียมในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	3.7117	1.8559	2.35	4.26	8.02	0.1505
Ex.Error	9	7.1160	0.7907				
Total	11	10.8278	0.9843				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = 184.1283

CV = 0.4829 %

LSD .05 = 1.4222

LSD .01 = 2.0434

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงความเข้มข้นของเหล็กในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	0.0965	0.0897	0.0887	0.0989	0.3738	0.0935 A
T2	0.0957	0.0889	0.0887	0.0989	0.3722	0.0931 A
T3	0.0921	0.0911	0.0923	0.0899	0.3654	0.0914 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเหล็กในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	0.0000	0.0000	0.25	4.26	8.02	0.7844
Ex.Error	9	0.0002	0.0000				
Total	11	0.0002	0.0000				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = .0926

CV = 4.8117 %

LSD .05 = .7128

LSD .01 = 1.0241

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	0.1669	0.1633	0.1696	0.1658	0.6656	0.1664 A
T2	0.1648	0.1622	0.1688	0.1654	0.6612	0.1653 A
T3	0.1601	0.1603	0.1674	0.1625	0.6503	0.1626 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 21 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมงกานีสในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	0.0000	0.0000	1.81	4.26	8.02	0.2180
Ex.Error	9	0.0001	0.0000				
Total	11	0.0001	0.0000				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = .1647

CV = 1.7772 %

LSD .05 = 4.6835

LSD .01 = 6.7292

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงความเข้มข้นของทองแดงในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	0.0068	0.0079	0.0082	0.0091	0.032	0.0080 A
T2	0.0052	0.0062	0.0070	0.0084	0.0268	0.0067 A
T3	0.0050	0.0062	0.0068	0.0072	0.0252	0.0063 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทองแดงในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	0.0000	0.0000	2.60	4.26	8.02	0.1277
Ex.Error	9	0.0000	0.0000				
Total	11	0.0000	0.0000				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = 7.0000

CV = 15.7503 %

LSD .05 = 1.7634

LSD .01 = 2.5337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงความเข้มข้นของสังกะสีในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	0.2874	0.2860	0.2788	0.2798	1.132	0.2830 A
T2	0.2776	0.2811	0.2765	0.2798	1.115	0.2788 A
T3	0.2834	0.2820	0.2728	0.2788	1.117	0.2793 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสังกะสีในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	0.0001	0.0000	2.38	3.89	6.93	0.1333
Ex.Error	12	0.0001	0.0000				
Total	14	0.0002	0.0000				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = .2803

CV = 1.2002 %

LSD .05 = 4.6367

LSD .01 = 6.5007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 แสดงความเข้มข้นของโซเดียมในต้นพืช

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T1	0.4772	0.4862	0.4663	0.4978	1.9275	0.4819 A
T2	0.4456	0.4452	0.4485	0.4496	1.7889	0.4472 B
T3	0.4770	0.4658	0.4655	0.4732	1.8815	0.4704 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโซเดียมในต้นพืช

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	2	0.0025	0.0012	17.32 **	4.26	8.02	0.0012
Ex.Error	9	0.0006	0.0001				
Total	11	0.0031	0.0003				

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

GRAND MEAN = .4664

CV = 1.8180 %

LSD .05 = 1.3564

LSD .01 = 1.9489

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	3.85	5.99	4.69	5.86	20.39	5.09 A
T3	4.83	4.95	4.85	4.80	19.43	4.85 A

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 29 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของไนโตรเจนในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	0.1152	0.1152	0.22	5.99	13.75	0.6562
Ex.Error	6	3.1129	0.5188				
Total	7	3.2281	0.4612				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = 4.9774

CV = 14.4710 %

LSD .05 = 1.2463

LSD .01 = 1.8880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	0.125	0.091	0.122	0.120	0.458	0.1145 A
T3	0.099	0.097	0.097	0.088	0.381	0.0953 A

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 31 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของฟอสฟอรัสในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	0.0007	0.0007	5.41	5.99	13.75	0.0576
Ex.Error	6	0.0008	0.0001				
Total	7	0.0016	0.0002				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = .1048

CV = 11.1589 %

LSD .05 = 2.0249

LSD .01 = 3.0676

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 แสดงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	103.81	105.08	112.20	102.55	423.64	105.91 B
T3	112.41	114.50	110.40	111.40	448.71	112.17 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 33 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโพแทสเซียมในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	78.5632	78.5632	7.23*	5.99	13.75	0.0352
Ex.Error	6	65.1646	10.8608				
Total	7	143.7278	20.5325				

