1323

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

# การศึกษาวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุหลาบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

**Study the effect of substrates on Roes growth in Soilles Culture**

โดย

นายคมสันติ วรเนตรสุดาทิพย์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
( ผศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ )

ภาควิชารับรองแล้ว .....
..... หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา
( ผศ.ดร.สุมิตรา ตู่โรดม )

วันที่ 10 เดือน ธ.ค. พ.ศ. 34

ฝพ.
ค 152ก
2534

14625

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

# การศึกษาวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุหลาบ ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Study the effect of substrates on Roes growth in Soilles Culture

T099716

โดย

นายคมสันติ วรเนตรสุดาทิพย์

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

ปีการศึกษา 2537

ปพ.
ค152ก
2537

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 99716
วัน.เดือน.ปี.....

ชื่อเรื่อง : การศึกษาวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุหลาบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

: Study the effect of substrates on Roes growth in Soilles Culture.

โดย : นาย คมสันติ วรเนตรสุดาทิพย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ, 7ป หน้า

# บทคัดย่อ

ทำการศึกษาและเปรียบเทียบวัสดุปลูกชนิดต่างๆที่ใช้ปลูกกุหลาบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน วัสดุปลูกที่ทำการศึกษามี 6 ชนิดได้แก่ ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม), Rock wool, ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1), ขี้เลื่อย+ทราย (1:1), แกลบสด+ทราย (1:1) และขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) ทำการศึกษาเป็นเวลา 1 ปี โดยเปรียบเทียบผลกระทบที่มีต่อการเจริญเติบโตของกุหลาบ การเปลี่ยนแปลงของวัสดุปลูกเมื่อใช้ในระยะเวลาที่ยาวนาน

จากการศึกษาพบว่าวัสดุปลูกทั้ง 6 ชนิด มีประสิทธิภาพ มีความเหมาะสมต่อการปลูกกุหลาบโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิเคราะห์ค่าต่างๆ ในห้องปฏิบัติการพบว่าค่า pH และ EC ในสารละลาย(หัวน้ำหยด), ค่า pH และ EC ของสารละลายในวัสดุปลูก, จำนวนดอก, เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ, ปริมาณโปรแทสเซี่ยมในใบกุหลาบ, น้ำหนักต้นสด และน้ำหนักต้นแห้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05, ความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ มีลักษณะแปรเปลี่ยนไป โดยที่ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) และ Rock wool เป็นวัสดุปลูกประเภทสังเคราะห์ขึ้น จะมีความหนาแน่นสูงขึ้น ส่วนขุยมะพร้าว+ทราย (1:1), ขี้เลื่อย+ทราย (1:1), แกลบสด+ทราย (1:1) และขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) เป็นวัสดุปลูกประเภทอินทรีย์วัตถุในธรรมชาติ จะมีความหนาแน่นลดลง และปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 694.67 มิลลิลิตร/ต้น/วัน หรือประมาณ 28.42 ลิตร/วัน

โดยสรุป วัสดุปลูกทั้ง 6 ชนิดมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แสดงให้เราทราบว่าวัสดุปลูกเหลือใช้จากธรรมชาติและอุตสาหกรรม ที่หาได้ง่ายภายในประเทศ มีประสิทธิภาพที่สามารถใช้เป็นวัสดุปลูกได้ดีเทียบเท่ากับวัสดุสังเคราะห์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และที่สำคัญยังมีราคาที่ถูกกว่า ทำให้ต้นทุนในการปลูกลดลง ทำให้แนวโน้มของเทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีแนวโน้มว่าสามารถที่จะแก้ไขปรับปรุงเพื่อพัฒนาในเชิงการค้าได้ในอนาคต

คมสันติ วรเนตรสุดาทิพย์ .....

ลายมือชื่อนักศึกษา

..... 5

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

# คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทางอาจารย์ ผศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตรที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำปรึกษา ให้วิชาความรู้ต่างๆ ตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษ จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆ ให้แนวความคิด ให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยาที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ต่างๆ ขอขอบคุณ คุณสำราญ ช้างน้อย ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ รวมถึงให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ผลความดีจากผู้ที่ได้ประโยชน์จากงานวิจัยในครั้งนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ บิดา มารดา ญาติพี่น้องที่สนับสนุนทุนการศึกษามาโดยตลอด รวมถึงครูอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ข้าพเจ้าทุกๆ ท่าน

คมสันติ วรเนตรสุดาทิพย์

มีนาคม 2538

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | |
| คำนิยม | |
| สารบัญตาราง | (ก), (ข) |
| สารบัญภาพ | (ค) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| ตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 15 |
| ผลการทดลอง | 20 |
| สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง | 22 |
| เอกสารอ้างอิง | 24 |
| ภาคผนวก | 26 |

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่


1. แสดงองค์ประกอบของสารละลาย COIC-LESAINT pH= 5.8 6
2. แสดงการเตรียม Stock สารละลาย COIC-LESAINT 27
3. แสดงการเตรียม Stock สารละลายปุ๋ย NUTRIFLORA-T + Fe-EDTA ผสม Calcium nitrate G 28
4. แสดงปริมาณการใช้น้ำ/ต้น(หัวน้ำหยด)/วัน 29
5. แสดงปริมาณการใช้น้ำที่วัดจากมาตรวัดน้ำ เข้า-ออกของระบบ 30
6. แสดงค่า pH และ EC ของสารละลายจากหัวน้ำหยด 31
7. แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก 32
8. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก 32
9. แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก 33
10. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก 33
11. แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537) 34
12. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537) 34
13. แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537) 35
14. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537) 35
15. แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537) 36
16. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537) 36
17. แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537) 37
18. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537) 37
19. แสดงค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ก่อนปลูก 38
20. แสดงค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ หลังการปลูก 1 ปี 38
21. แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ 38
22. แสดงจำนวนดอกกุหลาบ 39
23. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของจำนวนดอกกุหลาบ 39
24. แสดงค่าเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ 40

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

25. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ 40
26. แสดงค่าเปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ 41
27. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของเปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ 41
28. แสดงปริมาณโปแทสเซี่ยมในใบกุหลาบ 42
29. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของปริมาณโปรแทสเซี่ยมในใบกุหลาบ 42
30. แสดงปริมาณน้ำหนักสดของต้นกุหลาบ 43
31. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของปริมาณน้ำหนักสดของต้นกุหลาบ 43
32. แสดงปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบ 44
33. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบ 44
34. แสดงราคาสารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลาย 45

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่


1. แสดงปริมาณการใช้น้ำ/ต้น(หัวน้ำหยด)/วัน 46
2. แสดงถาดวัดการระเหยของน้ำ 47
3. แสดงค่าการวัดการระเหยของน้ำ 24 ชั่วโมง 48
4. แสดงค่า pH และ EC ของสารละลายจากหัวน้ำหยด 49
5. แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก 50
6. แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก 51
7. แสดงปริมาณน้ำหนักสด-แห้ง ของต้นกุหลาบ 52
8. แสดงการปลูกกุหลาบด้วยเทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 53
9. แสดงระบบการเตรียมสารละลายอัตโนมัติ (1) 54
10. แสดงระบบการเตรียมสารละลายอัตโนมัติ (2) 54
11. แสดงเครื่องให้น้ำอั ตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก (1) 55
12. แสดงเครื่องให้น้ำอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก (2) 55
13. แสดงเครื่องมือ Solenoid Valve 56
14. แสดงปั๊มสารละลาย, มาตรวัดน้ำเข้า และวาล์วปรับค่า pH และ EC 56
15. แสดงฟองน้ำ(เบลเยี่ยม)ก่อน-หลังการปลูก 57
16. แสดง Rock wool ก่อน-หลังการปลูก 58
17. แสดงขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก 59
18. แสดงขี้เลื่อย+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก 60
19. แสดงแกลบสด+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก 61
20. แสดงขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก 62
21. แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) 63
22. แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกใน Rock wool 64
23. แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) 65
24. แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในขี้เลื่อย+ทราย (1:1) 66
25. แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในแกลบสด+ทราย (1:1) 67
26. แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) 68
27. แสดงอาการขาดธาตุเหล็กของต้นกุหลาบ 69
28. แสดงอาการโรคใบจุด (Black Spot) ในกุหลาบ 69
29. แสดงอาการใบบิดงอที่เกิดจากเพลี้ยไฟในกุหลาบ 70
30. แสดงอาการใบแหว่งที่เกิดจากแมลงปีกแข็งกัดกินใบ 70

# คำนำ

ในปัจจุบันมีผู้นำเทคโนโลยีในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมากขึ้น ทั้งในด้านการทดลองและด้านการค้า เพราะเนื่องจากเทคนิคดังกล่าวสามารถทำให้ได้ผลผลิตสูง มีคุณภาพ และปลอดภัยจากเชื้อโรคที่มาจากดิน พืชที่ปลูกยังได้รับธาตุอาหารที่ครบถ้วนในปริมาณที่พอเหมาะ นอกจากนี้สามารถปลูกพืชในพื้นที่ที่มีปัญหาได้ เช่น ดินเสื่อมโทรม ดินกรดจัด ดินเค็ม ซึ่งสภาพดินดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับปลูกพืชเป็นต้น

เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทยนั้นเหมาะที่จะนำวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมต่างๆ หรือเศษเหลือจากผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นวัสดุตามธรรมชาติ เช่น ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย แกลบสด ขี้เถ้าแกลบ มาเป็นวัสดุปลูกทดแทนการใช้ดิน เนื่องจากวัสดุปลูกดังกล่าวหาได้ง่าย มีปริมาณมาก และราคาถูก ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป และเมื่อใช้เป็นวัสดุปลูกในระยะเวลาที่ยาวนานจะมีลักษณะที่แปรเปลี่ยนไป ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมในระยะเวลาที่ยาวนานต่อการปลูกกุหลาบ เพราะเนื่องจากกุหลาบเป็นพืชที่ปลูกได้หลายปี โดยทำการศึกษาวัสดุเหลือใช้ในประเทศไทยคือ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย, แกลบสด, ขี้เถ้าแกลบ ผสมทรายในอัตราส่วน 1:1 และวัสดุปลูกสังเคราะห์ที่นำเข้าจากต่างประเทศคือ ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม), Rock wool เพื่อหาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกกุหลาบ และใช้เป็นแนวทางในการปลูกกุหลาบด้วยเทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงการค้าต่อไปในอนาคต

คมสันติ วรเนตรสุดาทิพย์
มีนาคม 2538

# วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุหลาบในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
2. เพื่อศึกษาผลกระทบและเปรียบเทียบการใช้วัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ในระยะเวลาที่ยาวนานในการปลูกกุหลาบ
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบการเตรียมสารละลายและการให้น้ำโดยอัตโนมัติ

# การตรวจเอกสาร

## การปลูกพืชแบบไร้ดิน (Soilless culture)

หมายถึง เทคนิค/วิธีการที่ใช้ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แต่ใช้วัสดุปลูกอื่นๆ แทนดิน เช่น ทราย กรวด ฟองน้ำ ขุยมะพร้าว แกลบสด แกลบดำ ขี้เลื่อย หรือน้ำยาสารละลาย โดยให้ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นเทคโนโลยีที่กำลังมีการค้นคว้าทดลองในประเทศไทย เพราะว่าปัจจุบันประเทศไทยมักประสบปัญหาดินที่ใช้ปลูกพืช

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นวิธีการปลูกพืชที่ใช้หลักการในแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุปลูก หลักการพื้นฐานในการทำให้พืชเจริญงอกงามเติบโต ก็เพียงใช้น้ำที่มีการเติมธาตุอาหารต่างๆ เป็นการทดแทนธาตุอาหารที่มีอยู่เดิม ปัจจุบันนิยมปลูกพืชด้วยวิธีนี้กันมาก เพราะเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตลดปัญหาการใช้ยาฆ่าแมลง(ถวัลย์,2534)

ยุกติ (2531) กล่าวว่า การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับวิวัฒนาการมานานแล้วในต่างประเทศ เพราะว่า เทคนิคดังกล่าวมีข้อดีอยู่หลายประการโดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการศึกษาธาตุอาหารของพืชต่างๆ และการปลูกพืชภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมก็ใช้เทคนิคการปลูกพืชแบบนี้เป็นการทดแทน เพราะสามารถที่จะทำการควบคุมสภาพหรือปัจจัยต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้เป็นการเพิ่มผลผลิตของพืชซึ่งดีกว่าการปลูกพืชโดยทั่วไป การควบคุมศัตรูต่างๆ ก็ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรสิทธิ์ (2531) ให้คำจำกัดความว่า เป็นการปลูกพืชที่เราต้องปลูกในสภาพที่ต้องใช้เครื่องปลูกที่ไม่ใช่ดิน และต้องแสวงหาปัจจัยต่างๆที่จำเป็นที่พืชต้องการ นำมาทดแทนได้อย่างเหมาะสมและพืชเจริญงอกงามดี เครื่องปลูกอาจจะเป็นทราย เป็นน้ำหรืออากาศ แต่ส่วนที่ดินมี และสิ่งเหล่านี้ไม่มีเราก็ต้องจัดหาให้กับพืชด้วย เช่น อากาศไม่มีเราก็ต้องให้อากาศด้วยเครื่องให้อากาศ ธาตุอาหารในเครื่องปลูกไม่มีเราก็ให้ในรูปของปุ๋ยหรือสารเคมีหลายๆ อย่างนำมารวมเข้ากันให้เหมาะสม ทั้งชนิดและปริมาณของธาตุ

## ประเภทของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แบ่งออกเป็น

1. ปลูกโดยรากลอยกลางอากาศ โดยสร้างกล่องหรือตู้ที่มีหัวฉีด และให้โคนต้นยึดติดกับด้านบน ส่วนรากอยู่ภายในแขวนห้อยกลางอากาศ จากนั้นจึงเติมธาตุอาหารแก่รากพืชด้วยการใช้ปั๊มอัดผ่านหัวฉีด ฉีดพ่นสารละลายให้เป็นฝอยละเอียดเป็นระยะตามช่วงเวลาที่กำหนด (ถวัลย์, 2534)

2. ปลูกโดยใช้วัสดุปลูก เป็นการอาศัยวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ที่เป็น inert substances สำหรับเป็นที่ยึดเกาะของราก สำหรับพยุงลำต้น โดยใช้วัสดุปลูกทั้งที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ ในระบบนี้จะมีการเติมสารละลายธาตุอาหารพืชลงในวัสดุปลูก (media) วัสดุปลูกนั้นมีหลายชนิด เช่น แกลบสด, ขี้เถ้าแกลบ, ขุยมะพร้าว, กรวด, ทราย, อิฐเผา, ขี้เลื่อย, rock wool, vermiculite, perite ฯลฯ ซึ่งการเลือกใช้ควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ แต่หลักสำคัญ คือ วัสดุปลูกนั้นจะต้องเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ช่วยระบายอากาศได้ดี อุ้มน้ำได้ตามความต้องการของพืช ค้ำจุนพยุงราก และลำต้นได้ดี โดยวัสดุปลูกไม่จำเป็นต้องมีสารอาหารที่พืชต้องการ เพราะพืชสามารถใช้จากการที่เพิ่มธาตุอาหารในรูปสารละลายโดยตรง

3. ปลูกในน้ำยาสารละลายธาตุอาหาร เป็นการปลูกพืชในสารละลายที่มีการไหลวนเพื่อเพิ่มอากาศให้กับรากพืช โดยต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมให้กับพืช จึงต้องมีเทคโนโลยีและอุปกรณ์หลายอย่าง เพื่อควบคุมปัจจัยต่างๆ คือ ความชื้น, แสง, อุณหภูมิ, คาร์บอนไดออกไซด์, pH ตลอดจนค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย เป็นต้น (สุชาดา, 2531)

Hewitt (1966) ได้แบ่งประเภทการปลูกพืชไร้ดินเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การปลูกพืชในน้ำยา (water culture) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการปลูกพืชในน้ำยา ได้แก่ การใช้ขวดแก้วปากกว้าง ปากขวดปิดด้วยจุกคอร์ค ซึ่งตรงกลางได้ทำรูไว้สำหรับใส่และยึดต้นพืช ใกล้ขอบจุกมีรูเพื่อใช้สำหรับสอดหลอดแก้วขนาดเล็กให้จุ่มลงไปในน้ำยาได้พอดี เพื่อใช้สำหรับเป็นที่ให้อากาศแก่น้ำยา น้ำยาในขวดต้องมีการเปลี่ยน หรือเติมน้ำยาใหม่ตามความเหมาะสม และวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำยาให้เหมาะสมกับชนิดของพืชด้วย

2. การปลูกพืชในวัสดุที่ยึดรากได้ (aggregate culture) วัสดุที่ใช้เช่น ทราย กรวด เวอร์มีคิวไลท์ และเปอร์ไลท์ เพื่อใช้ในการยึดรากของพืชและรักษาความชุ่มชื้นให้แก่รากพืชด้วย หลังจากปลูกพืชไปแล้วก็รดด้วยน้ำยาที่มีธาตุอาหาร

3. การปลูกพืชในวัสดุพวกพีท (peat culture) เป็นวัสดุอินทรีย์สาร อุ้มน้ำดี ใช้มากในตอนเหนือของอเมริกา และแคนนาดา

Ikeda (1985) ได้รายงานว่าการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้มีการทำสำเร็จแล้วในปัจจุบัน ซึ่งเป็นเทคนิคในการปลูกพืชอย่างหนึ่ง วิธีการคือ ปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร หรือในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยที่พันธุ์พืชและธาตุอาหารต้องประยุกต์ให้เหมาะสม การปลูกพืชแบบนี้ มีลักษณะพิเศษมากกว่าการปลูกพืชแบบใช้ดิน ประการแรกการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ในระยะแรกมีการเพิ่มปุ๋ยเคมี และน้ำที่มีคุณภาพดีที่พืชต้องการ โดยทั่วไปแล้วจะไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นในขณะปลูกพืช ซึ่งเป็นผลมาจากการไถพรวน และการกำจัดวัชพืช เพราะวิธีการดังกล่าวได้ถูกตัดออกไป ส่วนการให้ปุ๋ยและน้ำก็เป็นไปโดยอัตโนมัติ วิธีการปลูกพืชแบบนี้สามารถใช้ประโยชน์จากน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเขตแห้งแล้งได้

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต้นพืชจะเจริญเติบโตเก็บเกี่ยวได้รวดเร็วและให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชโดยใช้ดิน ในปริมาณสารละลายธาตุอาหารเท่ากัน การปลูกพืชแบบไร้ดินสามารถให้ผลผลิตสูงกว่า และผลผลิตที่ได้มีความสม่ำเสมอมากกว่าด้วย ความเข้มข้นและส่วนประกอบของธาตุอาหารที่ให้กับพืช สามารถปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของสารละลายได้เช่น pH ปริมาณธาตุอาหารหลัก ในการปลูกพืชโดยทั่วไปจะใช้เวลานานในการเพาะกล้า แต่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถย่นระยะเวลาในขั้นตอนดังกล่าว สามารถมีเวลาดูแลพืชได้มากยิ่งขึ้น ในลักษณะการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้ ในพืชสามารถใช้ประโยชน์จากปัจจัยต่างๆ ในการเจริญเติบโตได้ง่าย และมีประสิทธิภาพสูงกว่า

Resh (1978) ได้รายงานว่า แนวทางความต้องการระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ได้กลายเป็นความนิยมในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับไส้เดือนฝอย โรคพืชที่ติดมากับดินรวมทั้งโครงสร้างของดินที่มีลักษณะเลวลงด้วย ในปัจจุบันวิธีการนี้จึงสามารถทำกำไรจากพืชที่ปลูกในโรงเรือนเป็นจำนวนมาก ในจังหวัดบริติชโคลัมเบีย ประเทศแคนนาดา 80 เปอร์เซนต์ของจำนวนโรงเรือนทั้งหมด ได้มีการใช้ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อผลิตผักและไม้ดอก เกษตรกรผู้ปลูกผักมักจะใช้ขี้เลื่อย ในขณะที่เกษตรกรที่ปลูกไม้ดอกมักจะใช้ส่วนผสมระหว่าง พีช ทราย และขี้เถ้าแกลบ เป็นวัสดุยึดราก

Sheldrake (1969) ได้รายงานว่า ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาโรคพืชที่ติดมากับดินปลูกพืช และได้ทดลองปลูกมะเขือเทศโดยไม่ใช้ดินจนประสบผลสำเร็จ ซึ่งได้ใช้ส่วนผสมของวัสดุปลูกดังนี้ พีท เวอร์มิคูรัม ปูนขาว ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท และเหล็กคีเลต โบแรค โดยปลูกมะเขือในกระบะซึ่งบรรจุวัสดุปลูกดังกล่าวแล้วรดน้ำด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชลงไป สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้คือ ปุ๋ยสูตร 20-20-20 ในอัตรา 2 ปอนด์ต่อน้ำ 100 แกลลอน ในมะเขือเทศในสัปดาห์ที่ 3 และให้ปุ๋ยสูตร 25-5-20 ในอัตราปอนด์ต่อน้ำ 100 แกลลอน ให้ต้นมะเขือเทศในสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 14

## ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (พรชัย และ วิบูลย์, 2531)

- ปัจจัยด้านพันธุกรรม กำหนดการเจริญเติบโตของพืชไม่ว่าเป็นขนาดของลำต้น ผลผลิต ความสามารถของพืชที่ตอบสนองต่อธาตุอาหาร จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญมากควรจะมีการทดสอบก่อนที่จะทำการปลูก
- ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ น้ำ อากาศ แสงแดด ธาตุอาหาร อุณหภูมิ ซึ่งจำเป็นต้องวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

## น้ำยาสารละลายธาตุอาหาร

น้ำยาที่ใช้ปลูกมีหลายสูตร ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาจากนักวิทยาศาสตร์ด้านการเกษตรหลายท่าน แต่ละสูตรจะต้องมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ผู้ปลูกควรเลือกตามความเหมาะสมของตนเอง และพยายามปรับปรุงน้ำยาให้เข้ากับอาการของพืชที่แสดงออก (อิทธิสุนทร,2533) องค์ประกอบของสารละลาย Coic-Lesaint องค์ประกอบของสารละลายนี้ได้จากการศึกษาทางสรีระวิทยาและองค์ประกอบของพืช โดยจัดแบ่งชนิดสารละลายเป็นกลุ่ม ๆ ตามปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจน และค่า pH ของสารละลาย ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสูตรสารละลายที่มีความเข้มข้นของ N = 14.4 meq/l (milliequvalan/lite) pH = 5.8 เท่านั้น เป็นสารละลายที่เหมาะกับพืชผักและไม้ดอกไม้ประดับทั่ว ๆ ไป

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของสารละลาย Coic-Lesaint pH = 5.8

| อิออน | ความเข้มข้น ( meq/l ) | ธาตุ | ปริมาณธาตุหรือออกไซด์ ( mg/l ) |
|---|---|---|---|
| $NO_3^-$ | 12.2 | N | 170.8 |
| $NH_4^+$ | 2.2 | N | 30.8 |
| $HPO_4^=$ | 2.2 | P | 34.1 ( $P_2O_5$ 78.1 ) |
| $K^+$ | 5.2 | K | 202.8 ( $K_2O$ 173.6 ) |
| $Ca^{++}$ | 6.2 | Ca | 124.0 ( CaO 173.6 ) |
| $Mg^{++}$ | 1.5-3 | Mg | 18-36 ( MgO 30-60 ) |
| $SO_4^=$ | 1.5 | S | 24.0 |

### ชนิดของจุลธาตุที่ต้องใช้ในสูตรน้ำยา

| | | |
|---|---|---|
| Ammonium molybdate | $(NH_4)_2MoO_4$ | ( 49 % Mo ) |
| Boric acid | $H_3BO_3$ | ( 17 % B ) |
| Manganese Sulfate | $MnSO_4.4H_2O$ | ( 24 % Mn ) |
| Zinc Sulfate | $ZnSO_4.7H_2O$ | ( 22 % Zn ) |
| Copper Sulfate | $CuSO_4.5H_2O$ | ( 25 % Cu ) |

Fe-EDTA (อิทธิสุนทร, 2535) หรือคีเลตชนิดอื่น

## ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

1. ฟองน้ำ-เบลเยี่ยม (Polyurethane, PU)

เป็นวัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ(เบลเยี่ยม) มีชื่อทางการค้า AGGROFOAM มีลักษณะเป็นรูพรุนเหมือนฟองน้ำทั่วไป มีลักษณะเป็นแท่งนุ่มปราศจากสารพิษที่เป็นอันตรายต่อการปลูกพืชผ่านการ Sterilized มีความหนาแน่น 0.08 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีความยืดหยุ่นและอุ้มน้ำได้ดี มีความคงทน ใช้เป็นวัสดุปลูกได้ยาวนานอย่างน้อย 5 ปี นิยมใช้เป็นวัสดุปลูกในระบบ NFT ในต่างประเทศ

2. Rock wool

เป็นวัสดุที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำประกอบด้วย diabase 60 เปอร์เซนต์ หินปูน 20 เปอร์เซนต์ และถ่านหิน 20 เปอร์เซนต์ หลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1500-2000 องศาเซลเซียส มีสภาพเป็นต่างเล็กน้อย มีความหนาแน่นรวมต่ำ มีรูพรุนมาก ดูดยึดน้ำได้ดี ดังนั้นจึงเป็นวัสดุปลูกที่ดีมาก เพราะสะอาด ปลอดเชื้อโรค และได้ใช้กันมากในระบบ NFT

3. ขุยมะพร้าว (coir dust, coir waste)

ขุยมะพร้าว นับว่าเป็นผลผลิตพลอยได้จากการผลิตเส้นใยกาบมะพร้าว กล่าวคือ เมื่อทุบกาบมะพร้าวเอาเส้นใยออกจะเหลือขุยมะพร้าว สำหรับประเทศไทยวันหนึ่งๆ จะผลิตขุยมะพร้าวได้ประมาณ 950 ลูกบาศก์เมตร (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2519)

Menon (1958) รายงานว่าขุยมะพร้าวประกอบด้วย ความชื้น 11.9 เปอร์เซนต์, ขี้เถ้า 8.7 เปอร์เซนต์, fat และ resin 1.9 เปอร์เซนต์, cellulose 35.1 เปอร์เซนต์, lignin 25.2 เปอร์เซนต์ ส่วนประกอบในแร่ธาตุอาหารของพืช จะมีไนโตรเจน (N) 11.1 เปอร์เซนต์, แคลเซียม (Ca) 0.34 เปอร์เซนต์, แมกนีเซียม (Mg) 0.21 เปอร์เซนต์

Child (1974) ได้รายงานว่า องค์ประกอบของขุยมะพร้าวที่ทำให้ในร่ม ประกอบด้วย ความชื้น 11.7 เปอร์เซนต์, ไนโตรเจน (N) 0.41 เปอร์เซนต์, ฟอสฟอรัส (P) 0.31 เปอร์เซนต์, แมกนีเซียม (Mg) 0.45 เปอร์เซนต์, ขี้เถ้า 6.6 เปอร์เซนต์ ส่วนขุยมะพร้าวที่ได้จากขบวนการแผนเส้นใยแบบแห้งจะมีโปรตัสเซียมสูงกว่า คือ มีความชื้น 11.7 เปอร์เซนต์, ไนโตรเจน (N) 0.18 เปอร์-เซนต์, ฟอสฟอรัส (P) 0.076 เปอร์เซนต์, โปตัสเซียม (K) 1.41 เปอร์เซนต์, แคลเซียม (Ca) 0.21 เปอร์เซนต์, แมกนีเซียม (Mg) 0.26 เปอร์เซนต์, lignin 3.3 เปอร์เซนต์ และ pentosan 10.4 เปอร์-เซนต์

การใช้ขุยมะพร้าวทางการเกษตร Child (1964 และ 1974) รายงานว่า ขุยมะพร้าวเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยมะพร้าว ที่มีโปตัสเซียมเป็นปริมาณมาก การผสมขุยมะพร้าวลงในดินโดยทั่วไป ไดกลบสามารถที่ปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์ของดินให้ดีขึ้น โดยเพิ่มความ

สามารถในการอุ้มน้ำของดิน (moisture holding capacity) เพื่อความสามารถในการระบายน้ำและอากาศของดิน และส่งเสริมการแผ่กระจายของราก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (2519) ได้ใช้ขุยมะพร้าวมาผลิตแท่งเพาะชำ โดยประกอบด้วยขุยมะพร้าวและมีการใส่สารอินทรีย์, อนินทรีย์ที่พืชต้องการในอัตราที่เหมาะสม แล้วนำไปอัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาด 5 X 5 X 7 เซนติเมตร แล้วอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อน แท่งเพาะชำนี้สามารถอุ้มน้ำได้ 4-5 เท่าของน้ำหนักตัวเอง มีความพรุนสูงพอที่จะให้รากพืชแผ่กระจายออกมาได้ทุกทิศทาง แท่งเพาะชำนี้สามารถนำไปใช้ในการเพาะชำพืชต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น พืชที่จะนำไปใช้ปลูกในสวน ในป่า พืชสวนครัว ซึ่งจะมีอัตราการงอกของเมล็ดสูง การเจริญของต้นกล้าเร็ว ทำการย้ายปลูกได้ง่ายและรวดเร็วเหมาะในการขนส่งกล้าไม้เป็นจำนวนมาก

4. ขี้เลื่อย (sawdust)

ความนิยมในการใช้ขี้เลื่อยในการปลูกพืชนั้นได้เกิดขึ้นในหลาย ๆ แห่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีการประกอบการอุตสาหกรรมป่าไม้ขนาดใหญ่ เช่น ฝั่งตะวันตกของประเทศแคนนาดา และทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา ในจังหวัดบริติชโคลัมเบียที่สถานีค้นคว้าวิจัยทางการเกษตรที่ Sanichton ในประเทศแคนนาดาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับชนิดและคุณสมบัติของขี้-เลื่อย เพื่อพัฒนานำมาใช้ในระบบการปลูกพืชในโรงเรือน แนวทางความต้องการระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้กลายเป็นความนิยมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับไส้เดือนฝอยและโรคที่ติดมากับดินรวมทั้งโครงสร้างของดินที่มีลักษณะเลวลง เหตุผลอีกอย่างหนึ่งที่นิยมใช้ขี้เลื่อยในระบบการปลูกพืชไร้ดิน คือ ขี้เลื่อยมีราคาถูก น้ำหนักเบาสามารถเก็บรักษาความชื้นที่มีอยู่ได้ดี

5. แกลบสด

เป็นผลพลอยได้จากโรงสีข้าว ซึ่งเป็นสารอินทรีย์อย่างหนึ่งที่ไม่เน่าสลาย มีค่าวิเคราะห์ทางเคมี N=0.36, $P_2O_5$=0.09, $K_2O$=1.08, C=54.72, C/N ratio=1.52, pH=6.18 (ฉวีวรรณและคณะ) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2528) ได้วิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 0.105-0.107 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จากค่าวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้แกลบสดสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกได้ อีกทั้งยังหาได้ง่ายและมีราคาถูก

6. ขี้เถ้าแกลบ (paddy husk charcoals)

ขี้เถ้าแกลบ เป็นที่นิยมใช้และหาง่ายในชนบทมักใช้เป็นวัสดุปักชำ เนื่องจากมีคุณสมบัติควบคุมความชื้นได้ดี มีการระบายน้ำได้ดี อุ้มน้ำได้ดี ร่วนซุยและโปร่ง รากต้นพืชที่ได้มักยาวเรียว ขี้เถ้าแกลบจะมีความเป็นด่างทำให้รากพืชเกิดความเสียหายได้ เพราะฉนั้นจะต้องล้างด่างออกเสียก่อน หรือเลือกใช้ขี้เถ้าแกลบที่กองไว้ให้ฝนชะตลอดฤดูกาล หรืออาจทำบ่อที่ขังน้ำได้แล้วนำขี้เถ้าแกลบลงแช่น้ำในบ่อทิ้งไว้ 1 วัน แล้วระบายน้ำออก 2-3 ครั้ง จึงนำขี้เถ้าแกลบมาใช้ได้ นอกจากนี้ ใช้วิธีเติมกรด HCl หรือ $HNO_3$ แต่ต้องคอยระวังตรวจสอบ pH ตลอดเวลา วิธีการตรวจสอบว่าด่างหมดหรือไม่ หรือจะใช้ได้หรือยัง ให้นำต้นไม้ที่ออกรากง่ายที่สุด เช่น มะเขือเทศ หูปลาช่อน มาปักชำไว้ 7 วัน แล้วตรวจดูราก ถ้าปลายรากมีสีน้ำตาลไหม้ (ไม่ขาว) แสดงว่ายังมีด่างอยู่

7. ทราย (sand)

ทรายประกอบด้วยหินก้อนเล็ก ๆ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.05-2.0 มิลลิเมตร ส่วนประกอบแร่ธาตุในเม็ดทรายขึ้นอยู่กับชนิดของหิน พวกทรายที่เกิดจากหินควอทซ์ (quartz) มีส่วนผสมของซิลิกา (Silica) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นทรายที่เหมาะที่จะใช้ในการปลูกพืช ทรายที่ใช้กันอยู่ปัจจุบันมี 2 ชนิด

1. ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง มีขนาดเม็ดหยาบ โต เหมาะที่จะช่วยในการระบายน้ำ แต่ไม่มีธาตุอาหาร นิยมนำมาใช้ผสมดินปลูกพืช

2. ทรายละเอียด หรือทรายถมที่ หรือทรายขี้เป็ด ลักษณะสีคล้ำ เม็ดละเอียด ทรายชนิดนี้มีตะกอนปูนอยู่ด้วย ซึ่งอาจเป็นอินทรีย์วัตถุหรือหน้าดินเหนียวที่ถูกพัดมา ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารปนอยู่ด้วย อาจใช้ปลูกพืชได้ อาจใช้ผสมกับเปลือกถั่ว แกลบผุหรือขี้กบ

## การให้น้ำแบบน้ำหยด

การให้น้ำแบบน้ำหยด เป็นระบบการให้น้ำแก่พืชที่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษหลายอย่างเพื่อควบคุมการให้น้ำแก่พืช ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบอื่น ๆ แก่พืช ดังนั้นจึงจำเป็นในเบื้องต้นที่จะต้องทำความเข้าใจ ถึงหน้าที่และความสำคัญของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในระบบ เพื่อที่จะใช้งานได้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศและที่ปลูกพืช ตลอดจนเงินทุนและผลผลิตที่ได้

อุปกรณ์ประกอบด้วย (เกรียงศักดิ์, 2527)

1. ถังน้ำ ถังน้ำมีไว้เพื่อใช้เก็บกักน้ำไว้ให้ได้ปริมาณตามต้องการ การให้น้ำแบบนี้ควรใช้ความดันต่ำและจำนวนน้ำครั้งละน้อย จึงสามารถอาศัยแรงดึงดูดของโลกและความสูงของน้ำเพื่อทำให้น้ำไหลไปตามท่อส่ง และไหลออกจากหัวน้ำหยดหรือหัวฉีด ความดันจะเกี่ยวข้องกับความสูงของน้ำโดยตรงมิเกี่ยวข้องกับปริมาณของน้ำ เช่น ท่อขนาด 2 นิ้ว มีความสูง 3 ฟุต จะมีความดัน 1 ปอนด์ ความสูงของถังน้ำจึงขึ้นกับความดันที่ต้องการใช้ในระบบการให้น้ำแบบหยดแต่ละท้องที่ หรือขนาดของพื้นที่ที่ต้องการให้น้ำ

2. ท่อส่งน้ำ ใช้ท่อเอสซาลอนหรือท่อ PVC ก็ได้ ท่อ PVC จะมีราคาสูงกว่าท่อเอสซาลอนมาก และถ้าฝังดินตื้น ๆ ก็จะใช้ได้ทนทาน ท่อส่งน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ท่อประธาน เป็นท่อที่เชื่อมโยงท่อแขนงในแต่ละสายให้ต่อไปยังแหล่งน้ำ ท่อประธานจะทำจากวัสดุต่อไปนี้ คือ พีอี (polyethylene) ชนิดความหนาแน่นสูง ท่อพีวีซีแข็ง (rigid PVC) ท่อเหล็กอาบรังสี (galvaized steel) และซีเมนต์ใยหิน ซึ่งจะใช้วัสดุแบบใดก็ตามไม่ควรเป็นวัสดุที่มีสนิมและลอกเป็นสะเก็ดง่าย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอุดตันที่หัวปล่อยน้ำ และจากท่อประธานนี้ท่อ

แขนงอาจแยกออกไปด้านเดียวหรือทั้งสองด้านก็ได้ ปกติท่อประธานจะฝังอยู่ใต้ดิน ขนาดของท่อประธานขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการให้ และความยาวของท่อ

2.2 **ท่อแขนง** เป็นท่อที่ต่อจากท่อประธาน และเป็นที่ซึ่งติดตั้งหัวปล่อยน้ำ วางชิดขนานไปกับแถวของต้นพืช อาจใช้ท่แขนง 1 แนว สำหรับพืช 1-2 แถว หรือท่อแขนง 1-2 แนว สำหรับพืช 1 แถวก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสม ท่อแขนงโดยทั่วไปทำจากพลาสติกประเภท PVC (polyvinyl chloride), PB (polybytylene, PB) และ PE (polyethylene) เป็นต้น โดยนิยมวางท่อแขนงไว้บนผิวดินมากกว่าใต้ดิน ท่อจึงควรเป็นสีดำเพื่อป้องกันแสงอาทิตย์ ที่จะทำให้เกิดตะไคร่ น้ำอุดตันหัวปล่อยน้ำ นอกจากนี้สีดำซึ่งเป็นสีดำยังช่วยใช้อายุการใช้งานนานขึ้น เนื่องจากป้องกันแสงเหนือม่วง สำหรับขนาดของท่อท่อจะถูกกำหนดโดยจำนวนต้นพืชต่อแถว และจำนวนของหัวปล่อยน้ำที่ไหลต่อต้น หรรือโดยจำนวนหัวและความยาวของท่อที่ใช้