* = SIGNIFICANT AT 5% LEVEL

GRAND MEAN = 109.0437

CV = 3.0222 %

LSD .05 = 5.7022

LSD .01 = 8.6384

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 แสดงความเข้มข้นของแคลเซียมในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	134.00	137.95	136.47	135.45	543.87	135.96 B
T3	140.00	138.41	138.55	138.54	555.5	138.87 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 35 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแคลเซียมในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	16.9071	16.9071	10.12 *	5.99	13.75	0.0188
Ex.Error	6	10.0214	1.6702				
Total	7	26.9285	3.8469				

* = SIGNIFICANT AT 5% LEVEL

GRAND MEAN = 137.4212

CV = 0.9404 %

LSD .05 = 2.2361

LSD .01 = 3.3876

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 แสดงความเข้มข้นของแมกนีเซียมในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	162.83	165.36	165.13	161.82	655.14	163.78 A
T3	161.63	168.57	166.80	166.45	663.45	165.86 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 37 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมกนีเซียมในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	8.6320	8.6320	1.46	5.99	13.75	0.2725
Ex.Error	6	35.5316	5.9219				
Total	7	44.1636	6.3091				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = 164.8237

CV = 1.4764 %

LSD .05 = 4.2106

LSD .01 = 6.3788

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38 แสดงความเข้มข้นของเหล็กในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	0.0310	0.0336	0.0329	0.0389	0.1364	0.0341 A
T3	0.0375	0.0378	0.0380	0.0399	0.1532	0.0383 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 39 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเหล็กในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	0.0000	0.0000	5.59	5.99	13.75	0.0547
Ex.Error	6	0.0000	0.0000				
Total	7	0.0001	0.0000				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = .0359

CV = 7.7166 %

LSD .05 = 4.7966

LSD .01 = 7.2665

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 แสดงความเข้มข้นของแมงกานีสในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	0.1270	0.1260	0.1240	0.1233	0.5003	0.1252 A
T3	0.1288	0.1278	0.1266	0.1255	0.5087	0.1272 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 41 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของแมงกานีสในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	0.0000	0.0000	3.31	5.99	13.75	0.1170
Ex.Error	6	0.0000	0.0000				
Total	7	0.0000	0.0000				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = .1261

CV = 1.2169 %

LSD .05 = 2.6569

LSD .01 = 4.0250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 แสดงความเข้มข้นของสังกะสีในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	0.328	0.307	0.300	0.307	1.242	0.3105 A
T3	0.331	0.310	0.312	0.321	1.274	0.3185 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 43 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสังกะสีในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	0.0001	0.0001	1.07	5.99	13.75	0.3424
Ex.Error	6	0.0007	0.0001				
Total	7	0.0008	0.0001				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = .3145

CV = 3.4783 %

LSD .05 = 1.8928

LSD .01 = 2.8674

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44 แสดงความเข้มข้นของโซเดียมในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	14.35	13.56	14.28	14.32	56.51	14.12 B
T3	18.12		20.32	17.56	75.24	18.81 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 45 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของโซเดียมในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	43.8516	43.8516	53.31**	5.99	13.75	0.0007
Ex.Error	6	4.9355	0.8226				
Total	7	48.7871	6.9696				

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

GRAND MEAN = 16.46875

CV = 5.5072 %

LSD .05 = 1.5693

LSD .01 = 2.3773

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 แสดงความเข้มข้นของทองแดงในวัสดุปลูก

treatment	replication				total	average
	1	2	3	4		
T2	0.0004	0.0002	0.0004	0.0006	0.0016	0.0004 A
T3	0.0006	0.0004	0.0006	0.0008	0.0024	0.0006 A

หน่วย : ppm

ตารางที่ 47 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทองแดงในวัสดุปลูก

Source	df	ss	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	1	0.0000	0.0000	3.00	5.99	13.75	0.1322
Ex.Error	6	0.0000	0.0000				
Total	7	0.0000	0.0000				

NS = NOT SIGNIFICANT

GRAND MEAN = 5.0000

CV = 32.6599 %

LSD .05 = 2.8255

LSD .01 = 4.2804

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48 แสดงค่า EC ของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด

วัน/เดือน/ปี	Ec เข้า	Ec ออก				เฉลี่ย	Ec ออก				เฉลี่ย
		t2r1	t2r2	t2r3	t2r4		t3r1	t3r2	t3r3	t3r4	
24/12/47	3.50	3.12	3.25	3.41	3.22	3.30	3.58	3.54	3.49	3.58	3.54
27/12/47	3.34	3.22	3.15	3.14	3.24	3.18	3.80	3.75	3.62	3.46	3.65
30/12/47	3.86	3.44	3.45	3.54	3.32	3.43	3.96	4.00	3.87	3.92	3.93
1/1/1948	3.50	3.46	3.22	3.14	3.16	3.24	3.65	3.76	3.51	3.48	3.60
1/3/1948	3.26	2.89	2.48	3.16	3.21	2.93	3.44	3.28	3.46	3.77	3.48
1/5/1948	3.25	3.00	2.98	2.56	2.75	2.82	3.50	3.26	3.74	3.55	3.51
1/7/1948	3.41	2.98	3.46	2.56	3.33	3.08	3.45	3.26	3.45	3.88	3.51
1/11/1948	3.36	2.96	2.56	2.21	3.04	2.69	3.64	3.56	3.07	3.47	3.43
13/01/48	3.35	3.21	3.31	3.26	2.96	3.18	3.65	3.47	3.47	3.66	3.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49 แสดงค่า pH ของวัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิด

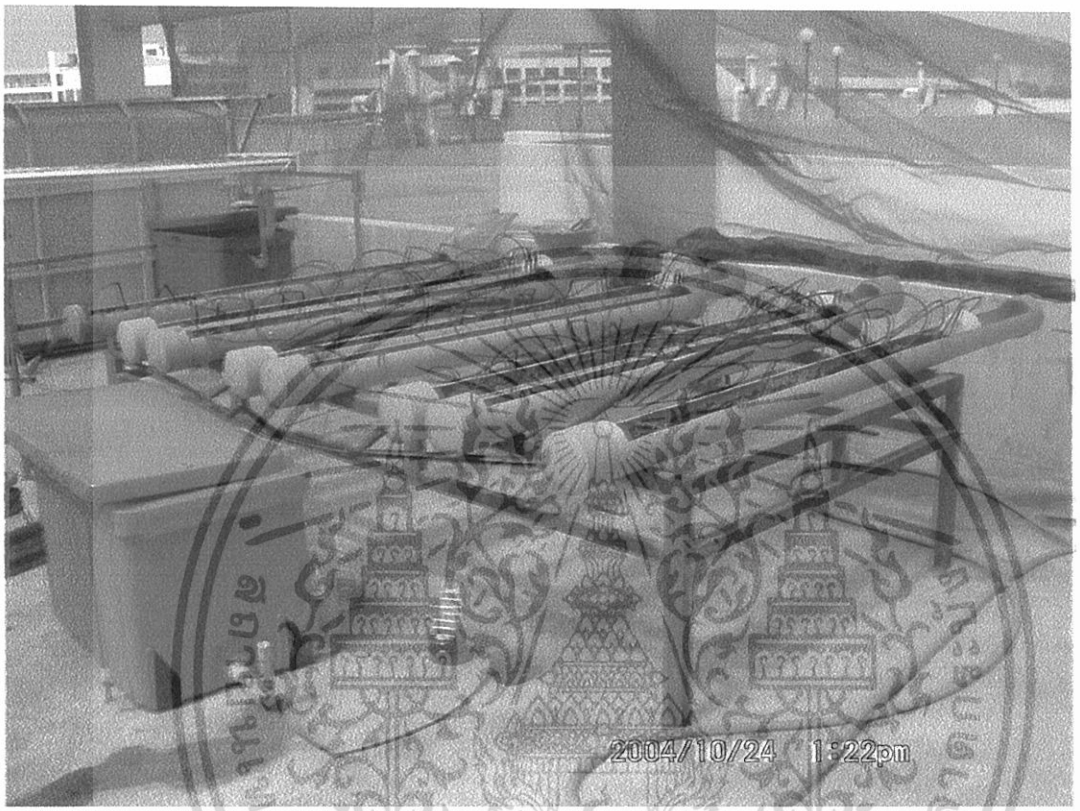
วัน/เดือน/ปี	pH เข้า	pH ออก				เฉลี่ย	pH ออก				เฉลี่ย
		t2r1	t2r2	t2r3	t2r4		t3r1	t3r2	t3r3	t3r4	
24/12/47	6.21	5.91	5.64	6.02	5.76	5.83	6.55	6.54	6.76	6.82	6.66
27/12/47	6.24	5.89	5.78	5.83	5.72	5.80	6.02	6.13	6.26	6.37	6.19
30/12/47	6.28	5.84	6.12	5.60	5.82	5.84	6.01	6.03	6.21	6.17	6.10
1/1/1948	6.28	5.76	6.11	5.86	6.21	5.98	6.22	6.31	6.45	6.61	6.39
1/3/1948	6.22	5.70	5.91	5.73	5.78	5.78	5.89	5.64	5.99	6.02	5.88
1/5/1948	6.25	5.62	5.61	5.22	5.37	5.45	5.84	5.86	6.00	6.04	5.93
1/7/1948	6.32	5.87	6.08	6.66	6.81	6.35	6.03	6.00	5.98	6.34	6.08
1/11/1948	6.37	6.04	6.37	5.66	5.72	5.94	6.03	6.21	6.23	6.25	6.18
13/01/48	6.42	6.12	6.38	6.01	5.85	6.09	6.55	6.49	6.52	6.65	6.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50 แสดงค่า pH และค่า EC ในระบบ NFT