3. **เครื่องตั้งเวลา** (ยืน, 2524) เครื่องตั้งเวลาได้มีส่วนเกี่ยวข้องในการงานอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือเครื่องไฟฟ้าให้ได้ลำดับการทำงานตามที่กำหนด โดยหลักการภายในพอแบ่งเป็นอินพุทป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือแรงดันไฟตรง อาจเป็น 9, 12 หรือ 24 โวลต์ก็ได้ ภายในจะประกอบด้วยส่วนการทำงานเพื่อตั้งเวลาตามที่กำหนด กับส่วนเอาท์พุทเป็นสวิทต์ซึ่งจะตัดไฟ หรือจ่ายไฟให้แก่เครื่องที่ถูกควบคุมนั้นเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ ลักษณะการทำงานของเครื่อง เมื่อสัญญาณควบคุมเริ่มเข้ามา การหน่วงเวลาที่จะเริ่มต้นขึ้นทันที พอครบกำหนดเวลาหน้าสัมผัสก็จะแตะกัน และยังคงแตะกันตลอดเวลาตามที่สัญญาณควบคุมต้องการ เมื่อสัญญาณควบคุมหายไปหน้าสัมผัสยังคงแตะกันต่อไปอีกตามค่าเวลาที่ตั้ง

4. **เครื่องสูบน้ำ** รูปแบบชนิดของเครื่องส่งน้ำขึ้นอยู่กับแบบวิธีการในการปลูก เครื่องส่งน้ำเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความสำคัญต่อระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นอย่างมาก เพราะเป็นอุปกรณ์ที่จะจ่ายสารละลายให้กับพืชที่ปลูก หากเกิดการสูญเสียหรือไฟฟ้าดับก็จะทำให้ระบบการจ่ายสารละลายหยุดชงัก ส่งผลให้พืชที่ปลูกตายได้

# ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกุหลาบ

**Common name** : **Rose**

**Scientific name** : **Rosa hybrida**

**Family** : **Rosaceae**

กุหลาบจัดเป็นไม้ดอกประเภทไม้พุ่มผลัดใบ มีลักษณะลำต้นตรงและเลื้อย ส่วนของลำต้น กิ่งก้าน มีหนามแหลมคม ใบส่วนมากเป็นใบรวม แตกออกจากกิ่งในรูปเฉียงๆ กัน ที่ก้านมีหูใบ 1 คู่ ดอกที่ออกมีทั้งดอกเดี่ยวและเป็นช่อ มีกลีบใหญ่ ขอบเรียบกลม มีอย่างน้อย 5 กลีบ กลีบดอกมีทั้งแบบชั้นเดียวและซ้อนกัน ดอกแต่ละดอกมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกันเป็นจำนวนมาก (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2537)

กุหลาบจัดเป็นไม้ดอกไม้ประดับไม้พุ่ม-ผลัดใบ (deciduous shrub) มีลำต้นตั้งตรงหรือเลื้อยแข็งแรง มีใบย่อย 3-5 ใบ การจัดเรียงของใบเป็นแบบสลับ (alternate) รูปแบบ compound pinnate มีหูใบ 1 คู่ ดอกมี 2 เพศในดอกเดียวกัน มีเกสรตัวผู้และตัวเมียจำนวนมาก ดอกมีลักษณะสมมาตร (Symmertrical) มีทั้งดอกชั้นเดียวและดอกซ้อน (สมชายและคณะ, 2530)

## ประเภทของกุหลาบ

กุหลาบที่ปลูกมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งถ้าแบ่งออกโดยสังเขปจะได้ดังนี้

1. **กุหลาบตัดดอก หรือ ไฮบริดที (Hybrid Tea หรือ HT)** ปกติมักออกดอกเป็นดอกเดี่ยวๆ มีขนาดโต กลีบดอกซ้อน พุ่มต้นตั้งตรง สูงประมาณ 1-2 เมตร กุหลาบส่วนใหญ่ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดขณะนี้มักจะเป็นกุหลาบประเภทนี้ เช่น พันธุ์มิสออลอเมริกันบิวตี้ (Miss All American Beauty) พันธุ์คริสเตียนดิออร์ (Chirstian Dior) (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)

แต่อย่างไรก็ตาม พันธุ์ Hybrid Tea นั้น มิได้ใช้ปลูกเป็นไม้ตัดดอกได้ดีทุกพันธุ์ จำเป็นต้องคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละท้องที่ ลักษณะที่เหมาะสมสำหรับจะใช้เป็นพันธุ์สำหรับตัดดอกคือ

- แข็งแรง ต้นโต เลี้ยงง่าย และเจริญเติบโตดี
- ออกดอกดกอย่างสม่ำเสมอ ไม่โทรมไว เมื่อถูกตัดดอกไปมากๆ
- ทนต่อโรคและแมลงได้ดีพอสมควร
- ลำต้นตั้งตรง (upright varieties) ซึ่งจะทำให้ปลูกได้ชิดกัน เป็นการประหยัดเนื้อที่
- ให้กิ่งก้านยาว ตรง มีหนามน้อย มีใบงามสมดุลกับกิ่ง

- ฟอร์มดอกดี ทรงดอกยาวแบบแจกัน หรือปลายกลีบดอกแหลม
- กลีบดอกไม่ซ้อนหนาเกินไป จนดอกบานไม่ออก
- กลีบดอกหนา ทนต่อการบรรจุหีบห่อและขนส่ง
- ดอกมีสีสะดุดตา และไม่เปลี่ยนสีเมื่อดอกโรย
- ไม่เหี่ยวเฉาง่ายหลังจากตัดแล้ว
- ดอกมีกลิ่นหอม (ถ้าเป็นไปได้)

สำหรับพันธุ์กุหลาบที่นิยมปลูกเป็นไม้ตัดดอกเพื่อการค้าในปัจจุบันนั้นมีอยู่มากมาย หลายพันธุ์ด้วยกัน เช่น

สีแดง - เรดมาสเตอร์พีซ, คริสเตียนดิออร์, อเล็กส์เรด
สีขาว - ไวท์คริสมาสต์, ไวท์มาสเตอร์พีซ
สีชมพู - มิสออลอเมริกันบิวตี้, เพอร์ฟูมดีไลท์, ไอเฟลทาวเออร์, สวาทมอร์
สีเหลือง - ออรีโกลด์, คิงส์แรนซัม, ซันคิงส์
อื่นๆ - แฮงกี้ ดูเดิ้ล, ดับเบิ้ล ดีไลท์
(สมชายและคณะ, 2530)

2. **กุหลาบพวง หรือ ฟลอริบันด้า (Floribunda หรือ F)** ออกดอกเป็นกลุ่มในช่อหนึ่งๆ มีหลายดอก และมักบานพร้อมๆ กันขนาดดอกเล็ก พุ่มต้น ตั้งตรง สูงประมาณครึ่งเมตรถึง 1 เมตร เหมาะที่จะปลูกในแปลงประดับ เช่น พันธุ์ฟูซีเลีย (Fusilier) พันธุ์แองเจล เฟส(Angel Face) (นิกร และ จุฑณเกศ 2530)(สมชายและคณะ, 2530)

3. **ประเภท แกรนดิฟลอร่า (Grandiflora หรือ Gr.)** กุหลาบประเภทนี้เป็นกุหลาบลูกผสมระหว่างกุหลาบตัดดอก และกุหลาบพวง มีลักษณะเป็นดอกเดี่ยว แต่ดอกเล็กกว่า กุหลาบตัดดอกมีก้านยาว ต้นโต สูง และแข็งแรง เช่น พันธุ์คาเมลอท (Camelot) พันธุ์คาร์เลทไนท์ (Scarlet Knight) (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)(สมชายและคณะ, 2530)

4. **กุหลาบหนูหรือมินิเอเจอร์ (Miniature หรือ Min.)** เป็นกุหลาบที่มีขนาดพุ่มต้นเล็ก สูง 1-2 ฟุต ออกดอกเป็นพวงและมีดอกขนาดเล็ก นิยมปลูกประดับแปลง และเป็นไม้กระถางเช่น พันธุ์เบบี้ มาสเคอร์เรด (Bary Masquerade) (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)(สมชายและคณะ, 2530)

5. **กุหลาบเลื้อย หรือ ไคลมเบอร์ (Climber หรือ Cl.)** กุหลาบชนิดนี้ลำต้นสูงตรง จนนำไปเลื้อยพันกับสิ่งต่างๆ ได้มีดอกทั้งเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ และดอกเป็นพวง เช่นพันธุ์ดอน จวน (DomJuan) พันธุ์ค็อกเทล (Cocktail) (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)(สมชายและคณะ, 2530)

6. **ประเภทโพลีแอนท่า (Polyantha หรือ Pol.)** เป็นกุหลาบลูกผสมระหว่างโรซ่า มัลติฟลอร่า (*Rosa multiflora*) กับโรซ่า ไชเนนซิส (*Rosa Chinensis*) มีขนาดพุ่มต้นเตี้ย แข็งแรง และทนทานมาก ออกดอกเป็นพวงคล้ายกุหลาบพวง ลักษณะดอกและต้นคล้ายกุหลาบหนู แต่จะสังเกตข้อแตกต่างกับกุหลาบหนูได้ตรงที่กุหลาบโพลีแอนท่า จะมีหูใบที่มีลักษณะของโรซ่า มัลติฟลอร่า เช่น พันธุ์วายวอน ราเบีย (Yvomme Rabier) (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)(สมชายและคณะ, 2530)

7. **ประเภทแรมเบลอร์ (Rambler หรือ R.)** มีลำต้นยาวและอ่อนโค้งออกดอกเป็นพวงและมีดอกขนาดเล็ก เช่น พันธุ์โดโรที เปอกิน (Dorothy Perkins) (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)(สมชายและคณะ, 2530)

8. **กุหลาบพุ่ม หรือ ชรับโรส (Shrub หรือ S.)** ได้แก่กุหลาบพันธุ์ป่า หรือลูกผสมของพันธุ์ป่า ซึ่งมีทรงต้นเป็นทรงพุ่ม ออกดอกเป็นช่อ ขนาดดอกเล็ก ส่วนมากมีกลีบดอกชั้นเดียว เช่น โรซ่า นิติด้า (*Rosa nitida*) โรซ่า มัลติฟลอรา (*Rosa multiflora*) โรซ่า รูโกซา (*Rosa rugosa*) (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)(สมชายและคณะ, 2530)

## พันธุ์กุหลาบ

ปัจจุบันนี้พันธุ์กุหลาบได้แบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ (ทวีเกียรติ 2527)

1. กลุ่มพันธุ์สีแดง (Red Roses)
2. กลุ่มพันธุ์สีชมพู (Pink Roses)
3. กลุ่มพันธุ์สีส้มและหลายสี (Orange and Multicolor Roses)
4. กลุ่มพันธุ์สีเหลือง (Yellow Roses)
5. กลุ่มพันธุ์สีขาว (White Roses)

## โรคและแมลงศัตรูของกุหลาบ

โรคและแมลงศัตรูที่สำคัญในการปลูกกุหลาบ ได้แก่

1. **โรคใบจุด (Black Spot)** เกิดจากเชื้อรา *Diplacarpon rosae* (นงเยาว์,2510) เป็นโรคที่อันตรายมากในการปลูกกุหลาบ และเกิดกับกุหลาบได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะฤดูฝนที่ตกสม่ำเสมอ และฤดูหนาวที่น้ำค้างมากๆ ส่วนฤดูร้อนโรคนี้มีน้อยหรือแทบไม่มีเลย (ทวีเกียรติ, 2527)

อาการของโรค คือ ใบจะมีจุดสีดำ ขอบของจุดไม่สม่ำเสมอ จุดที่ดำอาจพบที่ลำต้นด้วย และรอบๆ จุดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง สำหรับพันธุ์กุหลาบที่ยอมรับโรคนี้มากๆใบจะร่วงทั้งต้น ส่วนมากได้แก่ พันธุ์สีเหลืองและสีส้ม

การป้องกันและกำจัด ควรพ่นยาป้องกันหรือกำจัดทุกสัปดาห์ โดยเฉพาะยาฆ่าราที่มีส่วนประกอบของทองแดง สำหรับยาฆ่าแมลงที่พ่นได้ผล ได้แก่ ฟาลแตน, เบนเลท, แคปแตน

2. **เพลี้ยไฟ (Trips)** เป็นศัตรูสำคัญมาก ในการดูดน้ำเลี้ยงจากดอก เพลี้ยไฟมีขนาดเล็กมากแทบมองไม่เห็น (มีขนาด1/20 นิ้ว) ตัวเป็นสีขาว เหลืองหรือสีอ่อน อาศัยอยู่ตามกลีบดอก ถ้าคลี่กลีบดอกออกดูจะเห็นเพลี้ยไฟวิ่งไปมา เพลี้ยไฟจะเริ่มเข้าดูดน้ำเลี้ยงตั้งแต่ดอกกุหลาบมีขนาดเท่าถั่วเขียว ตลอดไปถึงดอกจะเริ่มบาน จะสังเกตเห็นว่า ดอกกุหลาบดอกใดที่ถูกรบกวนด้วยการดูดน้ำเลี้ยงแล้ว ดอกจะบิดเบี้ยวผิดรูปและไม่ยอมเจริญเติบโตและกลีบดอกจะช้ำใช้ไม่ได้ ถ้าเป็นมากๆ ในระยะแรก ดอกจะร่วงหล่นหรือแห้งตายไป (ทวีเกียรติ, 2527)

การป้องกันกำจัด ควรพ่น ไซกอน, เซฟวิน, และมาลาไธออน

3. **ไรแดงหรือแมงมุมแดง (Red spider mite)** มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tetranychus bimaculatus* (นงเยาว์,2510) จัดเป็นศัตรูสำคัญ เพราะจะดูดน้ำเลี้ยงจากผิวใบกุหลาบ จากนั้นใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมื่อเปิดดูใต้ใบจะเห็นเป็นใยสีขาวและไรแดงเต็มไปหมด ถ้าเป็นมากๆ โดยที่ชาวสวนไม่สังเกต ใบจะร่วงหล่นไปหมดเหลือแต่ต้น ดอกจะมีขนาดเล็กลง จนกระทั่งที่ต้นกุหลาบจะไม่ยอมออกดอก (ทวีเกียรติ, 2527)

การป้องกันกำจัด เมื่อปรากฏว่ามีไรแดงหรือแมงมุมแดงเข้าทำลายให้รีบพ่นยากำจัดแมลงดังต่อไปนี้คือ เคลเทน, ไซกอน และอะคาร์

4. **หนอนเจาะดอก (Bud worm)** เป็นหนอนผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กมาก ซึ่งวางไข่กับดอกตั้งแต่ออกดอกเท่าเมล็ดถั่วเขียวถึงดอกแย้ม เมื่อไข่แก่ฟักตัวจะเจาะกินดอก ทำให้ดอกเป็นแผลหรือบางทีจะเป็นรูไปหมดทั้งดอก (นิกร และ จุฑณเกศ, 2530)

การป้องกันกำจัด ควรใช้ยาที่มีกลิ่นเหม็นมากๆ พ่นป้องกันและกำจัดจะช่วยขับไล่ผีเสื้อกลางคืนไปในตัวเสร็จ ยากำจัดและป้องกันที่ใช้ได้ผลคือ อะโซดริน, ฟอสดริน, ทามารอน, ไดอะซินอน และทูโรไซด์

5. **แมลงปีกแข็ง หรือ ด้วงกุหลาบ (Rose Beetle)** เป็นแมลงที่ทำลายทั้งใบและดอก ซึ่งมีชนิดสีน้ำตาล (Garden Beetle) และสีดำ (Blister Beetle) แมลงทั้งสองชนิดนี้มีขนาดโดยทั่วๆ ไปคือ ความยาว 1/3-1/2 นิ้ว กว้าง 1/4 นิ้ว การแพร่พันธุ์จะวางไข่ตามสนามหญ้าหรือกอหญ้า ไข่ที่ออกมาเป็นตัวจะกินรากหญ้าเป็นอาหาร ตลอดถึงใบและดอกกุหลาบ ระยะเวลาที่เข้าทำลายจะเป็นเวลา 1 ถึง 3 ทุ่ม และมักอยู่ตามใต้ใบ การกัดทำลายของแมลงทั้งสองชนิดนี้จะมีอยู่ตลอดทั้งปี (สมชายและคณะ, 2530)

การป้องกันและกำจัด ควรพ่นยา พาราไธออน, ดิลดริน, แลนเนท และเซฟวิน ทุกๆ สัปดาห์

# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

**อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ( Materials )**

1. ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ แบบเครื่องชั่งน้ำหนัก (ภาพที่ 9-14) มีส่วนประกอบดังนี้ (อิทธิสุนทร, 2534)
    - เครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ แบบเครื่องชั่งน้ำหนัก
    - ปั๊มน้ำ
    - ถังความดัน
    - ปั๊มดูดสารละลาย จำนวน 2 เครื่อง
    - ถังน้ำพลาสติก 200 ลิตร
    - ถังบรรจุสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น 30 ลิตร จำนวน 2 ถัง
    - มาตรวัดน้ำ
    - มิเตอร์วัดความดัน+วาล์วเปิด-ปิดน้ำ
    - วาล์วไฟฟ้า ( Solenoid valve )
    - วาล์วเปิด-ปิดน้ำ
    - เครื่องกรองสารละลาย
    - สายยาง
    - สายไฟ
    - ท่อ PVC และท่อ PE
    - ท่อน้ำหยด
    - หัวน้ำหยด
    - ปลั๊กไฟ
2. วัสดุปลูก ได้แก่
    - ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม)
    - Rock wool
    - ขุยมะพร้าว
    - ขี้เลื่อย
    - แกลบสด
    - ขี้เถ้าแกลบ
    - ทราย

3. ยาฆ่าแมลง ได้แก่

- โอไมท์ 20
- ฟอสซ์
- ท๊อกไดน์เอ็ม
- คาบาริล 85
- Saprol

4. กิ่งตอนพันธุ์กุหลาบ จำนวน 72 กิ่ง
5. สารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลาย และวิเคราะห์พืช
6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์พืช
7. ผ้าพลาสติกดำ
8. ผ้าพลาสติกขาว
9. Conductivity Meter
10. pH Meter
11. ขวดพลาสติกขนาด 2 ลิตร จำนวน 2 ขวด
12. กรรไกรตัดกิ่ง
13. ลวด

## วิธีการทดลอง

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองปลูกกุหลาบในระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ media culture ด้วยระบบน้ำหยด โดยให้น้ำอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก มีการวางแผนการทดลองแบบ **Completely Random Design** (CRD) ทำการทดลองแบ่งออกเป็น 6 Treatment ในแต่ละ Treatment แบ่งออกเป็น 4 Replication ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| Treatment 1 | = | ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) |
| Treatment 2 | = | Rock wool |
| Treatment 3 | = | ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) |
| Treatment 4 | = | ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) |
| Treatment 5 | = | แกลบสด+ทราย (1:1) |
| Treatment 6 | = | ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) |