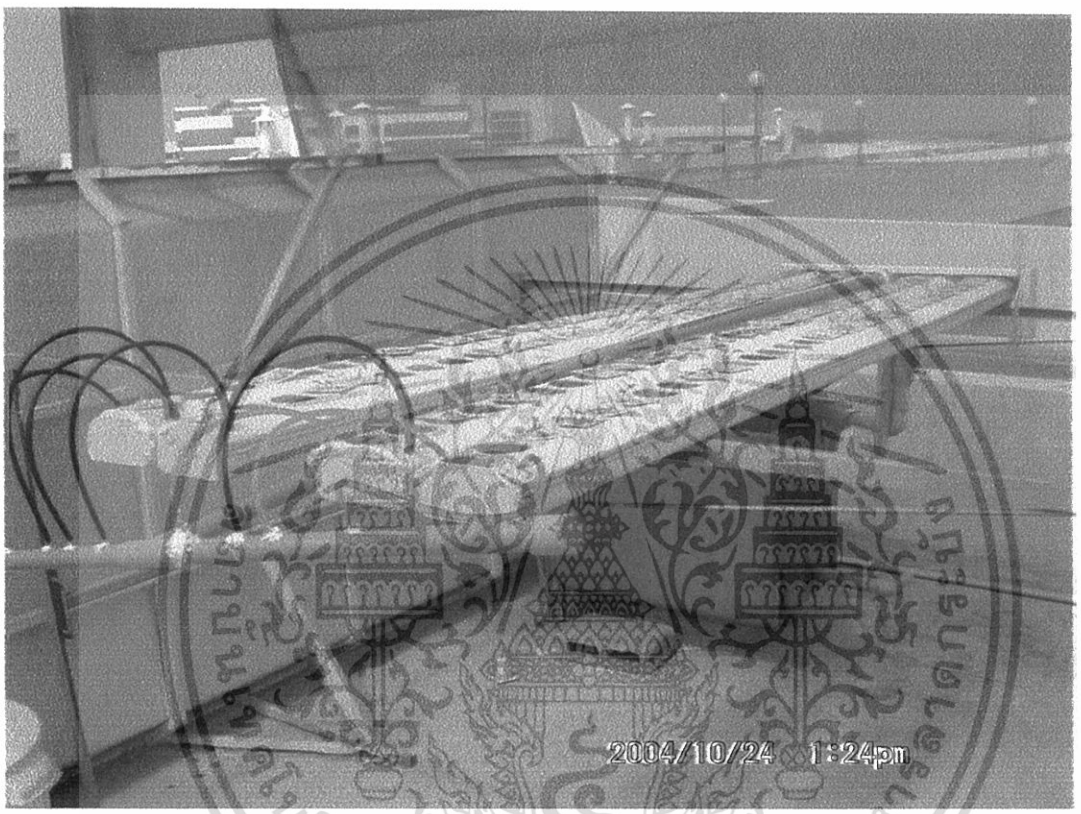
วัน/เดือน/ปี	NFT	
	pH	EC
24/12/47	5.82	3.50
27/12/47	6.02	3.42
30/12/47	5.85	3.42
01/01/48	5.87	3.54
03/01/48	6.02	3.54
05/01/48	5.90	3.59
07/01/48	6.02	3.59
11/01/48	5.91	3.62
13/01/48	6.02	3.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงระบบปลูกพืชในวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงระบบปลูกพืชในระบบ NFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดงต้นร็อกเก็ตที่ปลูกในระบบวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 แสดงต้นร็อกเก็ตที่ปลูกในระบบ NFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้