2. การเตรียมถุงวัสดุปลูก

2.1 เตรียมวัสดุปลูกโดยจัดหาวัสดุปลูกดังต่อไปนี้

- ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) จำนวน 4 แท่ง
- Rock wool จำนวน 4 แท่ง
- ขุยมะพร้าว ผสม ทราย ในอัตราส่วน 1:1
- ขี้เลื่อย ผสม ทราย ในอัตราส่วน 1:1
- แกลบสด ผสม ทราย ในอัตราส่วน 1:1
- ขี้เถ้าแกลบ ผสม ทราย ในอัตราส่วน 1:1

2.2 นำพลาสติกสีดำมาตัดทำเป็นถุงขนาด 15 X 100 เซนติเมตร จำนวน 16 ถุง แล้วนำมาบรรจุวัสดุปลูกที่เตรียมไว้ดังนี้

- ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) จำนวน 4 ใบ
- ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) จำนวน 4 ใบ
- แกลบสด+ทราย (1:1) จำนวน 4 ใบ
- ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) จำนวน 4 ใบ

2.3 นำแท่งฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) จำนวน 4 แท่ง, Rock wool จำนวน 4 แท่ง และถุงวัสดุที่เตรียมไว้ทั้งหมด (16 ถุง) หุ้มด้วยพลาสติกสีขาว กรีดข้างใต้ถุงวัสดุปลูกให้เป็นรอยทางยาวประมาณ 5 เซนติเมตร จำนวน 2 รอย เพื่อให้มีการระบายน้ำ

2.4 เจาะรูถุงวัสดุปลูกทั้งหมด (16 ถุง) สำหรับปลูกขนาด 5 X 5 เซนติเมตร$^2$ จำนวนถุงละ 3 รู

2.5 นำถุงวัสดุปลูกที่เตรียมไว้ทั้งหมดวางในเรือนปลูก โดยทำการสุ่มวางวัสดุปลูกดังแผนผังต่อไปนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| ขุยมะพร้าว+ทราย<br>Rock wool | แกลบสด+ทราย<br>แกลบสด+ทราย | ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม)<br>Rock wool | ขี้เลื่อย+ทราย<br>แกลบสด+ทราย |
| Rock wool<br>ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) | ขี้เลื่อย+ทราย<br>Rock wool | ขุยมะพร้าว+ทราย<br>ขี้เลื่อย+ทราย | ขี้เถ้าแกลบ+ทราย<br>ขุยมะพร้าว+ทราย |
| ขี้เลื่อย+ทราย<br>ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) | แกลบสด+ทราย<br>ขี้เถ้าแกลบ+ทราย | ขุยมะพร้าว+ทราย<br>ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) | ขี้เถ้าแกลบ+ทราย<br>ขี้เถ้าแกลบ+ทราย |

ระบบจ่ายสารละลายอัตโนมัติ

99716

**ช่วงที่ 2** ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2537 ถึง 15 กันยายน 2537 ระยะเวลา 2 เดือน 15วัน เปลี่ยนสูตรสารละลายเป็นสารละลายปุ๋ย NUTRIFLORA-T 2+11+38+5 MgO + Fe-EDTA ผสม Calcium G+$HNO_3$ และทำการปลูกซ่อม เว้นระยะให้กุหลาบปรับตัว บันทึกผลการทดลอง

**ช่วงที่ 3** ตั้งแต่ 16 กันยายน 2537 ถึง 30 พฤศจิกายน 2537 ระยะเวลา 2 เดือน 15 วัน เปลี่ยนสูตรสารละลายเป็นสารละลาย COIC-LESAINT

**ช่วงที่ 4** ตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2537 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2538 ระยะเวลา 3 เดือน เป็นการวิเคราะห์ทางเคมี / เขียนรายงานการทดลอง

## หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการเตรียมสารละลายและการให้น้ำอัตโนมัติ

การทดลองครั้งนี้ได้ติดตั้งเครื่องควบคุมการเตรียมสารละลายและการให้น้ำอัตโนมัติ ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ (อิทธิสุนทร,2535) วางถุงวัสดุปลูกบนหมอนน้ำเพื่อวัดปริมาณการให้น้ำของระบบ ในการทดลองให้แท่งฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) เป็นตัวแทนของวัสดุปลูกทั้งหมด แท่งฟองน้ำจะตั้งอยู่บนหมอนน้ำ (A) ซึ่งต่อเข้ากับท่อแสดงระดับน้ำ (C) โดยสายยาง (B) ท่อวัดระดับจะอยู่เหนือระดับหมอนน้ำ 45 เซนติเมตร การวัดน้ำหนักที่ลดลงของแท่งฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) เนื่องจากการคายน้ำจะดูจากระดับน้ำในท่อ (C) เมื่อพืชคายน้ำ น้ำหนักของแท่งฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) ลดลง แรงกดบนหมอนยางจะลดลงด้วย มีผลให้ระดับน้ำในท่อ (C) ลดลง และเมื่อระดับน้ำลดลงต่ำกว่าก้านจับระดับ (D) เครื่องจับระดับน้ำ (E) จะสั่งงานให้วาลว์ปิด-เปิดน้ำ (Solenoid Valve) และเครื่องตั้งเวลาทำงาน (F) น้ำจะไหลผ่านมิเตอร์วัดน้ำเข้าสู่ Solenoid valve ซึ่งเป็นตัวควบคุมการให้น้ำ และเมื่อมีน้ำไหลผ่านมาตรวัดน้ำ จะทำให้ปั๊มดูดสารละลาย A และ B เริ่มทำการดูดสารละลายในอัตราที่กำหนด เพื่อให้ได้สารละลายธาตุอาหารพืชที่มี pH และ EC ที่ต้องการ ในการทดลองครั้งนี้ได้ต่อท่อเพื่อลดปริมาณน้ำที่จะผสมกับสารละลายธาตุอาหาร โดยมีมิเตอร์วัดปริมาณน้ำออก ทำให้สารละลายธาตุอาหารมีความเข้มข้นมากขึ้นเพื่อให้ได้ pH และ EC ที่กำหนด สารละลายจะไหลสู่เครื่องกรองสารละลาย และให้แก่ต้นพืช นั่นคือจะเริ่มมีการให้น้ำ เมื่อเวลาที่ตั้งไว้ที่เครื่องตั้งเวลา (F) ถึงกำหนด การให้น้ำ (สารละลาย) ก็จะหยุด ในขณะที่มีการให้น้ำ (สารละลาย) แก่พืช น้ำจากท่อส่งน้ำจะถูกเติมลงในท่อวัดระดับ (C) โดยท่อ (H) ดังนั้นเมื่อหยุดการให้น้ำระดับน้ำในท่อวัดระดับจะอยู่ที่ขอบบนของท่อเสมอ น้ำส่วนเกินที่ล้นจากท่อวัดระดับจะถูกนำกลับมาใช้รดต้นพืชโดยท่อ (J) และสายยาง (I) การทำงานของระบบก็จะกลับมาเริ่มใหม่ คือพืชคายน้ำ น้ำหนักกดบนหมอนน้ำลดลง... ฯลฯ เป็นเช่นนี้เรื่อยๆ ไปโดยอัตโนมัติ (ภาพที่ 9-14)

# ผลการทดลอง

**1. การใช้น้ำ (สารละลาย)**

จากการทดลองปลูกกุหลาบปริมาณการใช้น้ำ (สารละลาย) โดยเฉลี่ย 394.67 มิลลิลิตร/ต้น/วัน หรือประมาณ 28.42 ลิตร/วัน (ภาพที่ 1และตารางที่ 4)

**2. pH และ EC ของสารละลาย (หัวน้ำหยด)**

จากการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชโดยระบบการเตรียมสารละลายอัตโนมัติ สารละลายที่ได้วัดค่า pH และ EC จากหัวน้ำหยดมีค่าไม่เหมาะสมเท่าที่ควร กล่าวคือมีค่า EC ต่ำเกินไปโดยเฉพาะในช่วงเปลี่ยนสูตรสารละลายใหม่ (ส.ค.-ก.ย. 37) ค่า pH และ EC จากหัวน้ำหยดวัดได้โดยเฉลี่ยดังนี้ ค่า pH เฉลี่ยประมาณ 6.02 และค่า EC เฉลี่ยประมาณ 1.90 (ภาพที่ 4 และตารางที่ 6)

**3. pH และ EC ของสารละลายในวัสดุปลูก**

จากการวัดค่า pH และ EC ของวัสดุปลูกแต่ละชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ค่า pH ในแกลบสด+ทราย (1:1) มีค่าสูงสุดประมาณ 7.57 และค่า pH ในฟองน้ำ(เบลเยี่ยม)มีค่าน้อยที่สุดประมาณ 7.00 ส่วนค่า EC ใน Rock wool มีค่าสูงสุดประมาณ 2.04 และค่า EC ในแกลบสด+ทราย (1:1) มีค่าน้อยที่สุดประมาณ 1.75 (ตารางที่ 7-10) แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติของค่า pH, EC ของสารละลายในวัสดุปลูกในวันที่ 8 กค. 37 และ 10 พย. 37 พบว่า ค่า pH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่า EC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11-18) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า pH,EC ที่วัดจากหัวน้ำหยดแล้วมีความแตกต่างกันพอสมควร(ภาพที่ 5 และ 6)

**4. ค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูก**

ความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ เมื่อทำการปลูกกุหลาบเป็นระยะเวลา 1 ปี ความหนาแน่นของ Rock wool และ ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) จะมีค่าสูงขึ้น ส่วนขุยมะพร้าว+ทราย(1:1), ขี้เลื่อย+ทราย (1:1), แกลบสด+ทราย(1:1) และขี้เถ้าแกลบ+ทราย(1:1) จะมีความหนาแน่นลดลง อีกทั้งลักษณะการยุบตัวของวัสดุปลูก ในวัสดุปลูกRock woolจะยุบตัวเห็นได้อย่างชัดเจน (ตารางที่ 19-21)

**5. จำนวนดอกกุหลาบ**

จากการวิเคราะห์พบว่า จำนวนดอกกุหลาบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นที่ปลูกใน Rock wool มีจำนวนดอกกุหลาบมากที่สุดประมาณ 15.75 ดอก และต้นที่ปลูกในขี้-เถ้าแกลบสด+ทราย (1:1) มีจำนวนดอกกุหลาบน้อยที่สุดประมาณ 8.25 ดอก (ตารางที่ 22 และ 23)

**6. เปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ**

จากการวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ พบว่าเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยต้นที่ปลูกใน Rock wool มี

14625



เปอร์เซนต์ไนโตรเจน สูงสุดประมาณ 2.40 % และในแกลบสด+ทราย (1:1) มีเปอร์เซนต์ไนโตรเจนน้อยที่สุดประมาณ 1.85 % (ตารางที่ 24 และ 25)

**7. เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ**

จากการวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ พบว่าเปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 0.70-0.85 % (ตารางที่ 26 และ 27)

**8. ปริมาณโปแทสเซียมในใบกุหลาบ**

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโปแทสเซียมในใบกุหลาบ พบว่าปริมาณโปแทสเซียมในใบกุหลาบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 14.58-16.87 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (ตารางที่ 28 และ 29)

**9. น้ำหนักสดของต้นกุหลาบ**

จากการวิเคราะห์พบว่า น้ำหนักสดของต้นกุหลาบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นที่ปลูกในขี้เถ้าแกลบ+ทราย(1:1) มีน้ำหนักสดของต้นมากที่สุดประมาณ 78.35 กรัม และต้นที่ปลูกใน Rock wool มีน้ำหนักสดของต้นน้อยที่สุดประมาณ 61.28 กรัม (ภาพที่ 7 และตารางที่ 30 และ 31)

**10. น้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบ**

จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นที่ปลูกในขี้เถ้าแกลบ+ทราย(1:1) มีน้ำหนักแห้งของต้นมากที่สุดประมาณ 31.11 กรัม และต้นที่ปลูกใน Rock wool มีน้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุดประมาณ 18.64 กรัม (ภาพที่ 7 และตารางที่ 32 และ 33)

ห้องสมุดกลาง เทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

# สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

จากการศึกษาทดลองใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ ในการปลูกกุหลาบเป็นระยะเวลา 1 ปี สรุปได้ว่า กุหลาบสามารถเจริญเติบโตได้ในทุกๆ วัสดุปลูก โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นกุหลาบที่ปลูกในขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) จะมีน้ำหนักต้น (สด) เฉลี่ยมากที่สุดคือ 78.35 กรัม รองลงมาคือ ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) 73.88 กรัม, แกลบสด+ทราย (1:1) 70.33 กรัม, ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) 66.93 กรัม, ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) 62.00 กรัม และ Rock wool 61.29 กรัม ตามลำดับ กุหลาบที่ปลูกใน Rock wool มีจำนวนดอกเฉลี่ยมากที่สุดคือ 15.75 ดอก รองลงมาคือ ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) 11.5 ดอก, ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) 11.25 ดอก,ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) 11.00 ดอก, ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) 10.25 ดอก และแกลบสด+ทราย (1:1) 8.25 ดอก ตามลำดับ

นอกจากนี้พบว่าวัสดุปลูกประเภทวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ (ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย, แกลบสด และขี้เถ้าแกลบ) เมื่อใช้ไปนานๆ จะมีความหนาแน่นรวมลดลง อันเนื่องมาจากวัสดุดังกล่าวเป็นอินทรีย์วัตถุจึงสามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับสิ่งแวดล้อมรอบข้าง เช่น สารละลายธาตุอาหารพืช, สารขับจากรากพืช, อุณหภูมิ, ความชื้น รวมถึงผลกระทบจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ทำให้โครงสร้างเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการสลายตัวมากขึ้น ส่งผลให้มีความพรุนสูงขึ้น (ภาพที่ 17-20 และตารางที่ 21 ) ส่วนวัสดุปลูกที่สังเคราะห์ขึ้น (ฟองน้ำ-เบลเยี่ยม และ Rock wool) จะมีความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะ Rock wool จะมีการอัดตัว, ยุบตัวเห็นได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 16) ส่วนฟองน้ำ(เบลเยี่ยม)ตามทฤษฎีความหนาแน่นรวมจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่จากการทดลองปรากฏว่ามีความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้น เนื่องจากได้มีเศษรากกุหลาบอยู่ในฟองน้ำจึงทำให้ความหนาแน่นรวมของฟองน้ำสูงขึ้น (ภาพที่ 15)

การบันทึกข้อมูลของการใช้น้ำของพืชจากมาตรวัดน้ำเข้า-ออก และหัวน้ำหยด พบว่ามีความแตกต่างกันมาก อันเป็นผลมาจากในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้ระบบการเตรียมสารละลายและการให้น้ำอัตโนมัติร่วมกับการปลูกต้นคริสมาสต์(วิทยานิพนธ์ของบัณฑิตปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) จึงทำให้ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัดน้ำสูงกว่าค่าที่วัดได้จากหัวน้ำหยด (ตารางที่ 4 และ 5) ซึ่งกุหลาบจะใช้น้ำโดยเฉลี่ย 394.67 มิลลิลิตร/ต้น/วัน หรือประมาณ 28.42 ลิตร/วัน ระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนักทำการให้น้ำแก่พืชเมื่อมีการคายน้ำโดยการให้น้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ภูมิอากาศในแต่ละวัน ตลอดจนอายุในแต่ละช่วงของพืช และในการทดลองครั้งนี้ได้มีการบันทึกการระเหยของน้ำโดยวัดจากถาดระเหย (ภาพที่ 2 และ 3) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับระบบการให้น้ำอัตโนมัติด้วย ส่วนค่า pH และ EC ของสาละลายที่วัดได้จากหัวน้ำหยดมีค่าอยู่ในช่วงที่ไม่ค่อยเหมาะสมเท่าที่ควรคือมีค่า pH เฉลี่ย 6.02 และค่า EC เฉลี่ย 1.90 ซึ่งค่า pH ค่อนข้างสูงเกินไปและค่า EC ค่อนข้างต่ำเกินไป ส่งผลให้ค่า pH และ EC ในวัสดุปลูกสูงเกินไป (ตารางที่ 6-10 และภาพที่ 4-6) และอาจจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุหลาบได้

จากการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ พบว่าค่า pH ในวัสดุปลูก, ค่า EC ในวัสดุปลูก, เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ, ปริมาณโปรแทสเซี่ยมในใบกุหลาบ, น้ำหนักต้นสด, น้ำหนักต้นแห้ง และจำนวนดอก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปัญหาและอุปสรรคในการทดลองที่สำคัญ คือ เรื่องของโรคและแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะเพลี้ยไฟ ด้วงปีกแข็งกัดใบ และไรแดงจะพบอยู่เสมอ อีกทั้งในเรื่องของภูมิอากาศ ช่วงฤดูการปลูก การทดลองครั้งนี้ใช้พื้นบริเวณดาดฟ้าชั้น 5 คณะเทคโนโลยีการเกษตร ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนมาก จึงมีการพลางแสงเพื่อลดอุณหภูมิ ทำให้กุหลาบได้รับแสงไม่เต็มที่ ทำให้กุหลาบเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควรได้ดอกน้อย ก้านดอกสั้น ดังนั้นในการที่จะปลูกเชิงการค้าจะต้องเลือกสถานที่ เลือกช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมก็สามารถทำได้

จากการศึกษาพบว่าการปลูกกุหลาบด้วยเทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีแนวโน้มในอนาคตสามารถที่จะแก้ไขปรับปรุงในเชิงการค้าได้ เพราะผลการทดลองที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดี วัสดุปลูกต่างๆ ที่มีคุณภาพ หาได้ง่าย ราคาถูก ภายในประเทศมีมากมาย โดยเฉพาะวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติและอุตสาหกรรม (ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย, แกลบสด และขี้เถ้าแกลบ เป็นต้น) แต่ต้นทุนทางด้านเครื่องมือสารเคมี การวางระบบต่างๆ ค่อนข้างสูง ในช่วงแรกๆ อาจจะไม่คุ้มทุน ซึ่งเชื่อว่าจะคุ้มทุนได้ในระยะยาว การทดลองในเรื่องนี้ครั้งต่อๆไป ถ้าหากเป็นไปได้ควรจะทำการศึกษาในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกกุหลาบ เช่น ที่จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงวิธีการปลูก เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ ว่าจะสามารถทำในเชิงการค้า หรือมีแนวโน้มเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด

# เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี. 2527. การให้น้ำและการระบายน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะเทค - โนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2534. การปลูกกุหลาบ. โรงพิมพ์มิตรสยาม กรุงเทพฯ. 104 น.

คณะกลุ่มเกษตรสัญจร. 2534. กุหลาบ. โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซท กรุงเทพฯ. 104 น.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ และคณะ. "ระดับธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก". การปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. น.51-57

ดาวรุง สังข์ทอง และปริญญา จารุปริญญารัตน์. 2535. "การสร้างและเปรียบเทียบระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน". ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 72 น.

ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์. 2527. ไม้ตัดดอก. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 92 น.

นงเยาว์ อัศวปรีชา. 2510. "การเปรียบเทียบเครื่องปลูกและการใช้ปุ๋ยกับต้นกุหลาบ". วิทยานิพนธ์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 46 น.

นิกร อิทุโสภณ และคณะ. 2530. "การผลิตไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออก". เอกสารงานไม้ดอกไม้ประดับ. กลุ่มพืชสวน กองส่งเสริมพืชพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร. 68 น.

พรชัย จุฑามาศ และ วิบูลย์ บุญส่งศรี. 2531."การปลูกพืชปราศจากดิน". วารสารดินและปุ๋ย.10(2): น.92-96

ยืน ภู่วรวรรณ. 2524. อิเล็คทรอนิคส์อุตสาหกรรม. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว กรุงเทพฯ.

สมชาย สุคนธ์สิงห์และคณะ. 2530. "คู่มือการผลิตไม้ตัดดอก".เอกสารงานไม้ดอกไม้ประดับ.กลุ่มพืชสวน กองส่งเสริมพืชพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร. 100 น.

สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการพลังงาน. 2528. รายงานความเหมาะสมในการผลิตฟืนแกลบ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. พฤศจิกายน.

อดินุช ฉ.โรจน์ประเสริฐ. 2537. "การเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองโดยมีระบบการเตรียมและให้สารละลายพืชโดยอัตโนมัติในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน". ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 62 น.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2533. " วิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ". วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 8(1) : น.29-39

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2535. เครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติในการปลูกพืชในภาชนะปลูก. รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 30 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ น.35-41

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2535. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Fe-EDTA สองชนิดในสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่11 ณ. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่

Hewitt, E.J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. 2nd cd. Common weath Bureau of Horticulture and Plantation Crops. East Malling, Maidstone, Kent, England.

Hideo Ikeda. 1985. Soilles culture in Japan. Farming Japan. Vol. 19 No.6 : 35-43 p.

Menon, K.P.V. and K.M. Dandalar. 1958. The coconut palm amohagroph. India central Coconut Committee. Bombay.

Sheldrake Raymond, Jr. and Stewart Dallyn, Dept. 1969. Production of Greenhourse tomatoes in Ring culture or inTrough culture. Cornell Vegetable Crops Cornell University.

# ภาคผนวก

ตารางที่ 2 แสดงการเตรียม Stock สารละลาย COIC-LESAINT

**การเตรียมสารละลาย COIC-LESAINT**

โดยเตรียมสารละลายทั้งหมด 5000 ลิตร (5 $m^3$) ที่ pH = 5.8 - 6.0 และ EC = 1.8 - 2.0

---

Stock Solution

เตรียมสารละลาย 25 ลิตร

---

Solution A ใส่ตามลำดับดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 1. ใส่น้ำ | 10.00 | ลิตร |
| 2. ใส่กรดไนตริก $HNO_3$ | 866.50 | $cm^3$ |
| 3. ใส่กรดฟอสฟอริก $H_3PO_4$ | 456.50 | $cm^3$ |
| 4. ใส่โปแทสเซียมไนเตรท $KNO_3$ (ละลายในน้ำ 10 ลิตร ก่อน) | 2,333.00 | กรัม |
| 5. ใส่แมกนีเซียมซัลเฟต $MgSO_4$ | 471.90 | กรัม |
| 6. ใส่แอมโมเนียมโมลิบเดต $(NH_4)MoO_4$ (45 % Mo) | 0.25 | กรัม |
| 7. ใส่กรดบอริก $H_3BO_3$ (17 % B) | 7.50 | กรัม |
| 8. ใส่แมงกานีสซัลเฟต $MnSO_4.4H_2O$ (24 % Mn) | 17.00 | กรัม |
| 9. ใส่ซิงค์ซัลเฟต $ZnSO_4.7H_2O$ (22 % Zn) | 5.00 | กรัม |
| 10. ใส่คอบเปอร์ซัลเฟต $CuSO_4.5H_2O$ (25 % Cu) | 1.25 | กรัม |
| 11. ใส่น้ำให้ครบ (25 ลิตร) | | |

*รายการที่5 ถึง 9 ให้ละลายในน้ำก่อน 5 ลิตร คนให้ละลาย pH ใน Solution ต้อง < 2

Solution B ใส่ตามลำดับดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 1. ใส่น้ำ | 10.00 | ลิตร |
| 2. ใส่กรดไนตริก $HNO_3$ | 8.70 | $cm^3$ |
| 3. ใส่แคลเซี่ยมไนเตรท $Ca(NO_3)_2$ | 2,146.00 | กรัม |
| 4. ใส่ Fe-EDTA (KMIT'L) | 1.50 | ลิตร |
| 5. .ใส่น้ำให้ครบ (25 ลิตร) | | |

* pH ใน Solution ต้อง > 4

---

**หมายเหตุ** เมื่อจะนำไปใช้ จะทำให้เจือจางในอัตราส่วน 1:200

เป็นสารละลายที่ใช้ในช่วง 1 ธันวาคม 2536 ถึง 30 มิถุนายน 2537

และช่วง 16 กันยายน 2537 ถึง 30 พฤศจิกายน 2537

ตารางที่ 3 แสดงการเตรียม Stock สารละลายปุ๋ย NUTRIFLORA-T + Fe-EDTA ผสม Calcium nitrate G

**การเตรียมสารละลายปุ๋ย NUTRIFLORA-T + Fe-EDTA ผสม Calcium nitrate G**
**โดยเตรียมสารละลายทั้งหมด 2000 ลิตร ($2\ m^3$) ที่ pH = 5.8 - 6.0 และ EC = 1.8 - 2.0**

---

Stock Solution

เตรียมสารละลาย 10 ลิตร

---

Solution A ใส่ตามลำดับดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 1. ใส่น้ำ | 5.00 | ลิตร |
| 2. ใส่กรดไนตริก $HNO_3$ | 700.00 | $cm^3$ |
| 3. ใส่แคลเซี่ยมไนเตรท-G $Ca(NO_3)_2$ | 2,000.00 | กรัม |
| 4. ใส่น้ำให้ครบ (10 ลิตร) | | |
| * pH ใน Solution ต้อง < 2 | | |

Solution B ใส่ตามลำดับดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 1. ใส่น้ำ | 5.00 | ลิตร |
| 2. ใส่ปุ๋ย NUTRIFLORA-T 2+11+38+5 MgO | 1,660.00 | กรัม |
| 3. ใส่กรดไนตริก $HNO_3$ | 2.40 | $cm^3$ |
| 4. ใส่ Fe-EDTA (KMIT'L) | 500.00 | $cm^3$ |
| 5. .ใส่น้ำให้ครบ (10 ลิตร) | | |
| * pH ใน Solution ต้อง > 4 | | |

---

**หมายเหตุ** เมื่อจะนำไปใช้ จะทำให้เจือจางในอัตราส่วน 1:200
เป็นสารละลายที่ใช้ในช่วง 1 กรกฎาคม 2537 ถึง 15 กันยายน 2537

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณการใช้น้ำ/ต้น(หัวน้ำหยด)/วัน

| วัน-เดือน-ปี | ปริมาณน้ำ/ต้น(หัวน้ำหยด) | วัน-เดือน-ปี | ปริมาณน้ำ/ต้น(หัวน้ำหยด) |
|---|---|---|---|
| 5 ก.ค. 37 | 750 มิลลิลิตร | 16 ส.ค. 37 | 335 มิลลิลิตร |
| 6 ก.ค. 37 | 425 มิลลิลิตร | 18 ส.ค. 37 | 335 มิลลิลิตร |
| 7 ก.ค. 37 | 442 มิลลิลิตร | 29 ส.ค. 37 | 325 มิลลิลิตร |
| 8 ก.ค. 37 | 357 มิลลิลิตร | 5 ก.ย. 37 | 547 มิลลิลิตร |
| 12 ก.ค. 37 | 170 มิลลิลิตร | 6 ก.ย. 37 | 470 มิลลิลิตร |
| 13 ก.ค. 37 | 297 มิลลิลิตร | 7 ก.ย. 37 | 720 มิลลิลิตร |
| 18 ก.ค. 37 | 305 มิลลิลิตร | 9 ก.ย. 37 | 549 มิลลิลิตร |
| 25 ก.ค. 37 | 243 มิลลิลิตร | 12 ก.ย. 37 | 417 มิลลิลิตร |
| 26 ก.ค. 37 | 797 มิลลิลิตร | 20 ก.ย. 37 | 590 มิลลิลิตร |
| 27 ก.ค. 37 | 922 มิลลิลิตร | 28 ก.ย. 37 | 199 มิลลิลิตร |
| 28 ก.ค. 37 | 687 มิลลิลิตร | 3 ต.ค. 37 | 205 มิลลิลิตร |
| 29 ก.ค. 37 | 216 มิลลิลิตร | 12 ต.ค. 37 | 184 มิลลิลิตร |
| 1 ส.ค. 37 | 262 มิลลิลิตร | 26 ต.ค. 37 | 213 มิลลิลิตร |
| 2 ส.ค. 37 | 530 มิลลิลิตร | 30 ต.ค. 37 | 355 มิลลิลิตร |
| 3 ส.ค. 37 | 332 มิลลิลิตร | 11 พ.ย. 37 | 140 มิลลิลิตร |
| 5 ส.ค. 37 | 335 มิลลิลิตร | 14 พ.ย. 37 | 318 มิลลิลิตร |
| 8 ส.ค. 37 | 235 มิลลิลิตร | 18 พ.ย. 37 | 222 มิลลิลิตร |
| 10 ส.ค. 37 | 490 มิลลิลิตร | 22 พ.ย. 37 | 289 มิลลิลิตร |

**หมายเหตุ** ปริมาณการใช้น้ำคิดเฉลี่ย = 394.67 มิลลิลิตร/ต้น/วัน
หรือประมาณ 28.42 ลิตร/วัน (72 ต้น)

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณการใช้น้ำที่วัดจากมาตรวัดน้ำ เข้า-ออก ของระบบ

| วัน-เดือน-ปี | เข้า ($m^3$) | ออก ($m^3$) | วัน-เดือน-ปี | เข้า ($m^3$) | ออก ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 ส.ค. 37 | 0.1580 | 0.0824 | 3 ต.ค. 37 | 0.2584 | 0.0864 |
| 8 ส.ค. 37 | 0.4692 | 0.2457 | 4 ต.ค. 37 | 0.3330 | 0.0170 |
| 10 ส.ค. 37 | 0.1871 | 0.0584 | 6 ต.ค. 37 | 0.0384 | 0.0064 |
| 2 ก.ย. 37 | 20.5065 | 8.9573 | 7 ต.ค. 37 | 0.0428 | 0.0312 |
| 5 ก.ย. 37 | 0.3899 | 0.2039 | 12 ต.ค. 37 | 0.2822 | 0.1309 |
| 6 ก.ย. 37 | 1.0627 | 0.4219 | 16 ต.ค. 37 | 0.2169 | 0.1075 |
| 7 ก.ย. 37 | 0.5109 | 0.2089 | 21 ต.ค. 37 | 4.8355 | 1.7807 |
| 9 ก.ย. 37 | 0.6691 | 0.1762 | 26 ต.ค. 37 | 1.1244 | 1.5534 |
| 12 ก.ย. 37 | 1.2043 | 0.6205 | 28 ต.ค. 37 | 0.2770 | 0.0794 |
| 14 ก.ย. 37 | 0.1716 | 0.0815 | 30 ต.ค. 37 | 0.0390 | 0.0909 |
| 16 ก.ย. 37 | 0.0214 | 0.0103 | 2 พ.ย. 37 | 0.5560 | 0.4665 |
| 17 ก.ย. 37 | 0.0206 | 0.0100 | 3 พ.ย. 37 | 0.2240 | 0.0063 |
| 18 ก.ย. 37 | 0.0417 | 0.0222 | 6 พ.ย. 37 | 0.2480 | 0.2923 |
| 19 ก.ย. 37 | 1.4957 | 0.5520 | 7 พ.ย. 37 | 0.1603 | 0.0918 |
| 20 ก.ย. 37 | 0.0376 | 0.2279 | 9 พ.ย. 37 | 0.1112 | 0.0900 |
| 21 ก.ย. 37 | 16.5440 | 8.8403 | 11 พ.ย. 37 | 0.3498 | 0.1092 |
| 22 ก.ย. 37 | 0.5411 | 0.0100 | 14 พ.ย. 37 | 0.3391 | 0.2167 |
| 24 ก.ย. 37 | 0.0440 | 0.0817 | 15 พ.ย. 37 | 0.0011 | 0.0004 |
| 25 ก.ย. 37 | 1.3110 | 1.6639 | 18 พ.ย. 37 | 0.2210 | 0.1303 |
| 26 ก.ย. 37 | 1.2366 | 0.5688 | 22 พ.ย. 37 | 0.4451 | 0.2621 |
| 28 ก.ย. 37 | 1.1270 | 0.6359 | 28 พ.ย. 37 | 0.4732 | 0.2989 |

ตารางที่ 6 แสดงค่า pH และ EC ของสารละลายจากหัวน้ำหยด

| วัน-เดือน-ปี | pH | EC |
|---|---|---|
| 8 ก.ค. 37 | 6.07 | 1.96 |
| 18 ก.ค. 37 | 6.19 | 1.90 |
| 26 ก.ค. 37 | 5.88 | 1.85 |
| 5 ส.ค. 37 | 6.19 | 2.05 |
| 8 ส.ค. 37 | 6.07 | 1.90 |
| 11 ส.ค. 37 | 6.21 | 1.98 |
| 18 ส.ค. 37 | 5.96 | 2.02 |
| 23 ส.ค. 37 | 5.92 | 1.98 |
| 26 ส.ค. 37 | 5.89 | 2.13 |
| 29 ส.ค. 37 | 5.86 | 1.96 |
| 2 ก.ย. 37 | 5.88 | 1.53 |
| 5 ก.ย. 37 | 5.81 | 1.52 |
| 7 ก.ย. 37 | 6.01 | 1.68 |
| 9 ก.ย. 37 | 5.96 | 1.70 |
| 12 ก.ย. 37 | 5.86 | 1.63 |
| 19 ก.ย. 37 | 5.82 | 1.73 |
| 28 ก.ย. 37 | 5.98 | 1.86 |
| 30 ก.ย. 37 | 6.63 | 1.70 |
| 7 ต.ค. 37 | 6.25 | 1.87 |
| 14 ต.ค. 37 | 6.20 | 2.15 |
| 19 ต.ค. 37 | 6.01 | 2.08 |
| 28 ต.ค. 37 | 5.80 | 1.98 |
| 4 พ.ย. 37 | 5.98 | 2.02 |
| 10 พ.ย. 37 | 6.07 | 2.12 |
| 22 พ.ย. 37 | 6.10 | 2.09 |
| เฉลี่ย | 6.02 | 1.90 |

ตารางที่ 7 แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก

| TREATMENT | ค่า pH สารละลายในวัสดุปลูก | | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 ก.ค. 37 | 18 ส.ค. 37 | 9 ก.ย. 37 | 19 ต.ค. 37 | 10 พ.ย. 37 | | |
| ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) | 6.53 | 7.32 | 7.67 | 6.95 | 6.53 | 35.00 | 7.00 |
| Rock wool | 6.89 | 7.31 | 7.65 | 7.1 | 6.89 | 35.84 | 7.17 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 7.08 | 7.63 | 7.96 | 7.21 | 7.08 | 36.96 | 7.39 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 7.43 | 7.32 | 7.94 | 7.52 | 7.43 | 37.64 | 7.53 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 7.34 | 7.75 | 7.94 | 7.47 | 7.34 | 37.84 | 7.57 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 7.12 | 7.34 | 7.92 | 7.23 | 7.11 | 36.72 | 7.34 |

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 1.175 | 0.235 | 1.891 ns | 2.62 | 3.90 |
| EX.ERROR | 24 | 2.981 | 0.124 | | | |
| TOTAL | 29 | 4.156 | 0.143 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 4.81 %

LSD .05 = 0.4600955

LSD .01 = 0.6234918

ตารางที่ 9 แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก

| TREATMENT | ค่า EC สารละลายในวัสดุปลูก | | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 ก.ค. 37 | 18 ส.ค. 37 | 9 ก.ย. 37 | 19 ต.ค. 37 | 10 พ.ย. 37 | | |
| ฟองน้ำ(เบลเยี่ยม) | 2.08 | 1.89 | 1.21 | 2.16 | 2.38 | 9.72 | 1.94 |
| Rock wool | 2.19 | 1.94 | 1.36 | 2.24 | 2.45 | 10.18 | 2.04 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 2.18 | 1.85 | 1.27 | 2.19 | 2.33 | 9.82 | 1.96 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 2.08 | 1.83 | 1.30 | 1.84 | 2.03 | 9.08 | 1.82 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 2.08 | 1.84 | 1.23 | 1.72 | 1.90 | 8.77 | 1.75 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 2.06 | 1.99 | 1.32 | 1.96 | 2.22 | 9.55 | 1.91 |

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 0.265 | 0.053 | 0.363 $^{ns}$ | 2.62 | 3.90 |
| EX.ERROR | 24 | 3.495 | 0.146 | | | |
| TOTAL | 29 | 3.760 | 0.130 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 20.04 %

LSD .05 = 0.4981472

LSD .01 = 0.6750571

ตารางที่ 11 แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537)

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 7.45 | 7.62 | 7.48 | 6.74 | 29.29 | 7.32 |
| Rock wool | 7.28 | 7.67 | 7.17 | 7.13 | 29.25 | 7.31 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 7.68 | 7.60 | 7.82 | 7.43 | 30.53 | 7.63 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 7.49 | 7.24 | 7.15 | 7.38 | 29.26 | 7..31 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 7.80 | 8.08 | 7.39 | 7.72 | 30.99 | 7.75 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 7.22 | 7.60 | 7.10 | 7.42 | 29.34 | 7.34 |

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537)

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 0.753 | 0.151 | 2.285 | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 1.186 | 0.066 | | | |
| TOTAL | 23 | 1.939 | 0.084 | | | |

* = SIGNIFICANT AT 5% LEVEL

CV = 3.45 %

LSD .05 = 0.3813902

LSD .01 = 0.5224374

ตารางที่ 13 แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537)

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 1.93 | 1.80 | 1.93 | 1.91 | 7.57 | 1.89 |
| Rock wool | 1.99 | 1.94 | 2.04 | 1.79 | 7.76 | 1.94 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 1.91 | 1.72 | 1.72 | 2.04 | 7.39 | 1.85 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 1.84 | 1.88 | 1.77 | 1.83 | 7.32 | 1.83 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 1.84 | 1.76 | 1.86 | 1.90 | 7.36 | 1.84 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 2.01 | 1.90 | 2.04 | 3.02 | 7.97 | 1.99 |

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (8 กรกฎาคม 2537)

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 0.084 | 0.017 | 2.027 $^{ns}$ | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 0.149 | 0.008 | | | |
| TOTAL | 23 | 0.232 | 0.010 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 4.81 %

LSD .05 = 0.1349951

LSD .01 = 0.1849195

ตารางที่ 15 แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537)

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 6.75 | 6.45 | 6.46 | 6.46 | 26.12 | 6.53 |
| Rock wool | 6.95 | 7.23 | 6.92 | 6.47 | 27.57 | 6.89 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 6.93 | 7.02 | 6.82 | 7.53 | 28.30 | 7.08 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 7.63 | 7.34 | 7.53 | 7.21 | 29.71 | 7.43 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 7.63 | 6.87 | 7.40 | 7.45 | 29.35 | 7.34 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 7.23 | 7.34 | 6.89 | 7.01 | 28.47 | 7.12 |

ตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537)

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 2.098 | 0.420 | 6.243** | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 1.210 | 0.067 | | | |
| TOTAL | 23 | 3.308 | 0.144 | | | |

** = SIGNIFICANT AT 1% LEVEL

CV = 3.67 %

LSD .05 = 0.3851537

LSD .01 = 0.5275927

ตารางที่ 17 แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537)

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 3.14 | 2.05 | 2.00 | 2.33 | 9.52 | 2.38 |
| Rock wool | 2.17 | 2.98 | 2.26 | 2.37 | 9.78 | 2.44 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 2.10 | 2.51 | 2.53 | 2.18 | 9.32 | 2.33 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 1.92 | 2.15 | 1.79 | 2.24 | 8.10 | 2.03 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 1.77 | 1.83 | 2.02 | 1.96 | 7.58 | 1.89 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 2.51 | 1.59 | 2.28 | 2.50 | 8.88 | 2.22 |

ตารางที่ 18 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก (10 พฤศจิกายน 2537)

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 0.927 | 0.185 | 0.185 $^{ns}$ | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 2.114 | 0.117 | | | |
| TOTAL | 23 | 3.041 | 0.132 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 15.46 %

LSD .05 = 0.5090922

LSD .01 = 0.6973667

ตารางที่ 19 แสดงค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ก่อนปลูก

| TREATMENT | REPLICATION | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 0.07 | 0.08 | 0.15 | 0.08 |
| Rock wool | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.05 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 0.69 | 0.96 | 1.65 | 0.83 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 0.76 | 0.75 | 1.51 | 0.76 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 0.74 | 0.78 | 1.52 | 0.76 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 0.89 | 0.86 | 1.75 | 0.88 |

ตารางที่ 20 แสดงค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ หลังการปลูก 1 ปี

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.46 | 0.11 |
| Rock wool | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.32 | 0.08 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 0.66 | 0.56 | 0.66 | 0.66 | 2.54 | 0.63 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 0.61 | 0.54 | 0.66 | 0.59 | 2.40 | 0.60 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 0.46 | 0.52 | 0.66 | 0.59 | 2.23 | 0.56 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 0.65 | 0.69 | 0.66 | 0.61 | 2.61 | 0.65 |

ตารางที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ

| TREATMENT | ก่อนปลูก | หลังปลูก 1 ปี |
|---|---|---|
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 0.08 | 0.11 |
| Rock wool | 0.05 | 0.08 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 0.83 | 0.63 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 0.76 | 0.60 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 0.76 | 0.60 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 0.88 | 0.65 |

ตารางที่ 22 แสดงค่าจำนวนดอกกุหลาบ

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 15.00 | 8.00 | 17.00 | 4.00 | 44.00 | 11.00 |
| Rock wool | 19.00 | 18.00 | 18.00 | 8.00 | 63.00 | 15.75 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 9.00 | 16.00 | 11.00 | 10.00 | 46.00 | 11.50 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 11.00 | 14.00 | 14.00 | 2.00 | 41.00 | 10.25 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 6.00 | 13.00 | 8.00 | 6.00 | 33.00 | 8.25 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 14.00 | 11.00 | 14.00 | 6.00 | 45.00 | 11.25 |

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของจำนวนดอกกุหลาบ

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 121.333 | 24.267 | 1.114 $^{ns}$ | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 392.000 | 21.778 | | | |
| TOTAL | 23 | 513.333 | 22.319 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 41.18 %

LSD .05 = 6.932947

LSD .01 = 9.496916

ตารางที่ 24 แสดงค่าเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 2.08 | 2.43 | 1.61 | 2.19 | 8.31 | 2.08 |
| Rock wool | 2.45 | 2.58 | 2.15 | 2.43 | 9.61 | 2.40 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 2.14 | 2.38 | 2.13 | 2.13 | 8.78 | 2.20 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 1.97 | 2.21 | 2.22 | 2.22 | 8.62 | 2.15 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 1.56 | 2.14 | 1.95 | 1.75 | 7.40 | 1.85 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 2.27 | 2.60 | 2.17 | 2.35 | 9.39 | 2.35 |

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของเปอร์เซนต์ไนโตรเจนในใบกุหลาบ

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 0.790 | 0.158 | 3.408* | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 0.835 | 0.046 | | | |
| TOTAL | 23 | 1.625 | 0.071 | | | |

* = SIGNIFICANT AT 5% LEVEL

CV = 9.92 %

LSD .05 = 0.319942

LSD .01 = 0.4382642

ตารางที่ 26 แสดงค่าเปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 0.69 | 0.80 | 0.55 | 0.85 | 2.89 | 0.72 |
| Rock wool | 0.70 | 0.74 | 1.23 | 0.74 | 3.41 | 0.85 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 0.73 | 0.86 | 0.78 | 0.66 | 3.03 | 0.76 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 0.68 | 0.69 | 0.76 | 0.78 | 2.91 | 0.73 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 0.68 | 0.80 | 0.70 | 0.62 | 2.80 | 0.70 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 0.77 | 1.04 | 0.73 | 0.86 | 3.40 | 0.85 |

ตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของเปอร์เซนต์ฟอสฟอรัสในใบกุหลาบ

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 0.089 | 0.018 | 0.927 $^{ns}$ | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 0.347 | 0.019 | | | |
| TOTAL | 23 | 0.436 | 0.019 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 18.06 %

LSD .05 = 0.2061825

LSD .01 = 0.2824337

ตารางที่ 28 แสดงปริมาณโปแทสเซียมในใบกุหลาบ

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 17.79 | 18.23 | 13.52 | 16.95 | 66.49 | 16.62 |
| Rock wool | 16.50 | 17.40 | 15.35 | 15.90 | 65.15 | 16.29 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 15.80 | 15.41 | 15.04 | 16.05 | 62.30 | 15.58 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 15.13 | 15.82 | 15.67 | 15.83 | 62.45 | 15.61 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 12.17 | 16.78 | 15.79 | 13.58 | 58.32 | 14.58 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 15.00 | 17.87 | 18.98 | 15.63 | 67.48 | 16.87 |

ตารางที่ 29 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของปริมาณโปแทสเซียมในใบกุหลาบ

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 14.160 | 2.832 | 1.258 $^{ns}$ | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 40.507 | 2.250 | | | |
| TOTAL | 23 | 54.667 | 2.377 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 9.42 %

LSD .05 = 2.228633

LSD .01 = 3.052835

ตารางที่ 30 แสดงปริมาณน้ำหนักสดของต้นกุหลาบ

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 79.39 | 58.71 | 69.30 | 40.61 | 248.01 | 62.00 |
| Rock wool | 68.18 | 65.84 | 40.45 | 70.67 | 245.14 | 61.29 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 60.91 | 89.47 | 55.85 | 89.28 | 295.51 | 73.88 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 86.20 | 65.13 | 60.08 | 56.33 | 267.74 | 66.94 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 100.41 | 50.88 | 65.57 | 64.47 | 281.33 | 70.33 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 63.80 | 88.69 | 99.61 | 61.31 | 313.41 | 78.35 |

ตารางที่ 31 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของปริมาณน้ำหนักสดของต้นกุหลาบ

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 902.157 | 180.431 | 0.610 $^{ns}$ | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 5322.961 | 295.720 | | | |
| TOTAL | 23 | 6225.118 | 270.657 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

CV = 25.00 %

LSD .05 = 25.54768

LSD .01 = 34.99582

ตารางที่ 32 แสดงปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบ

| TREATMENT | REPLICATION | | | | TOTAL | AVERAGE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ฟองน้ำ (เบลเยี่ยม) | 30.33 | 20.27 | 27.95 | 12.75 | 91.30 | 22.83 |
| Rock wool | 20.54 | 20.53 | 12.63 | 20.86 | 74.56 | 18.64 |
| ขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) | 23.74 | 30.41 | 20.50 | 33.16 | 107.81 | 26.95 |
| ขี้เลื่อย+ทราย (1:1) | 32.58 | 23.46 | 20.58 | 18.80 | 95.42 | 23.86 |
| แกลบสด+ทราย (1:1) | 41.68 | 12.34 | 23.54 | 23.62 | 101.18 | 25.30 |
| ขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) | 23.65 | 35.10 | 42.08 | 23.59 | 124.42 | 31.11 |

ตารางที่ 33 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบ

| SOURCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TREATMENT | 5 | 349.471 | 69.894 | 1.099 ns | 2.77 | 4.25 |
| EX.ERROR | 18 | 1144.507 | 63.584 | | | |
| TOTAL | 23 | 1493.978 | 64.956 | | | |

NS = NOT SIGNIFICANT

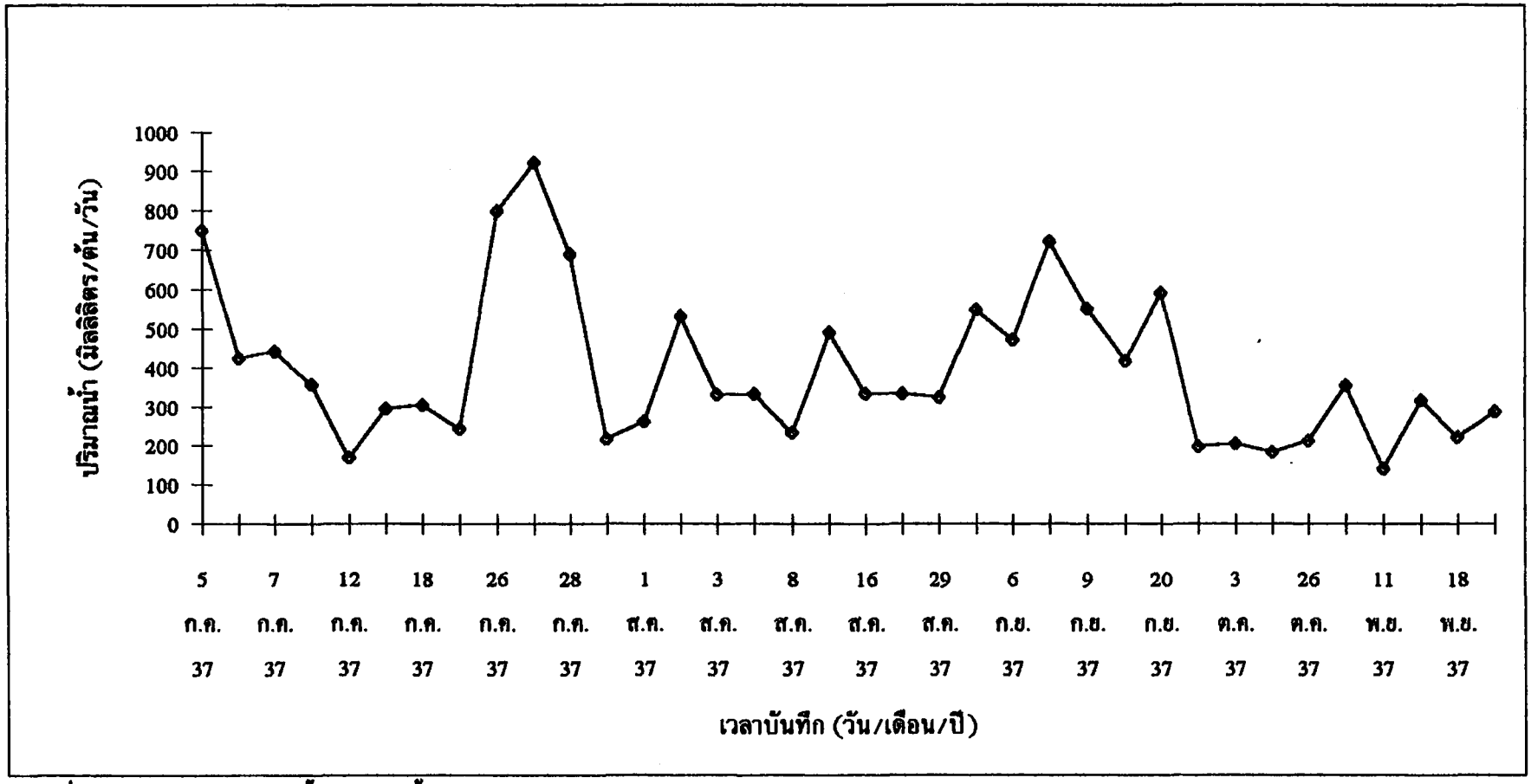
CV = 32.18 %

LSD .05 = 11.84633

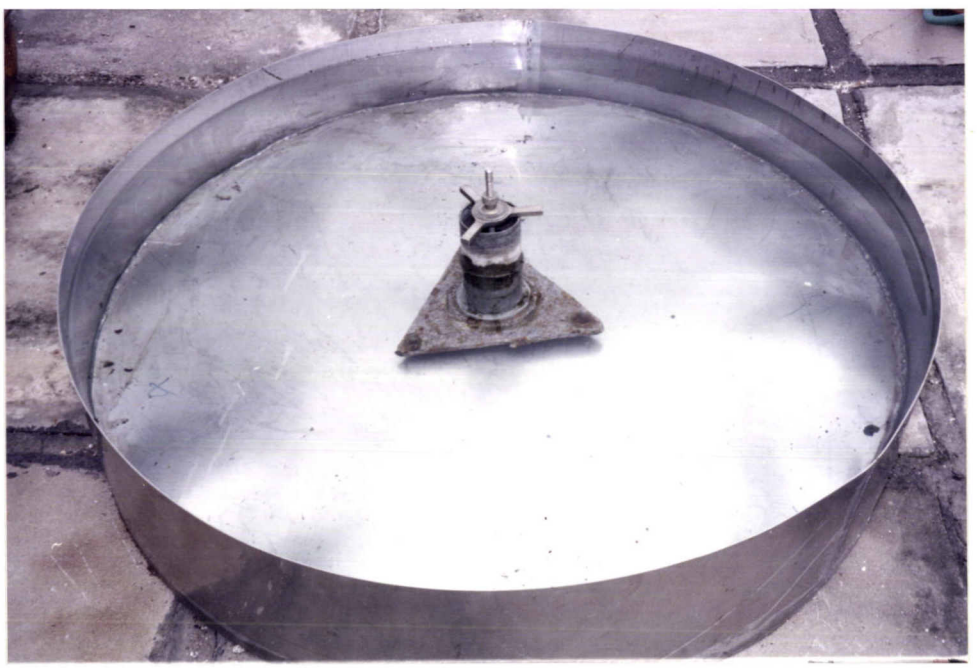
LSD .01 = 16.22739

ตารางที่ 34 แสดงราคาสารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลาย

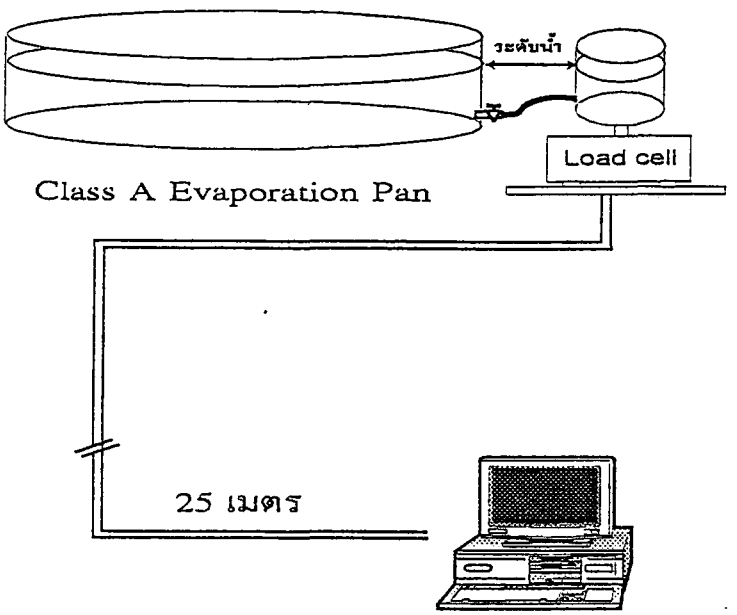
| ลำดับ | ชื่อสารเคมี | | ปริมาณ / หน่วย | ราคาต่อหน่วย (รวม Vat 7%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | กรดไนตริก | $HNO_3$ | 20 ลิตร | 1,100 |
| 2 | กรดฟอสฟอริก | $H_3PO_4$ | 20 ลิตร | 1,300 |
| 3 | กรดซัลฟุริก | $H_2SO_4$ | 20 ลิตร | 800 |
| 4 | กรดบอริก | $H_3BO_3$ (17 % B) | 450 กรัม | 100 |
| 5 | คอบเปอร์ซัลเฟต | $CuSO_4.5H_2O$ (25 % Cu) | 450 กรัม | 50 |
| 6 | แคลเซี่ยมไนเตรท | $Ca(NO_3)_2$ | 50 กิโลกรัม | 550 |
| 7 | ซิงค์ซัลเฟต | $ZnSO_4.7H_2O$ (22 % Zn) | 450 กรัม | 80 |
| 8 | โซเดียมไฮดรอกไซด์ | NaOH | 1 กิโลกรัม | 40 |
| 9 | แมกนีเซียมซัลเฟต | $MgSO_4$ | 1 กิโลกรัม | 35 |
| 10 | แมงกานีสซัลเฟต | $MnSO_4.4H_2O$ (24 % Mn) | 450 กรัม | 80 |
| 11 | เฟอร์รัสซัลเฟต | $FeSO_4.7H_2O$ | 1 กิโลกรัม | 25 |
| 12 | โปแทสเซียมไนเตรท | $KNO_3$ | 50 กิโลกรัม | 550 |
| 13 | แอมโมเนียมโมลิบเดต | $(NH_4)MoO_4$ (45 % Mo) | 500 กรัม | 1,100 |
| 14 | EDTA | | 1 กิโลกรัม | 200 |

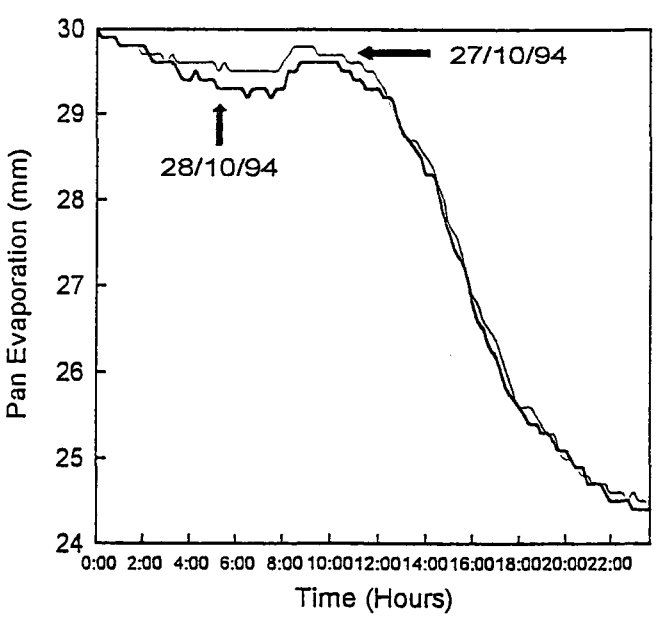



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณการใช้น้ำ/ต้น(หัวน้ำหยด)/วัน

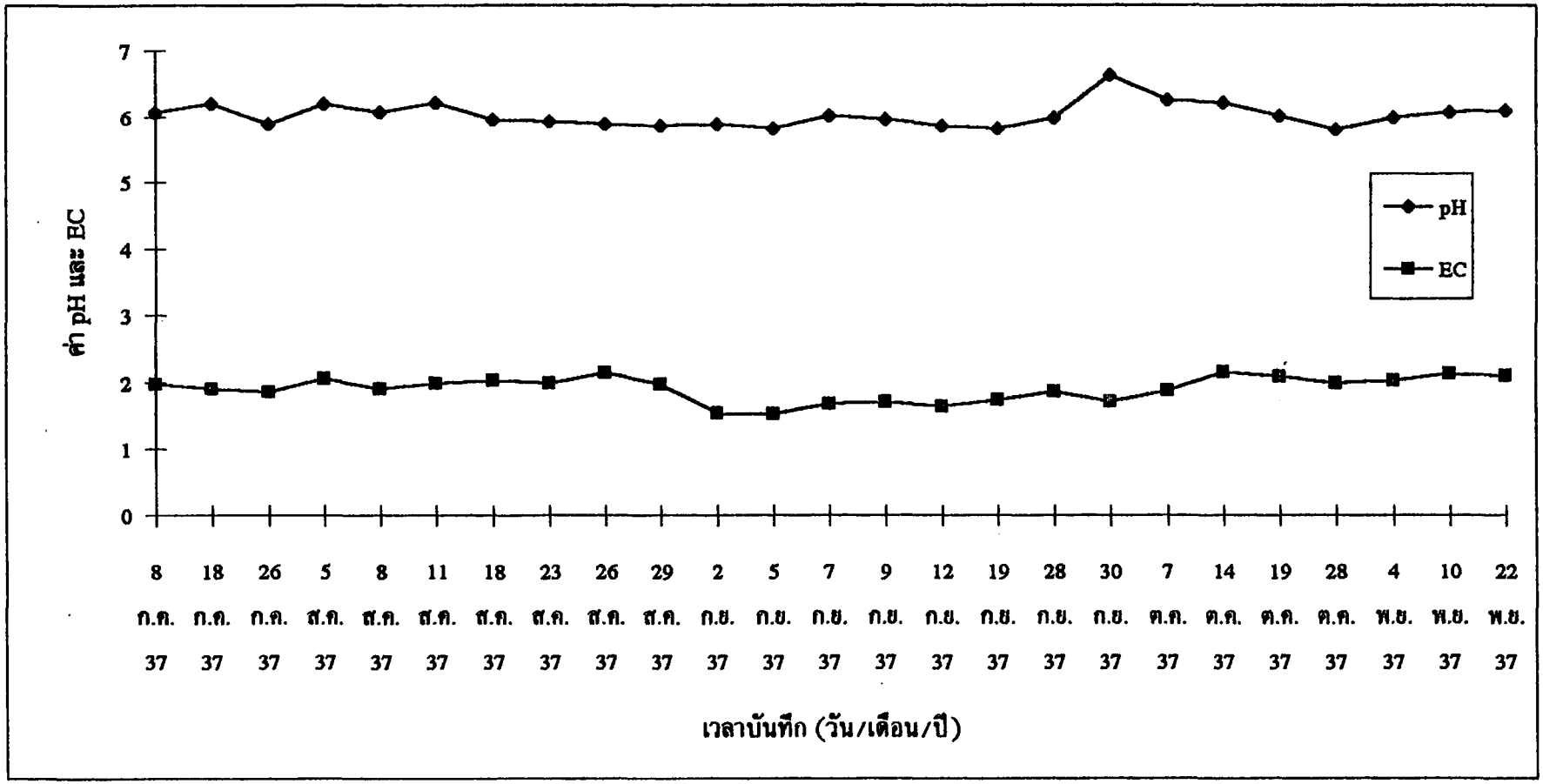


ภาพที่ 2 แสดงถาดวัดการระเหยของน้ำ

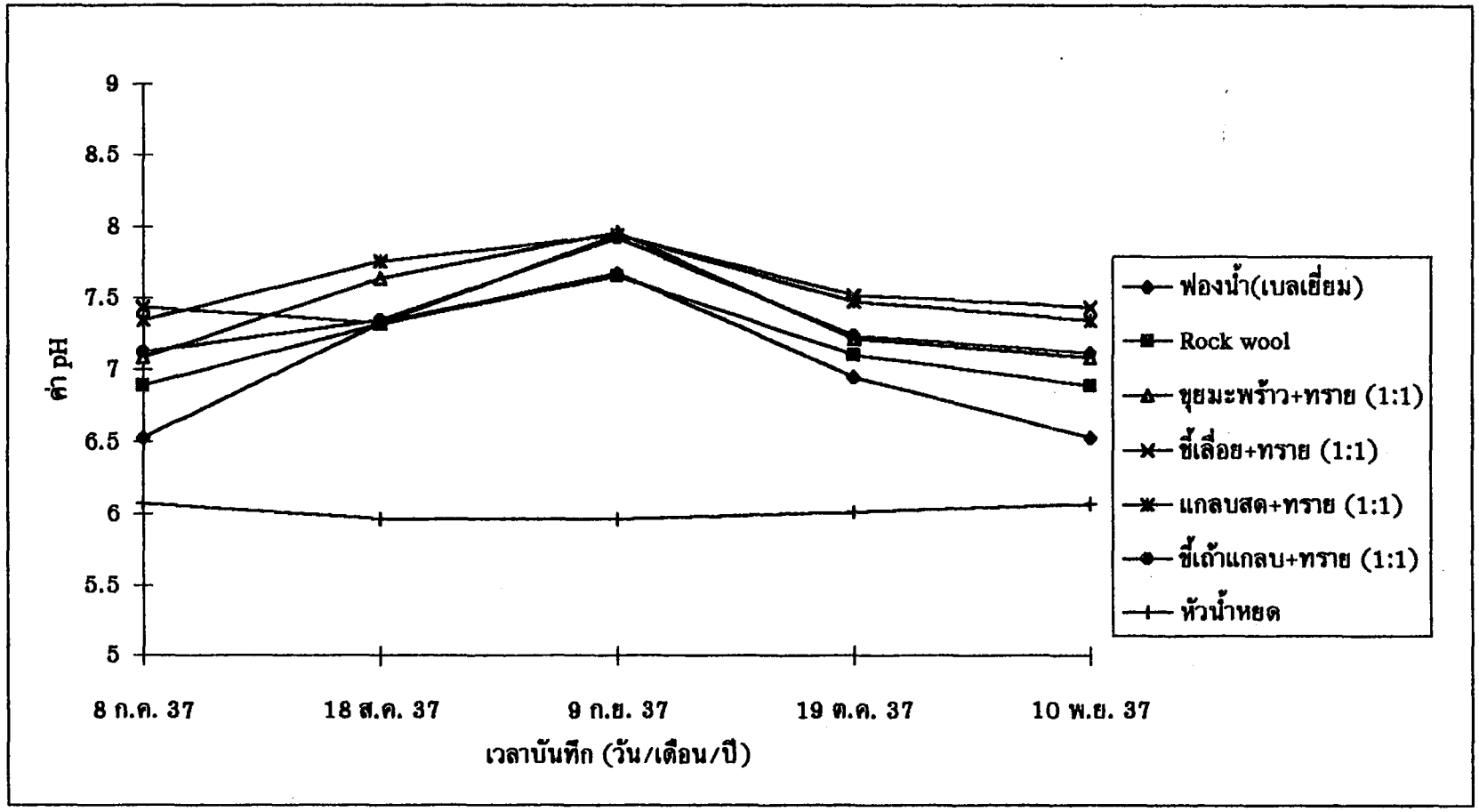


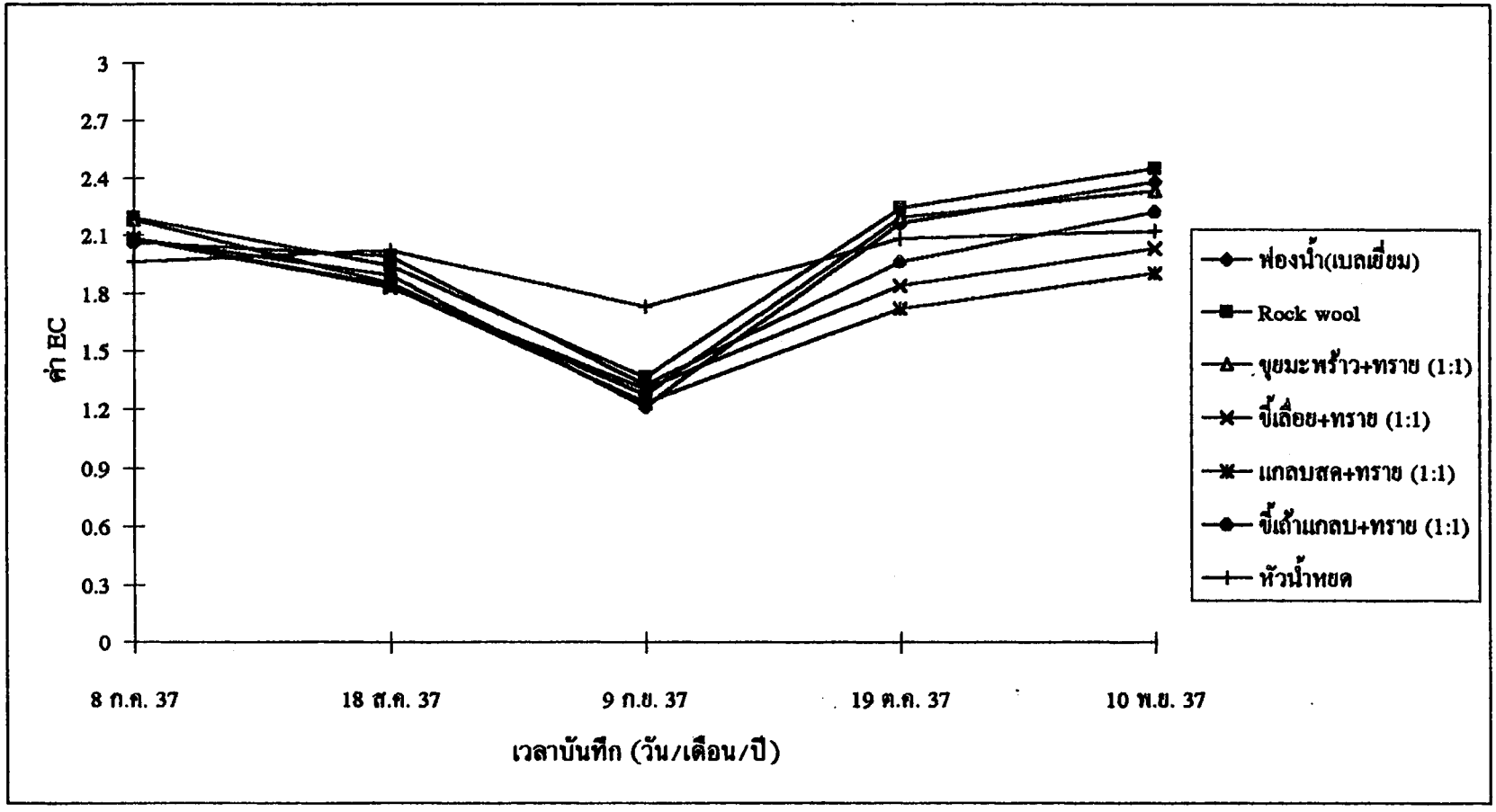

**ภาพที่ 3 แสดงค่าการวัดการระเหยของน้ำ 24 ชั่วโมง**



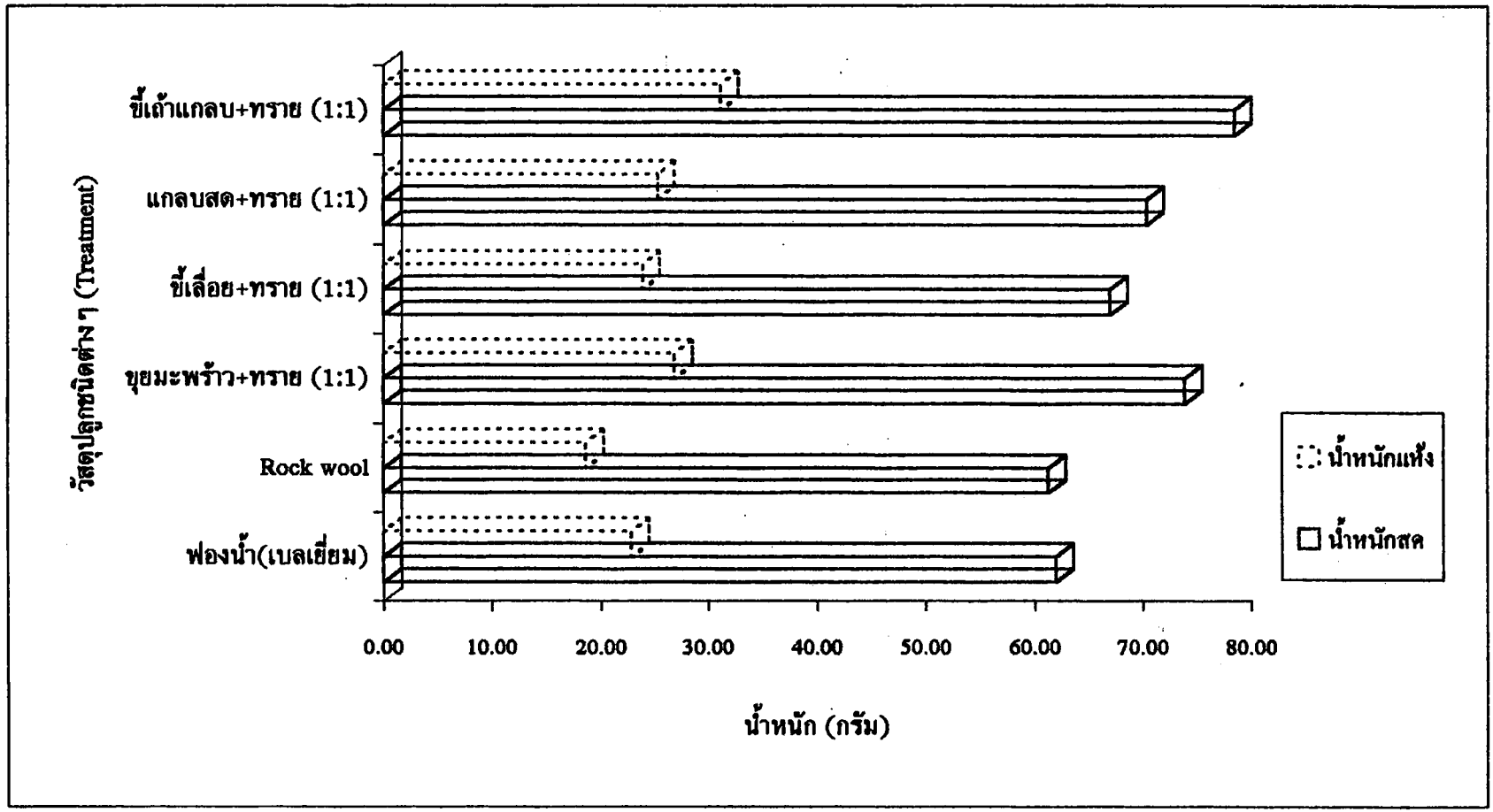

ภาพที่ 4 แสดงค่า pH และ EC ของสารละลายจากหัวน้ำหยด




ภาพที่ 5 แสดงค่า pH ของสารละลายในวัสดุปลูก

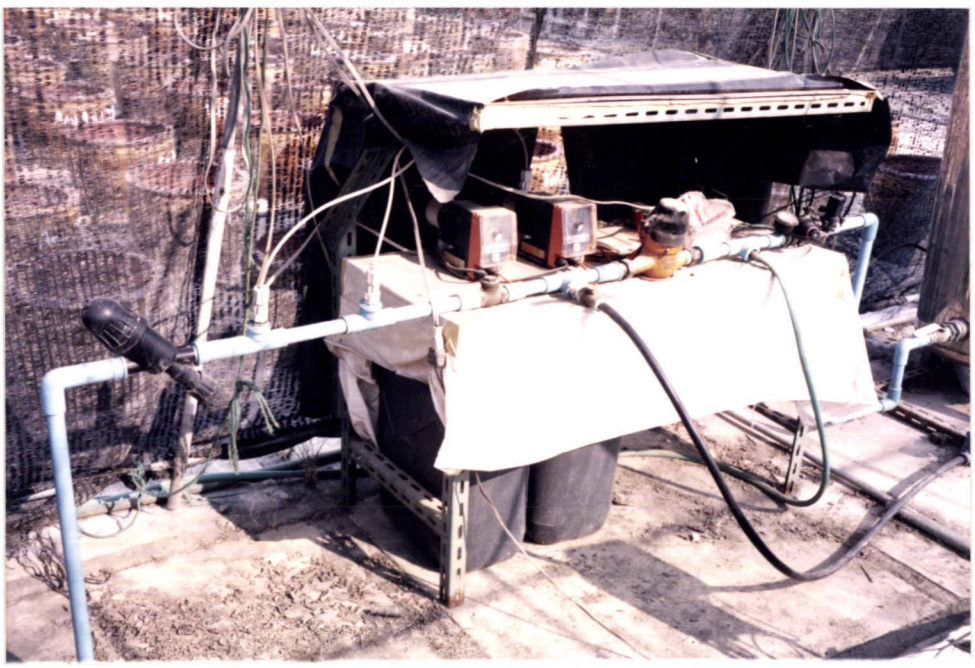



ภาพที่ 6 แสดงค่า EC ของสารละลายในวัสดุปลูก

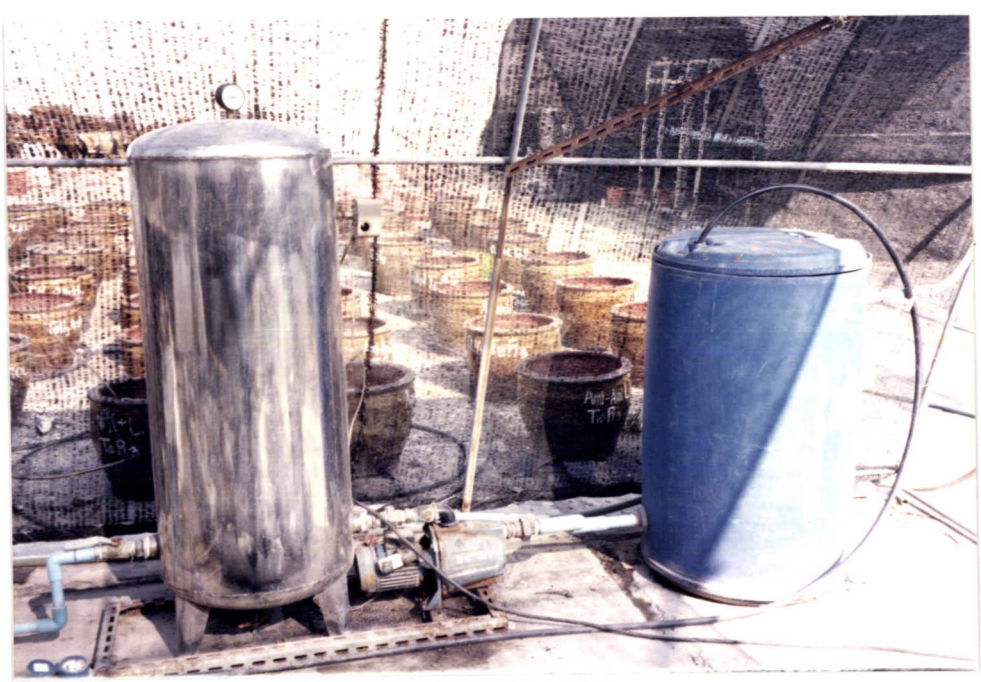



ภาพที่ 7 แสดงปริมาณน้ำหนักสด-แห้งของต้นกุหลาบ

ภาพที่ 8 แสดงการปลูกกุหลาบด้วยเทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

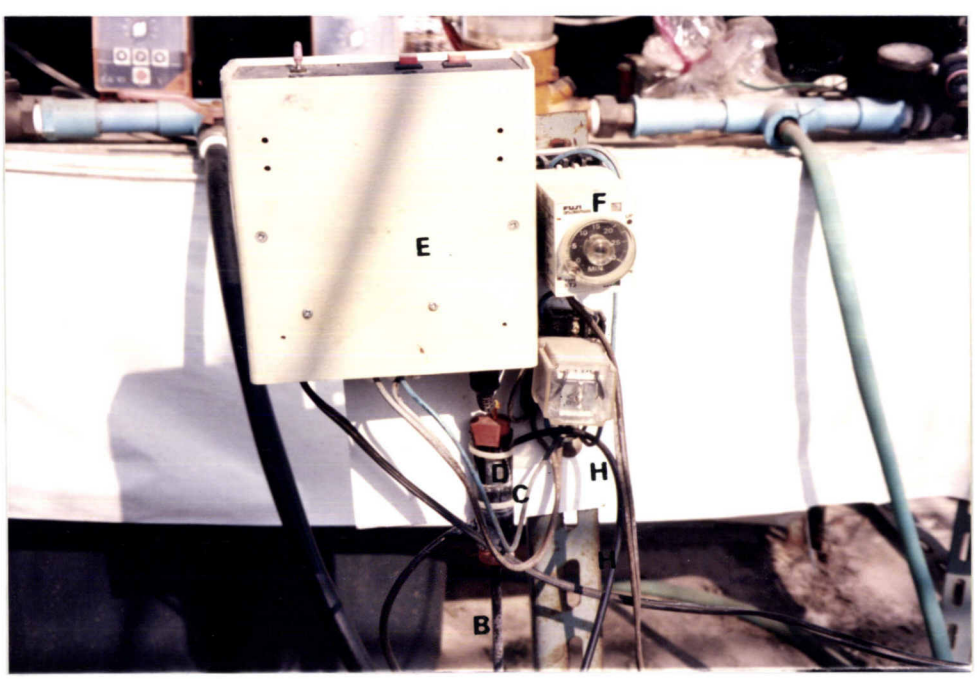


ภาพที่ 9 แสดงระบบการเตรียมสารละลายอัตโนมัติ (1)

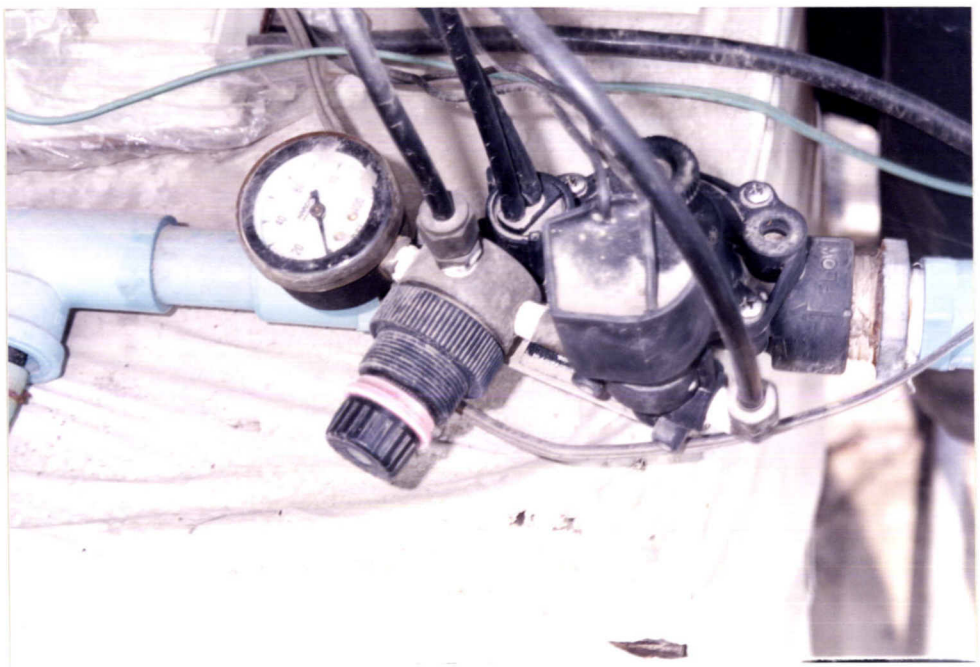


ภาพที่ 10 แสดงระบบการเตรียมสารละลายอัตโนมัติ (2)

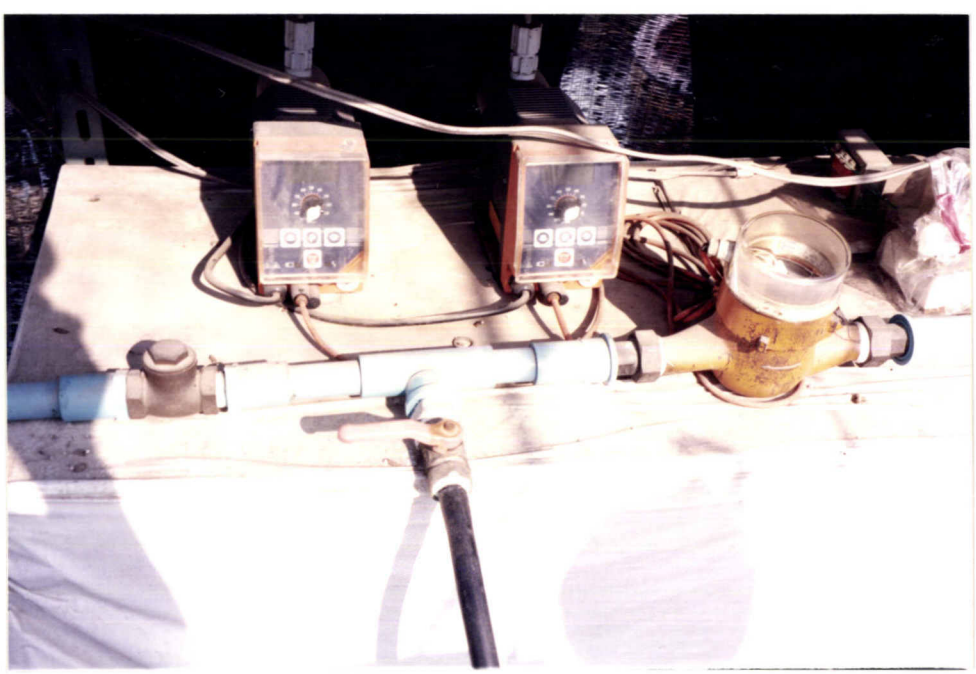
ภาพที่ 11 แสดงเครื่องให้น้ำอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก (1)




ภาพที่ 12 แสดงเครื่องให้น้ำอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก (2)



ภาพที่ 13 แสดงเครื่องมือ Solenoid Valve

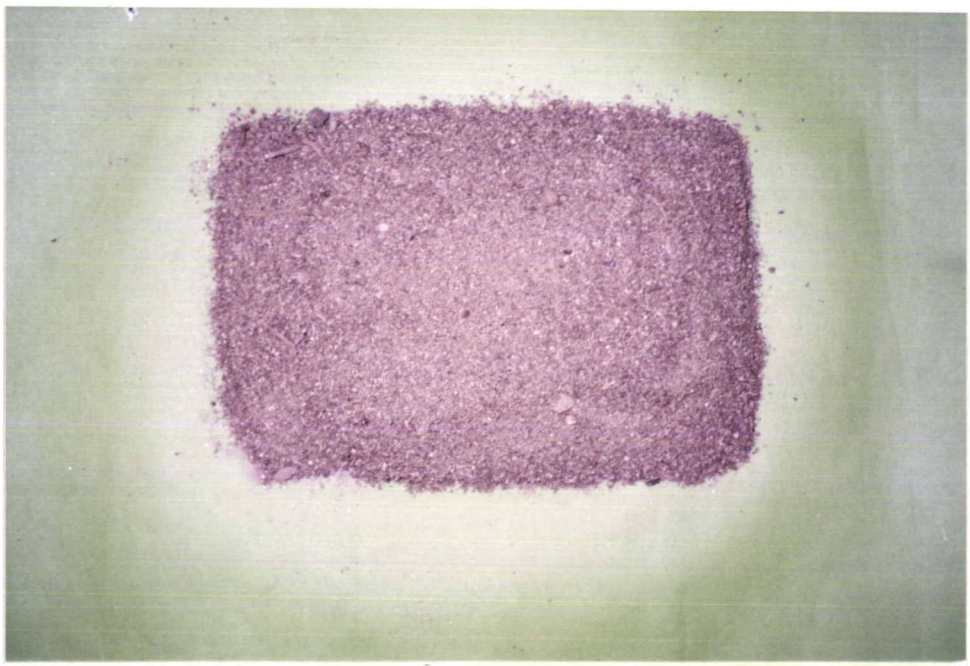


ภาพที่ 14 แสดงปั๊มสารละลาย, มาตรวัดน้ำเข้า และวาล์วปรับค่า pH และ EC

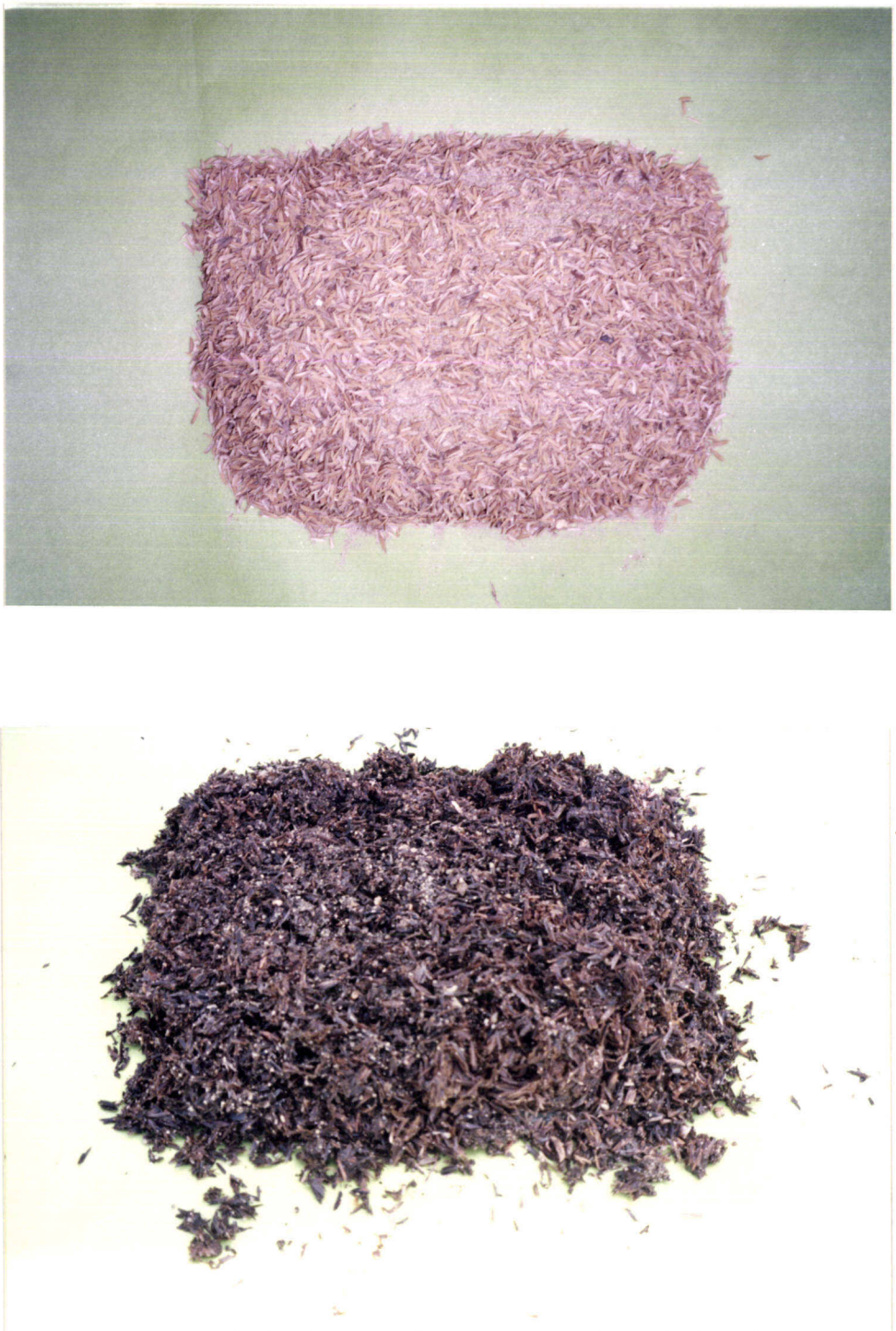
ภาพที่ 15 แสดงฟองน้ำ(เบลเยี่ยม)ก่อน-หลังการปลูก

ภาพที่ 16 แสดง Rock wool ก่อน-หลังการปลูก

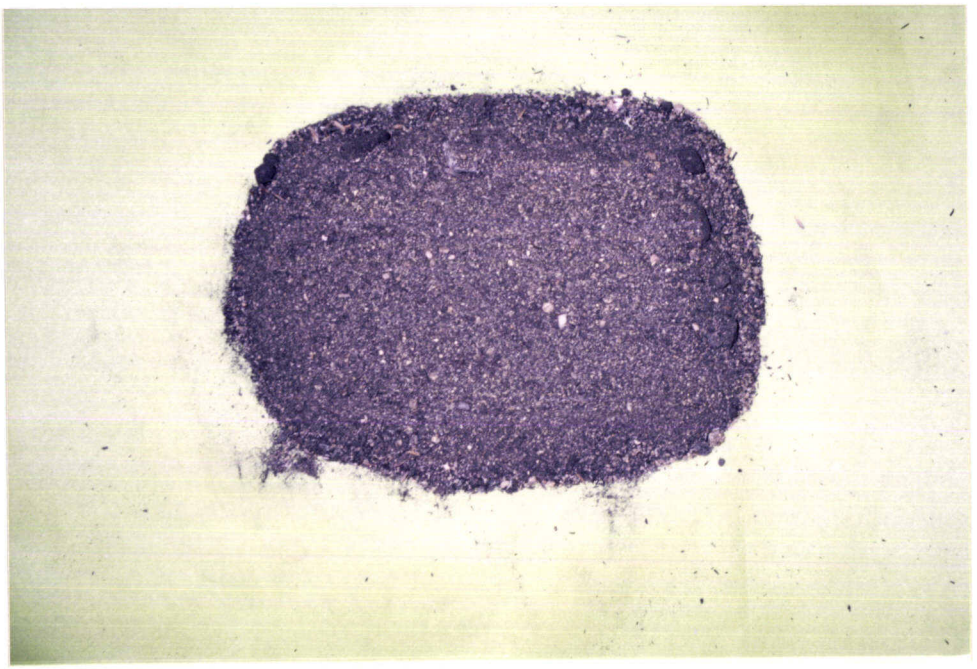
ภาพที่ 17 แสดงขุยมะพร้าว+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก



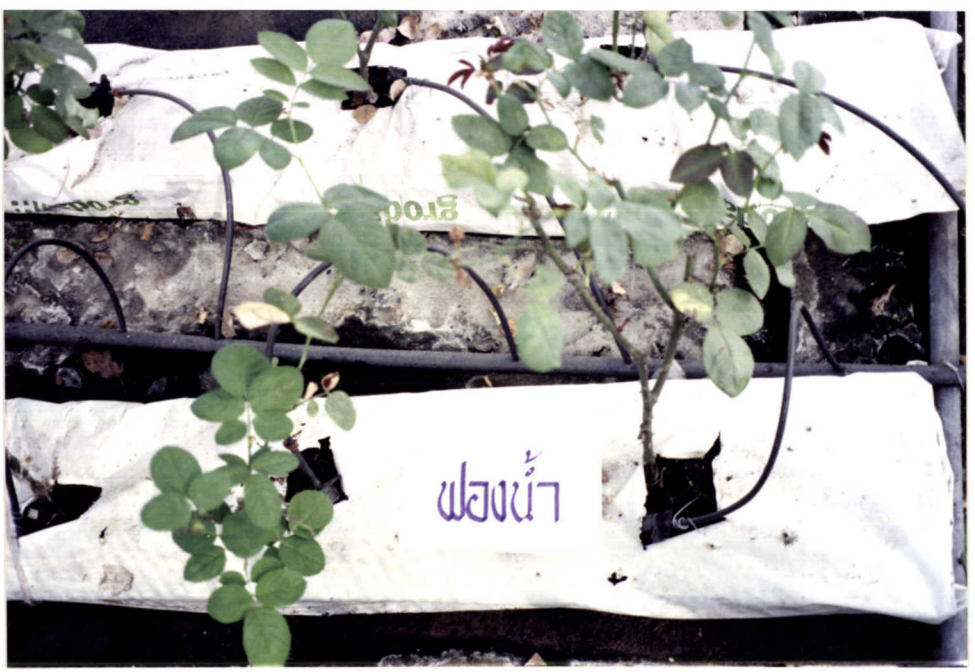
ภาพที่ 18 แสดงขี้เลื่อย+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก



ภาพที่ 19 แสดงแกลบสด+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก



ภาพที่ 20 แสดงขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1) ก่อน-หลังการปลูก




ภาพที่ 21 แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในฟองน้ำ(เบลเยี่ยม)

ภาพที่ 22 แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกใน Rock wool

ภาพที่ 23 แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในชุยมะพร้าว+ทราย (1:1)

ภาพที่ 24 แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในขี้เลื่อย+ทราย (1:1)

ภาพที่ 25 แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในแกลบสด+ทราย (1:1)

ภาพที่ 26 แสดงต้นกุหลาบที่ปลูกในขี้เถ้าแกลบ+ทราย (1:1)

ภาพที่ 27 แสดงอาการขาดธาตุเหล็กของต้นกุหลาบ

ภาพที่ 28 แสดงอาการโรคใบจุด (Black Spot) ในกุหลาบ

ภาพที่ 29 แสดงอาการใบบิดงอที่เกิดจากเพลี้ยไฟในกุหลาบ

ภาพที่ 30 แสดงอาการใบแหว่งที่เกิดจากแมลงปีกแข็งกัดกินใบ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร ท้องสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง