ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

อิทธิพลของความยาวรางระบบ NFT ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ , การละลายตัวของออกซิเจน EC, pH และการเจริญเติบโตของพืช

Effect of NFT gully length on Temperature, Dissoluble of Oxygen ,EC , pH and Vegetable Growth

โดย

นางสาวไพจิตร ทรัพย์วัฒนานนท์ รหัส 38044091

นางสาวอัมพร เหล็กเกิดผล รหัส 38044139

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

...เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

อิทธิพลของความยาวรางระบบ NFT ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ , การละลายตัวของออกซิเจน EC, pH และการเจริญเติบโตของพืช

Effect of NFT gully length on Temperature, Dissoluble of Oxygen ,EC , pH and Vegetable Growth

โดย

นางสาวไพจิตร ทรัพย์วัฒนานนท์ รหัส 38044091

นางสาวอัมพร เหล็กเกิดผล รหัส 38044139

.....

(รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

...8.../.12/.2542...

ปก.
W 373 อ
.ว41
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33456
วัน, เดือน, ปี - 5 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำ ปรึกษาวิชาความรู้ต่าง ๆ ตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษ อีกทั้งยังช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลองครั้งนี้ จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธ์ประสาทความรู้ในด้านต่างๆ กรุณาให้แนวความคิดให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำแนะนำในการทำการวิเคราะห์ครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณทองม้วน สุนทรา และ คุณสมจิตร มั่งนาค ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาปฐพีวิทยา รุ่น 11 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ไพจิตร ทรัพย์วัฒนานนท์
อัมพร เหล็กเกิดผล
มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของความยาวรางระบบ NFT ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ , การละลายตัวของออกซิเจน , EC, pH และการเจริญเติบโตของพืช

Effect of NFT gully length on Temperature, Dissoluble of Oxygen ,EC , pH and Vegetable Growth

บทคัดย่อ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ด้วยระบบ NFT (Nutrient Film Technique) เป็นการทำให้ธาตุอาหารไหลเวียนในลักษณะกระแสน้ำตื้นๆ ผ่านไปยังผิวรากอย่างช้าๆ เพื่อให้อากาศแก่พืช การวางแผนการทดลองแบบ Split Plot โดยมี main plot คือ ความยาวราง และ sup plot คือ วัสดุปลูก โดยความยาวรางที่ใช้มี 6 เมตร , 12 เมตร , 18 เมตร และมีการใช้วัสดุปลูกทั้งหมด 6 ชนิด คือ ร็อควูล, ฟองน้ำ , ขุยมะพร้าว , แกลบสด , ขี้เถ้าแกลบ , และ เพอร์ไลท์ใน crop 1 และใน crop 2 วางแผนการทดลองเช่นเดียวกัน แต่วัสดุปลูกที่ใช้มี 3 ชนิดคือ เพอร์ไลท์ ร็อควูล และขี้เถ้าแกลบ แล้วทำการวัดอุณหภูมิ ออกซิเจน ค่าEC pH ในสารละลาย ซึ่งจะวัดที่จุดเริ่มต้นของรางและทุกๆ ความยาว 3 เมตร แล้วบันทึกผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวและชั่งน้ำหนักสดของผลผลิต แล้วนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

จากผลการทดลอง อิทธิพลความยาวรางจากการทดลองพบว่า ความยาวที่ 6, 12 และ 18 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวัสดุปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ผักสลัดที่ปลูกในร็อควูล การเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมา คือ ขุยมะพร้าว ส่วนที่เหลือ คือ เพอร์ไลท์, ฟองน้ำ, ขี้เถ้าแกลบ, แกลบสด ไม่มีความแตกต่างกัน และมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าค่า pH และ EC เพิ่มขึ้นเรื่อยๆหลังจากการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารจะเพิ่มขึ้นจากต้นรางไปยังปลายรางการละลายตัวของออกซิเจนจะลดลงจากต้นรางไปยังปลายราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนิยม	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญกราฟ	จ
สารบัญภาพ	ช
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	26
ผลการทดลอง	31
สรุปผลการทดลอง	60
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูดน้ำ 6
ตารางที่ 2 แสดงค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าของ EC ตามอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหาร 14
ตารางที่ 3 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm) ของสารละลาย KCl ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิต่าง ๆ 15
ตารางที่ 4 แสดงการปรับค่าออกซิเจน 19
ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบของธาตุอาหารตามสูตร Nitriflora-t บริษัท Hydro Agri Rotterdam 29
ตารางที่ 6 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช crop 1 34
ตารางที่ 7 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช crop 2 35
ตารางที่ 8 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (°C) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุพืช crop 1 36
ตารางที่ 9 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (°C) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุพืช crop 2 36
ตารางที่ 10 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (°C) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 1 37
ตารางที่ 11 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (°C) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 2 37
ตารางที่ 12 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg / l) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุ crop 1 38
ตารางที่ 13 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg / l) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุ crop 2 38
ตารางที่ 14 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg / l) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 1 39
ตารางที่ 15 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg / l) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 2 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 16 แสดงปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร) ของพืช crop 1 40
ตารางที่ 17 แสดงปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร) ของพืช crop 2 41
ตารางที่ 18 แสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม) crop 1 42
ตารางที่ 19 แสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม) crop 2 43
ตารางที่ 20 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 1 47
ตารางที่ 21 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 2 48

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ 1 อุณหภูมิของสารละลายในรางของพืช crop 1 63
ตารางภาคผนวกที่ 2 อุณหภูมิของสารละลายในรางของพืช crop 2 68
ตารางภาคผนวกที่ 3 ออกซิเจนของสารละลายในรางของพืช crop 1 73
ตารางภาคผนวกที่ 4 ออกซิเจนของสารละลายในรางของพืช crop 2 78
ตารางภาคผนวกที่ 5 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 1 ยาว 12 เมตร) 83
ตารางภาคผนวกที่ 6 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 4 ยาว 12 เมตร) 85
ตารางภาคผนวกที่ 7 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 2 ยาว 18 เมตร) 87
ตารางภาคผนวกที่ 8 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 6 ยาว 18 เมตร) 90
ตารางภาคผนวกที่ 9 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 3 ยาว 6 เมตร) 93
ตารางภาคผนวกที่ 10 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 5 ยาว 6 เมตร) 94
ตารางภาคผนวกที่ 11 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 1 ยาว 12 เมตร) 95
ตารางภาคผนวกที่ 12 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 4 ยาว 12 เมตร) 97
ตารางภาคผนวกที่ 13 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 2 ยาว 18 เมตร) 99
ตารางภาคผนวกที่ 14 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 6 ยาว 18 เมตร) 102
ตารางภาคผนวกที่ 15 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 3 ยาว 6 เมตร) 105
ตารางภาคผนวกที่ 16 น้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 5 ยาว 6 เมตร) 106
ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (ppm) crop 1 107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (ppm) crop 2 107
ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงสารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลาย 108
ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายของสารละลายธาตุอาหาร 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟ หน้า

กราฟที่ 1 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหาร crop 1 54
กราฟที่ 2 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหาร crop 2 54
กราฟที่ 3 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 1 ในแต่ละช่วงอายุพืช 55
กราฟที่ 4 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 2 ใน แต่ละช่วงอายุพืช 55
กราฟที่ 5 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 1 ในแต่ละความยาวราง 56
กราฟที่ 6 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 2 ในแต่ละความยาวราง 56
กราฟที่ 7 แสดงค่าออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 1 ในแต่ละช่วงอายุพืช 57
กราฟที่ 8 แสดงค่าออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 2 ในแต่ละช่วงอายุพืช 57
กราฟที่ 9 แสดงค่าออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 1 ในแต่ละความยาวราง 58
กราฟที่ 10 แสดงค่าออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายธาตุอาหารใน crop 2 ในแต่ละความยาวราง 58
กราฟที่ 11 แสดงปริมาณการใช้น้ำของพืช crop 1 59
กราฟที่ 12 แสดงปริมาณการใช้น้ำของพืช crop 2 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 1 แสดงการเพาะกล้า 110
ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบของระบบ NFT 110
ภาพที่ 3 แสดงถังสารละลายบรรจุธาตุอาหาร 111
ภาพที่ 4 แสดงเครื่องมือวัด ออกซิเจน อุณหภูมิ EC และ pH 111
ภาพที่ 5 แสดงพืชชนิด Black Seed Simpson 112
ภาพที่ 6 แสดงพืชชนิด Bibb or Limestone 112
ภาพที่ 7 แสดงพืชชนิด Southern Giant Curled 113
ภาพที่ 8 แสดงพืชชนิด Slad Bowl 113
ภาพที่ 9 แสดงพืชชนิด Bon Vivant Mixture 114
ภาพที่ 10 แสดงพืชชนิด Bon Vivant Mixture 114
ภาพที่ 11 แสดงพืชชนิด Swiss Chard 115
ภาพที่ 12 แสดงพืชชนิด Marble of four Season 115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของความยาวรางระบบ NFT ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ , การละลายตัวของออกซิเจน EC, pH และการเจริญเติบโตของพืช

Effect of NFT gully length on Temperature, Dissoluble of Oxygen ,EC , pH and Vegetable Growth

คำนำ

การปลูกพืชในสภาพไร้ดินและในน้ำยา พบว่าเริ่มทำกันมานานกว่า 60 ปี ในประเทศแถบยุโรป และสหรัฐอเมริกา เทคนิคต่างๆของการปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหารได้รับการดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสม การปลูกแบบนี้มีมากมายหลายแบบ พื้นฐานที่สำคัญคือ ปลูกพืชในเครื่องปลูก (medium) ที่ไม่มีธาตุอาหาร และใส่ธาตุอาหารพืชทุกตัวที่จำเป็นลงไปในรูปสารละลาย

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้ผู้บริโภคมีระดับการศึกษาสูงขึ้นมาก จึงทำให้พฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยเฉพาะสินค้าพืชผักที่เป็นอาหารเริ่มมีการใส่ใจกับสุขภาพมากขึ้น ต้องเป็นผักที่ปลอดสารพิษ วิธีการปลูกแบบเดิมทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ปริมาณผลผลิตที่ได้รับไม่มากเท่าที่ควร อีกทั้งผลผลิตมีราคาแพงในบางฤดู จึงหันมาพึ่งยาฆ่าแมลงในการแก้ปัญหาทำให้มีสารพิษตกค้าง และปัญหาจากปัจจัยต่างๆส่งผลให้เกษตรกรบางกลุ่มได้เริ่มหันมาให้ความสำคัญกับการปลูกพืชผักด้วยวิธีการปลูกแบบ Hydroponics ซึ่งวิธีการปลูกแบบ Hydroponics สามารถช่วยให้ผู้ประกอบธุรกิจการเกษตรแบบ Hydroponics มีโอกาสทางการตลาดในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

ในการประกอบธุรกิจวิธีการปลูกแบบ Hydroponics ถือว่าเป็นธุรกิจแนวใหม่ที่มีการผลิตพืชผักใหม่ออกสู่ตลาด แต่อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญของการทำผลิตภัณฑ์พืชผักแบบ Hydroponics คือยังไม่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคยังไม่มีความเข้าในเรื่อง Hydroponics

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงให้ความสนใจ ความสำคัญของการปลูกพืชไม่ใช้ดิน แลได้เลือกวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT) จึงได้มีการศึกษาลักษณะของการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ NFT ประเมินถึงผลผลิตของพืชที่ได้และศึกษาปัญหาเกี่ยวกับระบบของการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ NFT และหาทางปรับปรุงแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสารละลาย การละลายของออกซิเจน การเจริญเติบโตของผักสลัด ในราง NFT ที่มีความยาว 6 , 12 และ 18 เมตร
2. ศึกษาวัสดุปลูกที่ใช้เพาะกล้าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต หาได้ง่ายในท้องถิ่น และมีราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ความหมายและประวัติความเป็นมา

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soilless Culture) เป็นวิธีการปลูกพืชโดยใช้หลักการในระบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดินแต่ไม่นำดินมาใช้ในวัสดุปลูก (ถวัลย์,2534) มีการปลูกพืชที่ใช้วัสดุอื่นๆ เช่นใช้เฉพาะทรายอย่างเดียว (sand culture) หรือถ้าต้องการให้วัสดุปลูกมีน้ำหนักเบามากขึ้นก็ใช้ร็อควูล (rockwool) เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) ขุยมะพร้าว แกลบ หรืออาจใช้วัสดุปลูกเหล่านี้ผสมกันเพื่อให้พืชยืนต้นอยู่ได้และพืชเจริญเติบโตได้ดี (นภดล,2538) ก็เพียงใช้น้ำที่มีธาตุอาหารต่างๆ เป็นการทดแทนอาหารที่มีอยู่เดิมต้นพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน ปัจจุบันประชาชนในหลายประเทศต่างได้นิยมหันมาปลูกพืชด้วยวิธีนี้กันมากขึ้นเพื่อเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิต ลดปัญหาการใช้ยาฆ่าแมลง สำหรับพืชที่ปลูกด้วยวิธีนี้ สามารถปลูกได้ตั้งแต่ผู้ที่ปลูกเป็นงานอดิเรกที่ทำเป็นพื้นที่น้อยๆ 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" แต่โดยความหมายจริงๆ นั้นได้มีความหมายเกี่ยวข้องกับการใช้สารละลาย หรือการใช้ปุ๋ยเคมี กับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เรื่องที่ปรากฏอยู่จึงเป็นสิ่งตรงกันข้ามกับการปลูกพืชในดิน หลักการพื้นฐานในการปลูกพืชตามแบบวิธีนี้ทั้งในการปฏิบัติ และการดูแลก็จะเป็นไปตามลักษณะเหมือนกับพืชที่ปลูกในดิน เพียงแต่ปลูกโดยไม่ต้องการดิน (ถวัลย์,2534)

ประวัติความเป็นมา

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประวัติความเป็นมา เริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารพืช ซึ่งงานทดลองครั้งแรก ที่เป็นที่รู้จักกันดีเป็นการทดลองของ VAN HELMONT ในปี 1620 โดยเขาทำการปลูกพืชในน้ำเป็นเวลา 5 ปี และสรุปว่า น้ำเป็นผู้ให้ทุกๆส่วนของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทดลองคล้ายๆกันนี้ ได้ทำขึ้นใหม่ในปี 1699 โดย WOODWARD ข้อแตกต่างคือ มีการปลูกพืชในน้ำที่มีดินละลายอยู่ด้วย และสรุปว่า พืชได้อาหารจากดินและน้ำ

ในศตวรรษที่ 19มีงานทดลองของชาวฝรั่งเศสชื่อ Boussingault โดยทำการปลูกพืชในทรายและให้สารละลายธาตุอาหารพืช ต่อจากนั้นได้มีนักวิทยาศาตร์ทางสรีระของพืชอีกจำนวนมากทำการศึกษาโดยใช้ระบบการปลูกพืชในทรายนี้ เช่น Candolle , Saussure , Liebig

Knop et Sach สามารถผสมสารละลายธาตุอาหารพืชที่สามารถใช้ปลูกพืชได้ งานทดลองครั้งแรกที่ทำการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นจำนวนมากทำครั้งแรกที่สถานทดลอง Rhode Island เป็นการปลูกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก และให้สารละลายธาตุอาหาร

ในปี ค.ศ. 1928 ที่สถานีทดลอง New – Jersey ได้มีการขายผลผลิตที่เกิดจากการปลูกพืชไม่ใช้ดินเป็นครั้งแรกโดยเป็นพืชพวกไม้ดอก

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

บริษัทแรกที่ทำการค้าขายเกี่ยวกับระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเริ่มก่อตั้งขึ้นในปี 1963 ที่ Ohio และที่มหาสมุทรแปซิฟิกที่เกาะ Wake

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง กองทัพสหรัฐทำการปลูกผักในท่อขนาดใหญ่ที่บรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช โดยปลูกบนเกาะในมหาสมุทร แอตแลนติก เพื่อเป็นแหล่งพืชผักสดและวิตามินแก่กองทหาร ซึ่งนับเป็นการปลูกโดยไม่ใช้ดินที่ใหญ่ที่สุดเป็นครั้งแรก

หลังจากนั้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการทดลองใช้วัสดุปลูกพืชชนิดต่างๆ มีการพัฒนาระบบ และอุปกรณ์ในการปลูกรวมถึงระบบที่ใช้ควบคุมโดยอัตโนมัติ เช่น การนำคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการปลูก (อิทธิสุนทร,2538)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในประเทศไทยนั้น ความคืบหน้าในด้านนี้ ก็ปรากฏได้มีการทดลองปลูกพืชไม่ใช้ดินของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในรูปแบบการทำวิทยานิพนธ์มานาน แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ยังจำกัดอยู่ภายในวงแคบ โดยยังไม่ได้นำไปปรับใช้เพื่อปลูกพืชในเชิงการค้า ส่วนในปัจจุบัน ได้เริ่มมีเอกชนทำเป็นลักษณะเชิงการค้า จึงปรากฏมีการตื่นตัวกันบ้างแล้ว (ถวัลย์,2534)

ในปี พ.ศ. 2526 มีผู้ริเริ่มปลูกเป็นการค้าขึ้นที่ตำบลนาดี อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เทคนิคการปลูกทั้งหมดได้รับการแนะนำโดยชาวไต้หวัน เน้นการปลูกพืชที่มีราคาแพงและปราศจากยาฆ่าแมลง ซึ่งจัดเป็นแหล่งผลิตพืชผักอนามัยที่น่าเชื่อถือแห่งหนึ่ง เจ้าของให้ชื่อผักที่ปลูกว่า "ผักลอยฟ้า" ผักเหล่านี้ส่วนใหญ่จะส่งไปขายในซุปเปอร์มาร์เก็ต

นอกจากผักลอยฟ้าที่สมุทรสาครแล้ว ที่บริเวณเชิงเขาใหญ่จังหวัดนครราชสีมา มีชาวจีนสิงคโปร์ ปลูกพืชไม้น้ำและใช้ประดับสำหรับใช้ในตู้ปลา พืชส่วนใหญ่ที่ปลูกจะถูกส่งไปขายในประเทศทางแถบยุโรป ประเทศออสเตรเลีย และกลุ่มประเทศอาหรับ (นภดล,2538)

หลักทั่วไปในการจัดการระบบไฮโดรโพนิกส์

การดำรงชีวิตของพืชสิ่งที่ถูกมองผ่านคือสารละลายธาตุอาหารซึ่งจะต้องมีการจัดการให้เหมาะสมกับความชอบของรากพืช ในระบบไฮโดรโพนิกส์ทั้งหมดมีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกันและบางอย่างที่แตกต่างกันนั้นสามารถทดแทนได้ การมองข้ามสารละลายธาตุอาหารในขณะที่ไม่ได้สนใจสารละลายบริเวณรอบราก เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาการให้สารละลายธาตุอาหารของระบบไอโดรโพนิกส์ มากที่สุด

ความต้องการบริเวณรากพืช

ความต้องที่สำคัญที่สุดของรากประกอบด้วย

1. น้ำที่เพียงพอ
2. ออกซิเจนที่เพียงพอ
3. สมดุลธาตุอาหารที่เหมาะสม

ยังมีส่วนอื่นๆที่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของรากและไม่ควรมองข้าม มีความสำคัญเช่นกัน

- อุณหภูมิบริเวณราก
- ค่าความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร และมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญของราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่สิ่งเหล่านี้ไม่ใช่ปัจจัยพื้นฐาน มันสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชในสภาพที่ไม่เอื้ออำนวย (The Soilless Culture & Grower,1998)

<u>อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช</u>

ระบบไฮโดรโพนิกส์ เป็นการนำสารละลายผ่านเข้าไปบริเวณรากพืช และพบว่าส่วนที่เป็นอากาศมีอิทธิพลหลักต่อกิจกรรมของพืช ธาตุอาหารเป็นสิ่งเดียวที่พืชต้องการ อาหารหลักของพืชคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) เมื่อได้รับแสงใบของพืชเหล่านี้ สังเคราะห์แสง (photosynthesis) เพื่อผลิตน้ำตาล และปลดปล่อยออกซิเจน น้ำตาลเหล่านี้เป็นอาหารรวมของพืช ความต้องการธาตุอาหารของพืชนั้นขึ้นอยู่กับพื้นที่ใบ และปริมาณแสงที่ได้รับ และได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิในอากาศ และระดับความเป็นประโยชน์ของ CO_2

อากาศที่ไม่เพียงพอสำหรับบริเวณรากจะมีผลกระทบต่อพืชทำให้ตายในที่สุด อิทธิพลของอุณหภูมิของบริเวณรากมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของรากพืช ปัญหาเกิดจากอากาศหนาวและอากาศร้อน ระบบไฮโดรโพนิกส์ จะเอื้อประโยชน์ในบริเวณที่มีสภาพอบอุ่น แต่สิ่งแวดล้อมก็ยังมีอิทธิพลต่อการสูญเสียความร้อน อุณหภูมิสูงมีอันตรายมากและเสียค่าใช้จ่ายมากในการควบคุม ปัจจัยอื่นๆ เช่น สัตว์ที่ทำลายพืช หรืออันตรายจากเชื้อโรค มีอิทธิพลต่อการดึงดูดของรากพืช ความต้องการน้ำของพืชเป็นหลักสำคัญต่อกระบวนการคายน้ำ และหายใจของพืช

<u>ตารางที่ 1</u> แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูดน้ำ

ปัจจัย	การดึงดูดน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อ
พื้นที่ใบ (leaf area)	พื้นที่ใบมาก
ความเข้มแสง (light intensity)	ความเข้มแสงสูง
ช่วงแสง (light duration)	ช่วงแสงยาว
อุณหภูมิอากาศ (air temperature)	อุณหภูมิสูง
ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)	ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ
ลม (wind)	ความเร็วลมสูง

(The Soilless Culture & Grower ,1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่างของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินกับการปลูกพืชบนดิน

การปลูกพืชด้วยระบบนี้มักต้องการการลงทุนที่สูงกว่าการปลูกพืชทั่วไป ดังนั้น ส่วนมากจึงนิยมเลือกปลูกพืชที่มีราคาเพื่อให้คุ้มกับการลงทุน โดยทั่วไปเมื่อนำไปเทียบกับการปลูกพืชแบบดั้งเดิมที่ขึ้นบนดินจะมีข้อแตกต่างหลายๆ ประการคือ

ข้อดี

1. พืชเจริญเติบโตได้รวดเร็วและให้ผลผลิตได้มาก เนื่องจากสามารถควบคุมสารอาหารได้ดีกว่าการปลูกในดิน อีกทั้งพืชได้ใช้ปุ๋ยในรูปอนินทรีย์โดยตรง

2. ควบคุมปัญหาโรคพืชและแมลงได้ง่าย ปกติดินมีเชื้อโรคและยังเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงชนิดต่างๆ

3. ระบบนี้จะให้ผลผลิตสม่ำเสมอ เพราะเนื่องจากมีการควบคุมธาตุอาหารได้ดีและการควบคุมปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ทั่วถึง (ถวัลย์ ,2534)

4. สามารถทำการเพาะปลูกในบริเวณที่ที่ดินไม่ดีหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก

5. ประหยัดเวลาแรงงานและค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช ทำให้สามารถปลูกพืชอย่างต่อเนื่องได้ตลอดปีในพื้นที่เดียวกัน

6. เป็นระบบที่มีการให้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

จากการที่สภาพแวดล้อมต่างๆ อยู่ในระดับที่พอเหมาะตลอดเวลาจึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชที่ได้จึงสูงกว่าการปลูกแบบทั่วๆไปมาก (อิทธิสุนทร ,2538)

ข้อเสีย

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง ต้องลงทุนในด้านอุปกรณ์และโรงเรือน ถ้าปลูกเป็นการค้าในระยะแรกอาจจะไม่คุ้มทุน แต่ในระยะยาวจะได้ผลคุ้มค่า

2. ผู้ปลูกต้องมีความรู้พื้นฐานทางปุ๋ยเคมี น้ำ สรีระวิทยาของพืชและเทคนิคการออกแบบเครื่องมือ

3. ระบบนี้ต้องการดูแลอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง เพราะหากเกิดความผิดพลาดขึ้น ผลเสียหายอาจมีขึ้นได้ง่ายจากกรณีไฟดับหรือปั๊มเกิดขัดข้อง การให้สารละลายธาตุอาหารมาจากต้นแหล่งเดียวกัน และอีกทั้งมักใช้ระบบเดียว ดังนั้นถ้าเกิดกรณีของโรคพืช หากมีการติดเชื้อโอกาสการแพร่กระจายจะเป็นไปโดยทั่วถึงกันหมด (ถวัลย์ ,2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT)

ความหมายและลักษณะ

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

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

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

NFT เป็นวิธีที่ใช้ระบบการให้น้ำหรือสารละลายธาตุอาหารพืชไหลหมุนเวียนในลักษณะกระแสน้ำตื้นๆ ผ่านไปยังรากพืชอย่างช้าๆ เพื่อที่จะให้สารละลายธาตุอาหารและอากาศแก่พืชที่ปลูก มักจะปลูกพืชเป็นแนวยาวซึ่งมีความลาดเท สารละลายธาตุอาหารจากถังเก็บจะถูกปล่อยให้ไหลลงไปตามภาชนะปลูกด้านที่สูงชันและไหลไปตามความลาดเท และในที่สุดจะกลับมาลงถังเก็บสารละลาย การให้สารละลายธาตุอาหารสามารถให้เป็นช่วงได้ 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบ NFT</u>

<u>วัสดุปลูกที่ใช้เพาะกล้า</u> หน้าที่ของวัสดุปลูกคือ เป็นที่อยู่ของราก ซึ่งจะอยู่ร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร และอากาศ วัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

<u>คุณสมบัติของวัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง</u>

1.ใยหิน (Rock wool)

แหล่งกำเนิด เป็นวัสดุปลูกที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการหลอมหินภูเขาไฟและทำให้เป็นเส้นใยและผสมด้วยสารเลซิน 4 – 5 % โดยน้ำหนักเพื่อทำให้อ่อนตัวและผสมด้วยน้ำมันชนิดพิเศษ เพื่อให้มีคุณสมบัติเกาะน้ำได้ ใยหินขณะใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อย Ca ออกมาในสารละลายได้เล็กน้อย

<u>คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์</u>

1. pH 7 – 9.5
2. อุ้มน้ำโดยเฉลี่ย 70 – 80 % โดยปริมาตร ขึ้นอยู่กับระดับความสูงจากผิวน้ำ (94% ที่ระดับผิวน้ำ และ 82 % ที่ระดับความสูงจากผิวน้ำ 5 เซนติเมตร
3. คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
4. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.08
5. ความพรุน 95 %
6. ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี
7. ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยน้ำส่วนเกินไหลออก 6 %

ลักษณะการนำไปใช้ ขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่จะปลูกโดยทั่วไปจะมีขนาด กว้าง * ยาว * สูง 20*100*7.5 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดเล็กเพื่อใช้เพาะกล้า

อายุการใช้งาน สามารถปลูกได้เพียง 2 – 6 ครั้ง

ข้อดี
- เป็นวัสดุที่มีการระบายน้ำและอากาศดีที่สุด
- การใช้งานง่ายน้ำหนักเบา
- ฆ่าเชื้อโรคและแมลงได้ง่าย

ข้อเสีย
- ราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีปริมาตรน้อย ดังนั้นจึงมีที่สำหรับเก็บกักสารละลายธาตุอาหารและรากพืชมีน้อย

2. เพอไรท์ (Perlite)

แหล่งกำเนิด เป็นวัสดุที่ผ่านกระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการเผาทรายที่มีต้นกำเนิดจากภูเขาไฟที่อุณหภูมิ 1200 °C

<u>คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์</u>

1. pH 7 – 7.2
2. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 250 – 300 ลิตรน้ำต่อเพอไลท์ 1 ลูกบาศก์เมตร
3. คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
4. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.075 – 0.08
5. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 1.5 – 6 มิลลิเมตร
6. ความพรุน 97 %
7. ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและให้น้ำส่วนเกินไหลออก 56.8 %
8. ความคงทนของโครงสร้างดี

ลักษณะการนำไปใช้ ใช้เป็นวัสดุเพาะชำและวัสดุปลูก

อายุการใช้งาน 1 ครั้ง

ข้อดี น้ำหนักเบา
ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง
สามารถอุ้มน้ำได้ดี

ข้อเสีย สามารถสลายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กและเกิดการอัดกัน

3.แกลบสด

แหล่งกำเนิด จากโรงสีข้าว

<u>คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์</u>

1. pH 6 – 7
2. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำน้อย
3. คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
5. ความพรุนสูง
6. ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้

ลักษณะการนำไปใช้ ใช้เป็นวัสดุปลูก

อายุการใช้งาน 2 – 3 ครั้ง

ข้อดี น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
ราคาถูก

ข้อเสีย มีการระบายน้ำดีเกินไป
มีการสลายตัวหลังจากการนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น ยากในการกำจัดโรคและแมลง

4.ขี้เถ้าแกลบ

แหล่งกำเนิด จากโรงสีข้าว

<u>คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์</u>

1. pH 7 – 8.5 มีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับอายุของกองขี้เถ้าแกลบ ถ้ามีอายุมากจะมีการชะล้างโดยฝนมาก pH จะลดลง
2. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดี
3. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
4. ความพรุนสูง
5. ความคงทนของโครงสร้างดีมีการสลายตัวน้อย แต่จะมีการอัดตัวบ้างหลังปลูก

ลักษณะการนำไปใช้ ใช้เป็นวัสดุปลูกที่ดีมากชนิดหนึ่ง

อายุการใช้งาน 2 – 4 ครั้ง

ข้อดี น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
ความสามารถในการอุ้มน้ำดี
มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้น้อยและเกิดการอัดตัวไม่มากนัก

ข้อเสีย ยากในการกำจัดโรคและแมลง
ก่อนนำมาใช้ต้องแช่ด้วยกรดอ่อนก่อนเพื่อลดค่า pH ให้อยู่ประมาณ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ขุยมะพร้าว

แหล่งกำเนิด จากโรงงานทำเบาะและที่นอน

<u>คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์</u>

1. pH 6 – 7
2. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ
3. คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูงเมื่อขุยมะพร้าวผ่านกระบวนการสลายตัว
4. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
5. ความพรุนสูง
6. ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้

ลักษณะการนำไปใช้ ใช้ทำปุ๋ยหมัก

อายุการใช้งาน 2 – 3 ครั้ง

ข้อดี น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
ความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก
ราคาถูก

ข้อเสีย อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศที่รากพืช
มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น
ยากในการกำจัดโรคและแมลง

6. ฟองน้ำ

เริ่มนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกเมื่อไม่นานมานี้ แต่ยังไม่แพร่หลายมากนัก

ดังนั้นถ้าพิจารณาวัสดุปลูกที่เหมาะสมกับประเทศไทยควรเป็นวัสดุปลูกพวกวัสดุอินทรีย์ต่างๆ ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น แกลบสด ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว และทราย หรือจะใช้ผสมระหว่าง แกลบสด + ทราย 1: 1 ขี้เถ้าแกลบ + ทราย 1: 1 ขุยมะพร้าว + ทราย 1:1 (อิทธิสุนทร , 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร (Electrical Conductivity of Nutrients Solution)

การนำไฟฟ้าเป็นการวัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร แต่ไม่สามารถวัดได้แน่นอนในระบบที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นไม่สมดุล ปัจจัยของการนำไฟฟ้า ความสามารถในการละลาย และความสัมพันธ์ของปัจจัยตัวอื่นๆ ด้วย การวัดการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าใช้อุณหภูมิ 25 ° C เป็นมาตรฐาน และเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของค่าสารละลายมาตรฐานจากค่าการนำไฟฟ้าที่ทราบ

เครื่อง EC

หน่วยที่วัดทั่วไปของการนำไฟฟ้าคือ siemens ซึ่งได้เป็นผู้เสนอขึ้นเป็นคนแรกในปี 1960 และหลังจากนั้นได้พัฒนามาอย่างช้าๆ ในศตวรรษที่ 19 โดยนักวิทยาศาสตร์และเจ้าของอุตสาหกรรมชาวเยอรมันชื่อ Funol Siemen และใช้สัญลักษณ์ (S) (หน่วยที่ใช้ตอนแรกคือ moh ส่วนกลับคือ ohm) ค่าการนำไฟฟ้าเป็นผลมาจากขั้วระหว่าง electrode 2 ตัว ซึ่งขึ้นกับระยะทางระหว่างขั้วทั้งสองและระยะทางจะต้องจำเพาะเจาะจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าคงที่ F ที่ใช้ในการคำนวณค่าของ EC ตามอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหาร โดยค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น mS

อุณหภูมิ	ค่าที่ใช้คูณ F
16	1.22
17	1.19
18	1.16
19	1.14
20	1.11
21	1.09
22	1.06
23	1.04
24	1.02
25	1.00
26	0.98
27	0.96
28	0.94
29	0.93
30	0.91
31	0.89
32	0.87
33	0.86
34	0.84
35	0.83

ขั้นตอนการปรับแต่งค่าให้ถูกต้อง

1. เตรียมสารละลายมาตราฐาน 1 N KCl

ชั่ง KCl บริสุทธิ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ หนัก 7.456 ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาณได้ 100 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เตรียมสารละลาย 1/10 N KCl

ชั่งสารละลายในข้อ 1. 10 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาณ 100 มล.

3. เตรียมสารละลาย 1/50 N KCl

ใช้สารละลายข้อ 2. (1/10 N KCl) 10 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล.

4. เตรียมสารละลาย 1/100 N KCl

ใช้สารละลายข้อ 2. (1/10 N KCl) 10 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล. เมื่อได้สารละลาย KCl ตามความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำเครื่องมือ EC meter วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเหล่านั้น และเปรียบเทียบ และปรับค่าให้ได้ตามตาราง

ตารางที่ 3 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm) ของสารละลาย KCl ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิต่าง

อุณหภูมิ	KCl 1/10 N	KCl 1/50 N	KCl 1/100 N
15	10.41	2.242	1.147
16	10.67	2.293	1.174
17	10.93	2.347	1.199
18	11.19	2.398	1.224
19	11.43	2.451	1.250
20	11.68	2.500	1.279
21	11.96	2.551	1.305
22	12.22	2.604	1.331
23	12.47	2.659	1.359
24	12.73	2.710	1.387
25	12.97	2.769	1.412

หน่วย mS/cm

(อิทธิสุนทร, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ความเป็นกรด – ด่าง ของสารละลายธาตุอาหาร (pH)</u>

เป็นที่ทราบกันว่า pH มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีผลกระทบหลัก ๆ 2 ทาง คือ

1. pH มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช
2. pH มีผลต่อการดูดซับธาตุอาหารโดยรากพืช

สำหรับรากพืชสามารถดูดธาตุอาหาร ธาตุอาหารจะต้องละลายในสารละลาย ขบวนการของการตกตะกอนมีผลต่อสารละลายธาตุอาหาร ทำให้ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ค่า pH มีผลอย่างยิ่งต่อการตกตะกอนของธาตุอาหาร ทำให้ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช เห็นได้ชัดว่าพืชสามารถบอกอาการทางใบ เช่น ขาดธาตุ Fe แต่อาการเกิดขึ้นช้า อีกทางหนึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ทางเคมีด้วยการกรองและไม่กรอง อย่างไรก็ตามการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม ในปัจจุบันมีหลายโปรแกรมคอมพิวเตอร์เลียนแบบพฤติกรรมธาตุอาหารในสารละลาย อาการขาดธาตุเหล็กจะเกิดขึ้นทันที สามารถเห็นได้ที่ค่า pH > 7 ความเป็นประโยชน์ของ Fe ลดลง 50% ที่ pH = 8.0 Fe ตกตะกอน เนื่องจากการตกตะกอนของเหล็กไฮดรอกไซด์ ดังนั้นค่า pH < 6.5 เหล็กเป็นประโยชน์ต่อพืชมากกว่า 90%

เนื่องจากการตกตะกอน ($Ca(PO_4)_2$) พบว่าความเป็นประโยชน์ของ Ca และ P ลดลงที่ pH ในช่วง 6.0 คุณภาพของน้ำต่ำจะมีปฏิกริยาการตกตะกอนเกิดขึ้น การเจริญเติบโตใน hydroponic ต้องคำนึงถึงสมบัติทางเคมีน้ำที่ใช้ (Soilless Culture & Grower Magazine , 1998)

<u>สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในสารละลายธาตุอาหาร</u> pH มีผลกระทบต่อการดูดซับเกลือ ที่มี pH ต่ำ พืชดูดธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ประจุลบอาจจะถูกกระทบกระเทือน เหตุที่เป็นดังนี้พบว่า H^+ มีมาก ขณะที่ประจุลบพวก OH^- หรือ HCO^-_3 มีอยู่มากใน pH สูง ๆ ยังประกอบด้วยประจุลบอื่น ๆ เช่น NO^-_3 , Cl^- และ PO^{3-}_4 pH สูง ๆ มีผลกระทบต่อการดึงดูดฟอสฟอรัส เพราะมีอิทธิพลต่อการแลกเปลี่ยนประจุ pH ต่ำอยู่ในรูป $H_2PO^-_4$ ที่ pH 6.8 $H_2PO^-_4$ และ HPO^{2-}_4 สมดุลกันใน pH สูง ๆ อยู่ในรูป HPO^{2-}_4 ที่ pH สูง ๆ ความเป็นประโยชน์ของ Fe และธาตุอาหารรองอื่น ๆ มีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชใช้ (M.Schwarz, 1994)

<u>การปรับค่า pH (Adjusting pH)</u> การเพิ่มความเป็นกรด หรือสารละลายธาตุอาหารพวกอัลคาไลด์เป็นส่วนหนึ่งของการปรับค่า pH และสามารถควบคุมโดยอัตโนมัติ ดังนั้นมีหลายทาในการปรับค่า pH (Errebhi and Wilcox, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N เป็นธาตุอาหารอนินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่พืชสามารถดูดใช้ NO_3^- หรือ NH_4^+ หรือทั้งสองจากการศึกษาของ Numerous พบว่า NH_4^+ เป็นแหล่ง N มีผลต่อการเจริญเติบโต การทดลองพบว่า พืชหลายชนิดดีกว่าใช้ส่วนของ NH_4^+ และ NO_3^- เทียบกับ NO_3^- เดี่ยว ๆ ดังนั้นการรวม NH_4^+ และ NO_3^- ได้ใช้การเปลี่ยนแปลงค่า pH (Errebhi and Wilcox, 1990)

<u>อันตรายของการปรับค่า pH (critical of pH adjustment)</u> ข้อจำกัดที่ควรหลีกเลี่ยงคือ pH มีค่าสูง ๆ ขณะที่ทำการควบคุมสิ่งต่าง ๆอย่างระมัดระวัง ซึ่งมันเป็นส่วนสำคัญของการทดลองสามารถทำให้ hydroponic ประสบผลสำเร็จ การเจริญของพืชในดินมีช่วง pH ที่กว้าง ดังนั้นการทดลองจึงพยายามที่จะจ่ายเงินเพื่อควบคุม pH พบว่าพืชส่วนมากเจริญได้ดีใน pH ระหว่าง 5-6 (Asher, 1978)

<u>pH meter</u>

ต้องมีการควบคุมอยู่เสมอโดยใช้สารละลาย buffer solution pH 4 และ 7 ซึ่งสารละลายจะเก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิประมาณ 5 °C คอยดูระดับสารละลายใน electrode อยู่เสมอ และอย่าปล่อยให้ปลาย electrode แห้ง และอย่าใช้มือ หรือวัสดุที่มีไขมันถูกปลาย electrode เพราะจะทำให้เสียได้ ควรเปลี่ยน electrode อย่างน้อยปีละครั้ง และคอยตรวจสอบแบตเตอรี่ เมื่อใช้ electrode ไปนาน ๆ ค่าที่ได้จะไม่คงที่ ให้นำ electrode แช่ในกรด HCl ค้างคืน อาจทำให้ค่าที่ได้ดีขึ้น (อิทธิสุนทร, 2538)

<u>การแลกเปลี่ยนอากาศใน NFT (Aeration in NFT system)</u>

ความเข้มข้นของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารที่หมุนเวียนมาใช้สำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตที่ดีของพืช ต้องมีการผ่านราก และสามารถกลับมาอยู่ในน้ำได้อีก (Jackson, 1984) การปรับปรุงการแลกเปลี่ยนอากาศของสารละลายหมุนเวียนในถังบรรจุ ทำโดยให้น้ำกระเด็นอยู่ในถังบรรจุ จุดที่หมุนเวียนกลับควรให้อยู่เหนือผิวสารละลาย ท่อส่งน้ำพลาสติกสามารถใช้เลือกเปิด-ปิดท่อส่งน้ำในการควบคุมเพื่อเพิ่มการกระเด็นเป็นฟอง ในถังที่มีท่อส่งน้ำมากกว่าหนึ่งท่อ สามารถจัดเป็นลำธารสารละลายมาลงจุดเดียวกันได้ความเร็วมากขึ้น เป็นการเพิ่มการแลกเปลี่ยนในสารละลาย (M. Schwarz, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33456

ปัญหาที่สำคัญที่สุดของการปลูกพืชในระบบ NFT โดยเฉพาะในเขตร้อนคือ การสะสมของอุณหภูมิของสารละลายในช่วงเวลากลางวันทำให้อุณหภูมิสูงเกินไปมีผลทำให้การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะมีผลทำให้ความต้องการออกซิเจนของรากเพิ่มขึ้น (อิทธิสุนทร, 2538)

<u>วิธีการใช้เครื่องวัดออกซิเจน</u> ผลิตภัณฑ์ Schott Gerate , W- Germany รุ่น CG867/1100

1. ใส่ electrolyte solution ลงใน membrane Head ประมาณ 2.5 เซนติเมตร
2. เช็คเครื่องว่ามีถ่าน (แบตเตอรี่) อยู่พร้อมหรือไม่ แบตเตอรี่ใช้ขนาด 9 โวลต์ ชนิด leakproof
3. ต่อหัววัด (electrode) เข้ากับเครื่อง
4. เปิดสวิตช์เครื่องไปที่ mg/l หรือ ^{0}C
5. ตรวจสอบว่าหัววัดอยู่ในสภาพสมบูรณ์ พร้อมที่จะใช้งาน โดยตรวจดูว่าแผ่น membrane มีการฉีกขาดหรือไม่ และต้องไม่มีฟองอากาศของน้ำยา
6. จุ่มหัววัดลงใน Zero point solution (Saturated sodium sulfite solution) ทิ้งไว้ 15 นาที หัววัดพร้อมที่จะใช้งานได้

<u>การวัดออกซิเจน</u>

1. เปิดสวิตช์ไปที่ mg/l
2. หัววัดลงในตัวอย่าง และอ่านค่าปริมาณออกซิเจนทางหน้า

<u>การวัดอุณหภูมิ</u>

1. เปิดสวิตช์ไปที่ ^{0}C
2. จุ่มหัววัดลงในตัวอย่าง และอ่านอุณหภูมิทางหน้าปัทม์

<u>การคาลิเบรท (Calibrated)</u>

1. เปิดสวิตช์ไปที่ mg/l
2. จุ่มหัววัดลงในน้ำยา Zero point solution ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วอ่านค่าทางหน้าปัทม์ ถ้าไม่แสดงค่า 00.0 mg/l ให้หมุนปุ่มปรับ Nullpunkt/Zero จากหน้าปัทม์แสดงค่า 00.0 mg/l

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Rinse หัววัดด้วยน้ำและทิ้งให้แห้ง (ห้ามเช็ดห้ามถู) ปล่อยให้หัววัดอยู่ในบรรยากาศที่มีออกซิเจนอยู่ หลังจากนั้น Rinse ด้วยน้ำอีกครั้ง แล้วจุ่มลงในน้ำกลั่นบริสุทธิ์ที่อิ่มตัวในอากาศแล้ว (หากมีการกวนที่ความเร็วอย่างน้อย 10 m/s)

4. วัดอุณหภูมิน้ำกลั่นขณะนั้น

6. หมุนปุ่มปรับ Stellheit/slope

ตารางที่ 4 แสดงการปรับค่าออกซิเจน (สวิตซ์อยู่ที่ mg/l)

T °C	mg O_2 / l	T °C	mg O_2 / l	T °C	mg O_2 / l
0	14.2				
1	13.8	11	10.7	21	8.7
2	13.4	12	10.4	22	8.5
3	13.1	13	10.2	23	8.4
4	12.7	14	10	24	8.3
5	12.4	15	9.8	25	8.1
6	12.1	16	9.6	26	8
7	11.8	17	9.4	27	7.9
8	11.5	18	9.2	28	7.8
9	11.2	19	9	29	7.6
10	10.9	20	8.8	30	7.5

การบำรุงรักษา

1. สังเกตแผ่น Membrane ที่ Membrane Head ว่าฉีกขาดหรือไม่ ถ้าฉีกขาดให้เปลี่ยน Membrane ใหม่
2. การเปลี่ยน Membrane Head ให้หมุน Membrane Head ออกจากตัว electrode และเปลี่ยน Membrane Head อันใหม่ที่บรรจุ Membrane แล้วพร้อมใส่ electolyte solution จากนั้นค่อยๆหมุน Membrane Head กับ electrode อย่างช้าๆ เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศภายใน Membrane
3. Membrane Head อันเก่าสามารถเปลี่ยน O- ring ,Membrane ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ปลูกในระบบ NFT

1.อุณหภูมิ	อุณหภูมิสูงขึ้นการละลายตัวของออกซิเจนลดลง
2. ชนิดพืช	เช่น แตงกวาผลยาว (cucumber) รากมีความต้องการออกซิเจนมากกว่ามะเขือเทศประมาณ 2 เท่า
3.ความเข้มแสง	เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นการระเหยน้ำจะมากตามไปด้วย มีผลให้กิจกรรมของรากเพิ่มขึ้น ดังนั้นมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น
4. ความหนาของสารละลายที่ไหล	ถ้าสารละลายมีความหนาเพิ่มขึ้น การละลายตัวของออกซิเจน จากอากาศลงในสารละลายจะน้อย
5. ความยาวราง	รางสารละลายยิ่งยาวความแตกต่างของออกซิเจนในสารละลายระหว่างต้นรางและปลายรางยิ่งมาก เช่น รางยาว 20 เมตร ถ้าปลูกมะเขือเทศปลายรางจะมีออกซิเจนน้อยกว่าต้นราง 1 ppm ถ้าปลูกแตงกวาจะมีน้อยกว่าถึง 3 ppm

(อิทธิสุนทร ,2538)

สารละลายธาตุอาหาร

สารละลายธาตุอาหารเป็นหัวใจสำคัญในด้านปัจจัยอาหารเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของกาปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ด้วยการใช้สารเคมีต่างๆ เพื่อสำหรับทดแทนธาตุอาหารเดิมที่มีอยู่ในดิน ซึ่งโดยความหมายของ "สารละลายธาตุอาหาร" หมายถึง การนำธาตุอาหาร หรือคือปุ๋ยเคมีซึ่งอาจเป็นในรูปสารละลายของของแข็งหรือเป็นของเหลวใส่ลงในของเหลวซึ่งในที่นี้ก็คือ น้ำ

น้ำใช้เตรียมเป็นสารละลาย

น้ำใช้ก่อนเตรียมทำเป็นสารละลาย เป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญอย่างหนึ่งของการจะนำธาตุอาหารต่างๆมาเติมผสมให้เป็นสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งถ้าหากเป็นน้ำที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ไม่สร้างอันตรายแก่ต้นพืช ก็ย่อมส่งผลให้พืชนั้นได้นำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มความสามารถและในทางกลับกันหากได้น้ำที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะในการให้พืชได้ใช้ดูดซึมแร่ธาตุอาหารก็จะทำให้พืชเกิดการชะงักการเจริญเติบโต ในการพิจารณาถึงน้ำใช้เตรียมเป็นสารละลายนั้น ข้อสำคัญอันดับแรก คือต้องไม่ก่อให้เกิดพิษใดๆต่อต้นพืช (ถวัลย์, 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพน้ำ (Water Quality) คุณภาพน้ำที่ใช้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยคุณภาพหมายถึง เกลือ(ion)ที่ปนมากับน้ำ ซึ่งสามรถหาได้โดยนำน้ำมาวิเคราะห์ทางเคมี (Soilless Culture & Grower Magazine , 1998)

ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณของ Na^+ และ Cl^- สูงเกินมาตรฐาน ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการสะสมของ NaCl ในสารละลายหรือในวัสดุปลูกถึงขั้นเป็นพิษต่อพืชในระดับหนึ่ง ไบคาร์บอเนต (โซเดียม แมกนีเซียม และคลอรีน) ก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่สูงเกินมาตรฐาน ทำให้ค่า pH ของสารละลายเพิ่มขึ้น หากสูงเกินไปทำให้การละลายของคาร์บอเนต และฟอสเฟตลดลงโดยจะไปตกตะกอนกับ Ca และMg เคลือบอีเล็กโทรดของ pH และEC (วารสารเคหการเกษตร ,2541)

<u>ในด้านคุณสมบัติ มีข้อควรพิจารณาคุณภาพน้ำที่สำคัญดังนี้</u>

ความกระด้าง มักเกิดจากน้ำที่มีแคลเซี่ยม แมกนีเซียมในปริมาณสูง โดยเกลือโลหะในรูปคลอไรด์ ซัลเฟต และไบคาร์บอเนต ลักษณะความกระด้างของน้ำซึ่งตรวจสอบได้ง่าย คือเมื่อนำมาใช้ถูกับสบู่ จะรู้สึกมียางเหนียวและเกิดฟองได้น้อย ปกติความกระด้างด้วยตัวของมันเองเมื่อพิจารณาเฉพาะเพื่อการนำมาใช้เพาะปลูก มักไม่ก่อให้เกิดปัญหาแต่อย่างใด

คลอไรด์ ถ้าหากปรากฏอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ ที่มีคลอไรด์อยู่เกิน 200 ppm. ก็จะกลายเป็นปัญหาสำคัญ นอกจากนั้น ปกติสำหรับการใช้น้ำประปาที่มีคลอไรด์อยู่เกิน 100 ppm. ยังจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นได้ โดยในระหว่างฤดูร้อนการเพิ่มจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

การมีธาตุโลหะที่เป็นอันตราย เช่น ซัลไฟต์ คลอรีน (อิสระ) ที่ไม่รวมอยู่ในรูปสารประกอบ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อต้นพืช โดยจะเป็นอันตรายต่อรากพืช ทำให้พืชโตช้า แคระแกร็น

ธาตุโลหะ ปกติมักจะพบธาตุโลหะต่าง ๆ เช่น สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว มีอยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ซึ่งส่วนมากแล้ว ธาตุโลหะต่าง ๆ มักก่อให้เกิดความเป็นพิษถ้าหากพืชได้รับมากจนเกินไป (ถวัลย์ , 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหาร

ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว พืชจะได้ธาตุอาหารจากดิน 13 ธาตุด้วนกัน การปลูกพืชในดินที่เลวก็ยังมีธาตุอาหารอยู่ การปลูกพืชโดยใช้น้ำยาจะต้องให้ธาตุอาหารพืชครบทุกตัว ซึ่งธาตุบางตัวที่พืชต้องการปริมาณน้อยอาจจะมาจากน้ำที่ใช้ หรือปนเปื้อนมากับธาตุอาหารตัวอื่นก็ได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่หลักของธาตุอาหารแต่ละตัวอย่างสังเขป

ไนโตรเจน (N) จำเป็นสำหรับการทำงานหลายอย่างของพืช รวมทั้งองค์ประกอบของโปรตีน คลอโรฟีลล์ (ส่วนที่เป็นสีเขียว) และโพรโทพลาสซึม (ส่วนที่มีชีวิตในเซลล์) ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนน้อยเกินไปใบพืชก็จะมีสีเหลืองซีด และมีการเจริญเติบโตเลว ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไปจะเจริญเติบโตทางด้านใบและลำต้นมากเกินไป แต่การเจริญทางด้านผลน้อย ดังนั้น ไนโตรเจนจึงมีความสำคัญมากต่อการกินใบต่าง ๆ ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้กันก็คือ แอมโมเนียมซัลเฟต ยูเรีย แคลเซียมไนเตรต และโพแทสเซียมไนเตรตซึ่ง2ตัวหลังนี้นอกจะให้ไนโตรเจนแล้วยังให้ธาตุอาหารแคลเซียมและโพแทสเซียมด้วย

ฟอสฟอรัส (P) จำเป็นในการสร้างผล สร้างเมล็ดพืช การขาดฟอสฟอรัสจะทำให้การสร้างผลมีน้อยลง และทำให้ใบมีสีม่วง ฟอสฟอรัสยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ฟอสฟอรัสจำเป็นต่อพืชที่สร้างเมล็ด เช่น ถั่วต่าง ๆ ปุ๋ยที่ให้ฟอสฟอรัสได้แก่ ซุปเปอร์ฟอสเฟต ซึ่งให้ธาตุฟอสฟอรัสธาตุเดียว และ monoammonium phosphate ซึ่งจะให้ธาตุไนโตรเจนด้วย

โพแทสเซียม (K) จำเป็นต่อการติดเมล็ดที่ดี รวมทั้งคุณภาพเมล็ดและเส้นใยของพืชด้วย ถ้าขาด K พืชจะมีจุดประที่ใบล่าง และเริ่มจากขอบใบก่อน และลามมาทั่วทั้งใบ ปุ๋ยที่ให้ K ก็คือ โพแทสเซียมไนเตรต โพแทสเซียมซัลเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์

แคลเซียม (Ca) พืชที่ขาดแคลเซียมจะมีลักษณะแคระแกร็น ใบหงิกงอ และการเจริญเติบโตของรากเลว ปกติการให้ปุ๋ยตัวอื่นก็มักจะมีแคลเซียมอยู่ เช่น แคลเซียมไนเตรต แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าจะใส่ธาตุอาหารแคลเซียมก็มักจะใส่ธาตุอาหารพวกปูน เช่น หินปูน ปูนขาว หรือยิปซัม แล้วแต่กรณี

แมกนีเซียม (Mg) เมื่อพืชขาดธาตุอาหารตัวนี้ใบจะมีสีซีดและเหลือง โดยเริ่มจากฐานใบก่อน การบานของดอกจะช้าและใบจะเป็นลายด่าง การแก้ไขมักใส่ Mg ในรูปของแมกนีเซียมซัลเฟต หรือในรูปของหินปูนโดโลไมต์ แล้วแต่กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซัลเฟอร์หรือกำมะถัน (S) อาการที่พืชขาดกำมะถันก็คือ ใบจะมีสีเหลือง แต่โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยที่ใส่ลงไปเพื่อให้ธาตุอาหารตัวอื่นมักจะมีซัลเฟอร์ปนอยู่เสมอ

เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) และโบรอน (B) เป็นธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย แต่ก็เป็นธาตุที่จำเป็น และมักจะไม่ค่อยมีในน้ำ หรือปนเปื้อนอยู่ในธาตุอาหารอื่น ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ธาตุอาหารเหล่านี้ลงไป

โดยปกติแล้วมักจะใช้ Fe-EDTA สำหรับให้ธาตุอาหารเหล็ก และ $MnSO_4$ สำหรับให้ธาตุแมงกานีส ส่วนโบรอนก็จะให้ในรูปของ borax หรือ H_3BO_3

ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โมลิบดินัม (Mo) และคลอรีน (Cl) ธาตุเหล่านี้พืชต้องการปริมาณน้อยมาก สารละลายธาตุอาหารบางสูตรก็จะไม่ใส่ธาตุอาหารเหล่านี้ เพราะมักเป็นสารปนเปื้อนมากับสารประกอบอื่น ๆ (วารสารดินและปุ๋ย, 2531)

<u>การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร</u>

ขั้นต้นของการเตรียมสารละลาย มักจัดเตรียมเป็นรูปของสารละลายเข้มข้นมากกว่าการเตรียมอยู่ในรูปของสารละลายปลูกโดยตรงเพราะไม่สร้างความยุ่งยากในการจัดเตรียมสารละลายปลูกในปริมาณมาก การเก็บรักษาควรอยู่ในรูปของสารละลายดีกว่าในรูปผงแห้ง

ธาตุอาหารหลักจะเตรียมเป็นสารละลายปลูกได้โดยตรง หรือจะอยู่ในรูปของสารละลายเข้มข้น ส่วนใหญ่มักเตรียมในรูปของสารละลายเข้มข้น แล้วค่อยๆนำมาผสมครั้งละจำนวนน้อยๆไปเติมทำเป็นสารละลายปลูก เนื่องจากธาตุอาหารบางชนิดมีคุณสมบัติดูดความชื้น เช่น แคลเซียม โซเดียม ไนเตรท การเตรียมจึงไม่ใช้เก็บรักษาในสภาพผงแห้ง นำผงมาละลายใส่ขวดเก็บไว้ต่างหาก ไม่ควรนำไปผสมกับธาตุอื่น

จุลธาตุ การเตรียมในรูปสารละลายเข้มข้น ปริมาณที่ใช้เติมในสารละลายปลูกต่อลิตรมีปริมาณน้อย จุลธาตุทุกชนิดยกเว้นเหล็ก ไม่สามารถจัดเตรียมเป็นสารละลายที่เข้มข้นโดยตรง มักนิยมใช้เป็นสัดส่วนปริมาตรสารละลายเข้มข้น 1 ซีซี ต่อสารละลายที่ใช้ปลูก 1 ลิตร (ถวัลย์ ,2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหลีกเลี่ยงการตกตะกอน ได้ทำการแยกสารละลายเข้มข้นออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ A และส่วน B หลังจากนั้นนำมาละลายในน้ำ เพื่อให้สามารถละลายได้เต็มที่ (Soilless Culture & Grower Magazine , 1998)

การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ขั้นตอนการเตรียมกล้าไม้

การเพาะเมล็ด จะเพาะบน Vermiculite Perlite หรืออาจใช้ทราย หรือทราบผสมขี้เถ้าแกลบ

การให้สารละลายธาตุอาหาร หลังจากต้นกล้ามีใบเลี้ยง โดยเริ่มจากให้น้ำที่ปรับ pH = 5.5 เป็นเวลา 2 –3 วัน หลังจากนั้นให้สารละลายธาตุอาหารที่มี EC = 1.0 –1.5 mS/cm โดยค่อย/ๆเพิ่มขึ้นช้าๆเป็นเวลา 10 – 20 วัน

ระบบการให้น้ำโดยทั่วไปใช้แบบ Sub-irrigation โดยปล่อยให้สารละลายไหลจากด้านล่างค่อยท่วมแท่งเพาะชำ โดยจะต้องไม่ให้สารละลายสูงกว่า 1.5 เซนติเมตร ถ้าการให้น้ำแบบฉีดฝอย ปกติจะเริ่มจากการปรับพื้นดินให้เรียบและปูด้วยแผ่นพลาสติกขาว-ดำ และใช้ Mini-sprinkler ฉีดน้ำที่ระดับเหนือใบ แต่ต้องคอยระวังใบไหม้ ถ้าใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่า 1.5 กรัม/ลิตร ฉีดที่ใบจะต้องฉีดด้วยน้ำเปล่าตามที่ใบด้วย หลังจากพืชตั้งตัวได้แล้วจึงนำมาปลูกลงในรางที่เตรียมไว้ (อิทธิสุนทร ,2538)

การเจริญเติบโตของพืช สังเกตจากการเกิดรากอ่อน ถ้ามีรากอ่อนเกิดขึ้นตลอดเวลา แสดงว่าพืชสามารถเติบโตได้ ควรระวังตะไคร่น้ำเพราะถ้ารากพืชมีตะไคร่น้ำมาเกาะพืชจะเจริญเติบโตช้าหรือตายได้ หากเกิดตะไคร่น้ำล้ารากและภาชนะด้วยน้ำและเปลี่ยนสารละลาย อย่าให้มีความเข้มข้นสูง มิฉะนั้นอาจเกิดขบวนการน้ำจากภายในพืชไหลออกมาหาน้ำที่อยู่นอกพืช เนื่องจากแรงดันของน้ำพืชอาจตายได้ถ้าแก้ไขไม่ทัน (ลัดดา ,2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูแลและตรวจสอบระบบระหว่างปลูกพืช

ตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืช

1. การเจริญเติบโตต้องเป็นไปตามอายุและตรงตามลักษณะพันธุ์พืช และไม่มีอาการผิดปกติ เช่น อาการขาดธาตุอาหาร ที่พบมากที่สุดคือการขาดธาตุเหล็ก อาจเนื่องจากระดับ pH ของสารละลายไม่เหมาะสม
2. การระบาดของโรคและแมลงต้องมีการตรวจสอบและป้องกันอย่างสม่ำเสมอ

ตรวจสอบเกี่ยวกับองค์ประกอบของธาตุอาหาร

1. ค่า pH และ EC ตลอดจนความสมดุลของธาตุอาหารในสารละลาย
2. ปริมาณออกซิเจนในสารละลาย และในวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้
- ปั๊มน้ำ
- ถังพลาสติกบรรจุสารละลายธาตุอาหาร ขนาด 200 ลิตร
- ท่อ พีวีซี
- ท่อ พีอี
- วาล์วปิด – เปิดน้ำ
- สายไฟ
- รางพลาสติกสีขาว
- เหล็กฉาก
- กาวซิลิโคน
2. วัสดุปลูกที่ใช้เพาะกล้า มีดังนี้
- ร็อควูล
- ฟองน้ำ
- ขุยมะพร้าว
- แกลบสด
- ขี้เถ้าแกลบ
- เพอร์ไลท์
3. EC meter
4. PH meter
5. Oxygen meter
6. เมล็ดพันธุ์ผักสลัด
7. กระบะเพาะเมล็ด
8. สารเคมีที่ใช้ในสูตรสารละลายธาตุอาหาร
9. ถ้วยเพาะเมล็ด ขนาด 2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

เริ่มทำการทดลอง วันที่ 5 ตุลาคม 2541 ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การเตรียมระบบ

1.1 นำเหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว ความยาว 150 เซนติเมตร มาต่อเป็นโต๊ะที่มีความยาว 18 เมตร กว้าง 1.50 เมตร โดยให้มีความลาดเทเท่ากับ 2 %

1.2 วางรางพลาสติกซึ่งมีหลุมไว้สำหรับใส่ต้นกล้า โดยให้ระยะปลูกเท่ากับ 30 * 30 เซนติเมตร จำนวนหลุมทั้งหมด 288 หลุม นำมาวางบนโต๊ะได้รางจำนวน 6 ราง ซึ่งรางที่ได้มีขนาดความยาว 6 , 12 และ 18 เมตร จำนวน 2 ซ้ำ ทำการสุ่มวางรางแต่ละความยาวลงบนโต๊ะ ต่อท่อพีอีที่ต้นรางเพื่อให้น้ำเข้าและปลายรางต่อท่อรวมเพื่อนำน้ำกลับยังถังสารละลาย

1.3 ติดตั้งปั๊มในถังสารละลายเพื่อปั๊มน้ำจากถังให้ไหลไปตามท่อพีวีซียังต้นราง เจาะรูด้านข้างถังสารละลายเพื่อรับน้ำกลับ

2. การเพาะต้นกล้าและการปลูก

2.1 ทำกระบะเพาะกล้าขนาด 185*190*20 เซนติเมตร ติดตั้งระบบให้น้ำเป็นเวลา

2.2 นำถ้วยพลาสติกขนาด 2 นิ้ว มาบรรจุวัสดุปลูกดังนี้

crop 1 :

- ร็อควูล	48 ใบ
- แกลบสด	48 ใบ
- ขี้เถ้าแกลบ	48 ใบ
- ขุยมะพร้าว	48 ใบ
- ฟองน้ำ	48 ใบ
- เพอร์ไลท์	48 ใบ

ชนิดผักที่ปลูก Bibb or Limestone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

crop 2 :

- เพอร์ไลท์	96 ใบ
- ร็อควูล	96 ใบ
- ขี้เถ้าแกลบ	96 ใบ

ชนิดผักที่ปลูก 1. Black Seed Simpson

2. Bibb or Limestone

3. Radish

4. Southern Giant Curled

5. Slad Bowl

6. Bon Vivant Mixture

7. Swiss Chard

8. Marvel of Four Season

2.3 พรมน้ำวัสดุเพาะกล้าให้ชุ่ม ใส่เมล็ดพันธ์ลงในวัสดุเพาะกล้าถ้วยละ 2 เมล็ด นำไปวางในกระบะเพาะกล้าและวางไว้ที่ที่มีแดดรำไร

2.4 เมื่อต้นกล้าอายุได้ 2 สัปดาห์ ย้ายต้นกล้ามาลงรางโดยที่แต่ละรางให้มีวัสดุเพาะกล้าแต่ละชนิดเท่ากัน โดยทำการจับฉลากสุ่มวัสดุเพาะกล้าแต่ละชนิดลงราง

2.5 เดินระบบสารละลายธาตุอาหาร

3. การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลระหว่างการปลูก

- วัดปริมาณการใช้น้ำ
- วัดปริมาณการใช้สารละลายธาตุอาหาร
- วัดปริมาณออกซิเจนในถังสารละลาย และในรางปลูกทุกระยะ 3 เมตร ทุกวันอังคาร และวันศุกร์
- วัดอุณหภูมิของสารละลายในถังเก็บสารละลาย และในรางปลูกทุกระยะ 3 เมตร ทุกวันอังคาร และวันศุกร์
- วัดค่า EC และ pH ก่อนและหลังปรับสารละลายธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวิเคราะห์

- ชั่งน้ำหนักสด
- วิเคราะห์สารละลายธาตุอาหาร

4. การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

- สูตรสารละลายที่ใช้ สูตรสำเร็จรูป

สาร A ประกอบด้วย $Ca(NO_3)_2$

สาร B ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นปุ๋ยสำเร็จรูปที่ใช้ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน Nutriflora – t ของบริษัท Hydro Agri Rotterdam มีองค์ประกอบดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบของธาตุอาหารสูตร Nitriflora – t บริษัท Hydro Agri Rotterdam

Nutriflora – t

2+11+38+5 MgO

Product Specification

Chemical Specification	Nutrient	Percentage by Weight
Nitrogen	N	2.0%
Nitrate	N	2.0%
Phosphorus Pentoxide	P_2O_5	11.0%
Potassium Oxide	K_2O	38.0%
Magnesium Oxide	MgO	5.0%
Sulphur	SO_3	30.0%
Boron	B	0.04%
Molybdenum	Mo	0.007%
Copper	Cu	0.002%
Iron (Chelated)	Fe	0.07%
Manganese	Mn	0.13%
Zinc	Zn	0.03%

(ที่มา : บริษัท Hydro Agri Rotterdam)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำสต๊อกสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น

นำสาร A มาชั่ง 240 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร

นำสาร B มาชั่ง 200 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร

- วิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

นำสต๊อกสาร A และ B ในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมลงในน้ำ Reverse Osmosis ให้ได้ค่า EC เท่ากับ 1.2 mS/cm และปรับ pH ด้วยกรดไนตริกเจือจาง ให้ได้ค่าเท่ากับ 6.00

5. การวางแผนการทดลองแบบ Split Plot โดยให้

main plot คือ ความยาวราง ขนาด 6 , 12 และ 18 เมตร

sub plot คือ วัสดุปลูกทั้ง 6 ชนิด

6. สถานที่ทำการทดลอง

ดาดฟ้าชั้น 5 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าจ้าคุณทหารลาดกระบัง

7. ระยะเวลาทำการทดลอง

5 ตุลาคม 2541 ถึง 15 มกราคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหาร

จากผลการทดลองเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชโดยทำการวัดก่อนการปรับสารละลายธาตุอาหารไมีค่า pH เท่ากับ 6.00 และมีค่า EC เท่ากับ 1.2 mS/cm ซึ่งจะพบว่าทั้งในพืช crop 1 และ crop 2 มีค่า EC และ pH แตกต่างกันไม่มากนัก โดยที่ในพืช crop 1 จะมีค่า PH เฉลี่ย 6.69 และ EC เฉลี่ย 1.28 และในพืช crop 2 มีค่า pH เฉลี่ย 7.96 และ EC เฉลี่ย 1.22 พบว่าทั้งค่า pH และ EC จะเพิ่มขึ้นจากการเตรียมสารละลายครั้งแรกที่ให้แก่พืช (ตารางที่ 6 , 7 และ ภาพที่ 1 , 2)

2. อุณหภูมิ

ทำการวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดออกซิเจน ซึ่งวัดอุณหภูมิของสารละลายในแต่ละช่วงความยาวรางทุก ๆ 3 เมตร อุณหภูมิเมื่อวัดจากต้นราง (น้ำเข้า) ที่จุด 3 ,6,9,12,15 และที่18 เมตร(น้ำออก) พบว่าอุณหภูมิของสารละลายจะเพิ่มขึ้นจากต้นรางไปยังปลายรางทั้งใน crop 1 และ crop 2 นอกจากนี้พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละช่วงความยาวรางของ crop 1 และ crop 2 มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละรางทั้ง 3 ขนาดความยาวเพราะเส้นกราฟไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 8 , 9 และ ภาพที่ 5 , 6)

ส่วนอุณหภูมิตลอดช่วงอายุของพืช พบว่าความยาวราง 6 , 12 , และ 18 เมตร มีค่าไม่แตกต่างกันเพราะเส้นกราฟมีค่าใกล้เคียงกันมาก ในพืช crop 1 มีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 32.63 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าอุณหภูมิในรางส่วนใหญ่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ (ตารางที่ 10 และ ภาพที่ 3) ส่วนใน crop 2 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 31.56 ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิสารละลายในรางมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ เพราะเส้นกราฟใกล้เคียงกันมาก (ตารางที่ 11 และ ภาพที่ 4)

3. ออกซิเจน

เมื่อทำการวัดออกซิเจนด้วยเครื่องวัดออกซิเจนซึ่งทำเช่นเดียงกับการวัดอุณหภูมิ ใน crop 1 และ crop 2 พิจารณาตลอดระยะการปลูกเมื่อเทียบกับออกซิเจนในสารละลายเฉลี่ย 6.53 mg/l ซึ่งพบว่ารางยาว 6, 12 และ 18 เมตร มีค่าออกซิเจนไม่แตกต่างกันมากนัก และมีค่าออกซิเจนใกล้เคียงกับออกซิเจนของสารละลายในถัง เมื่อพืชอายุมากขึ้นออกซิเจนมีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 12 , 13 และ ภาพที่ 7 , 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาออกซิเจนในแต่ละช่องความยาว พบว่า ออกซิเจนจะมีแนวโน้มลดลงตามความยาวรางทั้งใน crop 1 และ crop 2 ใน crop 1 พบว่าความยาวราง 6, 12 และ 18 เมตร มีค่าใกล้เคียงกันเพราะเส้นกราฟไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 9) และใน crop 2 พบว่าขนาดความยาวราง 6, 12 และ 18 เมตร มีค่าใกล้เคียงกันเพราะเส้นกราฟไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 15 และ ภาพที่ 10)

4. ปริมาณการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำของพืชใน crop 1 จากพืชอายุได้ 17 วัน ถึง 51 วัน ระยะเวลาทำการวัด 33 วัน ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด 1,113 ลิตร และปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 0.12 ลิตร/ต้น/วัน หรือ 3.93 ลิตร/ต้น ซึ่งมีพืชอยู่ 283 ต้น และพบว่าปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย ลิตร/ต้น/วัน เพิ่มขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น และยังพบว่าช่วงพืชอายุ 39 ถึง 45 วัน จะมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย ลิตร/ต้น/วัน เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อพืชมีอายุได้ 49 ถึง 51 วัน พืชมีการใช้น้ำลดลง (ตารางที่ 16 และ ภาพที่ 11)

ปริมาณการใช้น้ำของพืชใน crop 2 พิจารณาในช่วงอายุ 8 วัน ถึง 41 วัน พบว่าปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด 770 ลิตร ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 0.083 ลิตร/ต้น/วัน หรือ 2.75 ลิตร/ต้น และพบว่าปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย ลิตร/ต้น/วัน เพิ่มขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น (ตารางที่ 17 และ ภาพที่ 12)

5. น้ำหนักสดของพืช

จากการทดลองใน crop 1 เมื่อพิจารณาน้ำหนักสดที่ความยาวราง 6, 12 และ 18 เมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะวัสดุปลูกพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT ที่ระดับ 5% พบว่าแกลบสด, ฟองน้ำ, ขี้เถ้าแกลบ และ เพอร์ไลท์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างกับขุยมะพร้าวและร็อควูลซึ่งร็อควูลดีที่สุด รองลงมาคือ ขุยมะพร้าวและแกลบสด, ฟองน้ำ, ขี้เถ้าแกลบ, เพอร์ไลท์ ตามลำดับ (ตารางที่ 18 และตารางที่ 20)

ส่วนใน crop 2 พิจารณาตามชนิดพืชดังนี้ ชนิดที่ 1 Black Seed Simpson, ชนิดที่ 2 Bibb or Lime stone, ชนิดที่ 3 Radish , ชนิดที่ 5 Slad Bowl, ชนิดที่ 7 SwissChard และชนิดที่ 8 Marval of Four Season พิจารณาทางสถิติโดยใช้น้ำหนักสดของพืชกับความยาวรางที่ 6 ,12 และ 18 เมตร และวัสดุปลูกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับ 5% ส่วนชนิดที่ 4 Southern Giant Curled พบว่าความยาวรางไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะวัสดุปลูกมีความแตกต่างทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT ที่ระดับ 5% พบว่า เพอร์ไลท์กับขี้เถ้าแกลบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งแตกต่างกับร็อค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วูลและร็อควูลเป็นวัสดุปลูกที่ดีที่สุด และชนิดที่ 6 Bon Vivant Mixture ความยาวรางไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาความยาวรางกับวัสดุปลูกมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อพิจารณาเฉพาะวัสดุปลูกมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ที่ความยาวราง 6 เมตร ขี้เถ้าแกลบกับร็อควูลไม่มีความแตกต่างกันแต่เพอร์ไลท์แตกต่าง ที่ความยาวราง 12 เมตร ขี้เถ้าแกลบไม่มีความแตกต่างกับเพอร์ไลท์และร็อควูล แต่ร็อควูลแตกต่างกับเพอร์ไลท์ ที่ความยาวราง 18 เมตร ร็อควูลแตกต่างกับเพอร์ไลท์และขี้เถ้าแกลบ ส่วนเพอร์ไลท์กับขี้เถ้าแกลบไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อทำการพิจารณาเฉพาะวัสดุปลูก พบว่า ขี้เถ้าแกลบและร็อควูลไม่มีความแตกต่าง แต่ เพอร์ไลท์จะแตกต่างกับขี้เถ้าแกลบและร็อควูล (ตารางที่ 19 , 21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช crop 1

อายุพืช (วัน)	EC (mS/cm)	pH
17	1.50	6.88
25	1.38	6.83
30	1.43	6.89
36	1.48	7.70
39	1.28	6.83
42	1.28	7.32
43	1.04	6.15
45	1.26	6.30
46	1.28	6.35
47	1.04	6.15
49	1.14	6.28
50	1.25	6.57
51	1.30	6.78

หมายเหตุ การผสมสารละลายธาตุอาหารพืชทุกครั้งใช้ค่า EC = 1.2 mS/cm และ pH = 6.00
ค่า EC และ pH ที่วัดได้เป็นค่าก่อนปรับสารละลายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหารในถังสารละลายของพืช crop 2

อายุพืช (วัน)	EC	pH
8	1.32	7.32
12	1.48	6.97
18	1.46	7.10
22	1.48	6.96
26	1.07	7.07
29	1.03	7.39
31	1.05	7.20
33	1.14	6.86
35	1.03	7.49
37	1.03	7.30
38	1.25	7.20
39	1.30	7.32
41	1.32	6.98

หมายเหตุ การผสมสารละลายธาตุอาหารพืชทุกครั้งใช้ค่า EC = 1.2 mS/cm และ pH = 6.00
ค่า EC และ pH ที่วัดได้เป็นค่าก่อนปรับสารละลายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (^{0}C) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุพืช crop 1

อายุพืช	อุณหภูมิ	อุณหภูมิ	อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละความยาว (เมตร)		
(วัน)	อากาศ	สารละลายในถัง	6 ม.	12 ม.	18 ม.
17	34.30	30.50	29.76	29.94	29.67
22	34.30	32.70	33.25	33.24	33.85
25	33.60	33.20	33.10	33.05	33.26
30	33.50	33.10	32.88	32.73	32.71
33	30.10	30.50	29.95	30.20	30.00
37	33.70	31.70	31.11	30.78	30.66
40	33.60	28.20	30.16	29.99	30.01
43	34.30	33.20	31.35	30.67	31.41
46	34.10	30.50	31.06	31.29	31.35
49	32.00	31.06	30.31	30.40	30.57

ตารางที่ 9 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (^{0}C) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุพืช crop 2

อายุพืช	อุณหภูมิ	อุณหภูมิ	อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละความยาว (เมตร)		
(วัน)	อากาศ	สารละลายในถัง	6 ม.	12 ม.	18 ม.
13	31.00	28.50	29.01	29.63	29.58
17	33.40	32.80	33.40	33.30	33.03
20	32.00	29.90	31.10	30.80	30.57
24	32.20	32.10	31.18	31.09	30.59
27	31.00	28.50	30.08	29.41	29.75
31	31.20	24.80	25.85	28.89	25.43
34	30.80	27.50	27.42	27.30	27.04
38	30.50	27.40	27.62	27.53	27.40
41	32.00	27.40	27.32	27.57	27.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (^{0}C) ของสารละลายธาตุอาหารแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 1

รางยาว	อุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในรางทุกๆ ความยาว 3 เมตร						
	0(น้ำเข้า)	3	6	9	12	15	18(น้ำออก)
6 เมตร	30.94	31.31	31.56				
12 เมตร	30.84	31.09	31.23	31.34	31.51		
18 เมตร	30.87	31.09	31.25	31.39	31.45	31.58	31.77

ตารางที่ 11 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (^{0}C) ของสารละลายธาตุอาหารแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 2

รางยาว	อุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในรางทุกๆ ความยาว 3 เมตร						
	0(น้ำเข้า)	3	6	9	12	15	18(น้ำออก)
6 เมตร	28.92	29.23	29.52				
12 เมตร	27.78	29.03	29.23	29.38	29.54		
18 เมตร	28.35	28.60	28.83	29.11	29.29	29.47	29.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg/ l) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุของพืช crop 1

อายุพืช (วัน)	ออกซิเจนสารละลายในถัง	ออกซิเจนเฉลี่ยในแต่ละความยาว (เมตร)		
		6 ม.	12 ม.	18 ม.
17	6.80	7.28	7.24	7.33
22	6.50	6.63	6.70	6.78
25	6.70	6.73	7.46	6.66
29	6.80	6.68	6.74	6.70
32	6.90	6.80	6.78	6.87
36	6.60	6.81	6.83	6.66
39	6.20	6.81	6.81	6.69
42	6.90	6.78	6.68	6.31
45	5.90	6.18	6.33	5.86
48	6.00	5.35	5.27	4.86

ตารางที่ 13 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg/ l) ของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุของพืช crop 2

อายุพืช (วัน)	ออกซิเจนสารละลายในถัง	ออกซิเจนเฉลี่ยในแต่ละความยาว (เมตร)		
		6 ม.	12 ม.	18 ม.
13	7.30	6.06	7.24	7.30
17	6.10	6.60	6.81	6.88
20	6.90	6.63	6.66	6.88
24	6.60	6.02	6.30	6.28
27	6.80	6.57	6.55	6.63
31	7.10	6.65	6.77	6.58
34	5.50	6.22	6.17	6.11
37	6.00	5.81	5.70	5.74
41	6.10	5.72	5.66	5.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg/ l)สารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 1

รางยาว	อุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในรางทุกๆ ความยาว 3 เมตร						
	0(น้ำเข้า)	3	6	9	12	15	18(น้ำออก)
6 เมตร	6.78	6.63	6.42				
12 เมตร	6.85	6.71	6.65	6.51	6.38		
18 เมตร	6.84	6.74	6.57	6.46	6.34	6.21	6.09

ตารางที่ 15 แสดงออกซิเจนเฉลี่ย (mg/ l)สารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงความยาวรางของพืช crop 2

รางยาว	อุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายในรางทุกๆ ความยาว 3 เมตร						
	0(น้ำเข้า)	3	6	9	12	15	18(น้ำออก)
6 เมตร	6.56	6.38	6.2				
12 เมตร	6.71	6.55	6.44	6.3	6.13		
18 เมตร	6.8	6.7	6.56	6.45	6.35	6.16	6.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร) ของพืชใน crop 1

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณการใช้น้ำ crop 1 ลิตร/ต้น/วัน	ปริมาณการใช้น้ำสะสม ลิตร/ต้น
17	0.025	0.025
25	0.035	0.305
30	0.070	0.655
36	0.078	1.123
39	0.082	1.369
42	0.153	1.828
43	0.276	2.104
45	0.230	2.564
46	0.283	2.847
47	0.271	3.118
49	0.210	3.538
50	0.20	3.738
51	0.20	3.938

หมายเหตุ ปริมาณการใช้น้ำในช่วงที่พืชอายุ 17 ถึง 51 วัน มีพืชจำนวน 283 ต้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดเฉลี่ย = 3.938 ลิตร/ต้น ใช้สาร A = 3.68 ลิตร และสาร B = 3.68 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร) ของพืชใน crop 2

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณการใช้น้ำ crop 2 ลิตร/ต้น/วัน	ปริมาณการใช้น้ำสะสม ลิตร/ต้น
8	0.021	0.021
12	0.027	0.129
16	0.045	0.309
18	0.053	0.415
19	0.071	0.486
22	0.060	0.666
26	0.074	0.962
30	0.045	1.142
32	0.125	1.392
34	0.151	1.694
36	0.169	2.032
38	0.187	2.406
40	0.173	2.752

หมายเหตุ ปริมาณการใช้น้ำในช่วงที่พืชอายุ 8 ถึง 41 วัน มีพืชจำนวน 280 ต้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดเฉลี่ย = 2.752 ลิตร/ต้น ใช้สาร A = 3.2 ลิตร และสาร B = 3.2 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม) crop 1

ความยาว	วัสดุปลูก	Replication		เฉลี่ย
		1	2	
6 เมตร	แกลบสด	128.82	112.20	120.51
	ขุยมะพร้าว	136.00	139.13	137.57
	ฟองน้ำ	121.17	123.42	122.30
	เพอร์ไลท์	71.37	84.64	78.01
	ขี้เถ้าแกลบ	121.19	136.89	129.04
	ร็อควูล	169.26	244.62	206.94
12 เมตร	แกลบสด	101.15	121.19	111.17
	ขุยมะพร้าว	124.56	138.38	131.47
	ฟองน้ำ	74.06	106.00	90.03
	เพอร์ไลท์	137.79	113.88	125.84
	ขี้เถ้าแกลบ	97.64	107.50	102.57
	ร็อควูล	168.10	228.71	198.41
18 เมตร	แกลบสด	80.20	130.89	105.55
	ขุยมะพร้าว	182.54	142.89	162.72
	ฟองน้ำ	112.92	94.82	103.87
	เพอร์ไลท์	119.40	148.88	134.14
	ขี้เถ้าแกลบ	112.59	122.19	117.39
	ร็อควูล	262.12	216.19	239.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม) crop 2

ชนิดพืช	ความยาว	วัสดุปลูก	Replication		เฉลี่ย
			1	2	
1.Black	6 เมตร	เพอร์ไลท์	191.20	169.50	180.35
Seed		ขี้เถ้าแกลบ	104.30	0.00	52.15
Simpson		ร็อควูล	625.80	299.88	462.84
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	212.96	141.40	177.18
		ขี้เถ้าแกลบ	473.23	325.43	399.33
		ร็อควูล	191.23	421.93	306.58
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	249.17	176.74	212.96
		ขี้เถ้าแกลบ	169.70	249.17	209.44
		ร็อควูล	250.63	285.39	268.01
2. Bibb	6 เมตร	เพอร์ไลท์	476.43	231.20	353.82
or Lime		ขี้เถ้าแกลบ	180.36	120.94	150.65
Stone		ร็อควูล	106.04	377.04	241.54
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	234.70	0.00	117.35
		ขี้เถ้าแกลบ	180.36	120.94	150.65
		ร็อควูล	756.20	130.38	443.29
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	118.79	418.98	268.89
		ขี้เถ้าแกลบ	76.78	135.01	105.90
		ร็อควูล	343.34	227.44	285.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม) crop 2

ชนิดพืช	ความยาว	วัสดุปลูก	Replication		เฉลี่ย
			1	2	
3. Radish	6 เมตร	เพอร์ไลท์	15.72	1.42	8.57
		ขี้เถ้าแกลบ	13.89	9.79	11.84
		ร็อควูล	12.07	32.45	22.26
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	11.49	19.45	15.47
		ขี้เถ้าแกลบ	23.87	9.4	16.635
		ร็อควูล	20.8	23.15	21.975
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	10.29	16.12	13.205
		ขี้เถ้าแกลบ	16.3	10.88	13.59
		ร็อควูล	23.49	10.88	17.185
4. Southern	6 เมตร	เพอร์ไลท์	191.2	0	95.6
Giant		ขี้เถ้าแกลบ	234.7	60.85	147.775
Curled		ร็อควูล	538.9	104.31	321.605
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	375.94	379.24	377.59
		ขี้เถ้าแกลบ	365.07	522.93	444
		ร็อควูล	712.76	724.92	718.84
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	178.19	62.29	120.84
		ขี้เถ้าแกลบ	336.1	99.96	218.03
		ร็อควูล	365.07	343.34	354.205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม) crop 2

ชนิดพืช	ความยาว	วัสดุปลูก	Replication		เฉลี่ย
			1	2	
5. Slad	6 เมตร	เพอร์ไลท์	147.8	191.23	169.515
Bowl		ขี้เถ้าแกลบ	386.8	408.54	397.67
		ร็อควูล	321.6	386.81	354.205
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	245.55	246.95	246.25
		ขี้เถ้าแกลบ	332.48	231.33	281.905
		ร็อควูล	126.04	433.15	279.595
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	205.71	155.01	180.36
		ขี้เถ้าแกลบ	212.96	199.92	206.44
		ร็อควูล	386.8	165.15	275.975
6. Bon	6 เมตร	เพอร์ไลท์	60.85	82.58	71.715
Vivant		ขี้เถ้าแกลบ	408.5	452	430.25
Mixture		ร็อควูล	365.1	169.5	267.3
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	180.36	272.27	226.315
		ขี้เถ้าแกลบ	212.96	320.94	2666.95
		ร็อควูล	408.54	453.35	430.945
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	120.24	299.88	210.06
		ขี้เถ้าแกลบ	183.98	199.92	191.95
		ร็อควูล	350.59	430.27	390.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม) crop 2

ชนิดพืช	ความยาว	วัสดุปลูก	Replication		เฉลี่ย
			1	2	
7. Swiss	6 เมตร	เพอร์ไลท์	604.10	343.35	473.73
Chard		ขี้เถ้าแกลบ	278.50	517.19	397.85
		ร็อควูล	452.00	0.00	226.00
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	234.68	287.27	260.98
		ขี้เถ้าแกลบ	215.13	365.82	290.48
		ร็อควูล	342.84	489.26	416.05
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	292.64	263.66	278.15
		ขี้เถ้าแกลบ	292.64	170.27	231.46
		ร็อควูล	173.94	430.27	302.11
8. Marvel	6 เมตร	เพอร์ไลท์	147.80	0.00	73.90
of Four		ขี้เถ้าแกลบ	104.30	299.88	202.09
Season		ร็อควูล	355.10	212.96	284.03
	12 เมตร	เพอร์ไลท์	50.21	287.27	168.70
		ขี้เถ้าแกลบ	212.96	253.61	233.03
		ร็อควูล	245.55	253.61	249.58
	18 เมตร	เพอร์ไลท์	249.18	234.69	241.94
		ขี้เถ้าแกลบ	277.15	249.18	263.17
		ร็อควูล	256.42	56.50	156.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 1

Analysis of Variance

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
REP.	1	916.475	916.475	2.021^{ns}	18.51	98.5
A	2	1656.7059	828.353	1.363^{ns}	9.55	30.82
ERROR A	3	1823.4028	607.8009			
B	5	52470.5051	10494.101	19.491**	2.9	4.56
AB	10	6945.8033	694.5802	1.29^{ns}	2.54	3.8
ERROR B	15	8075.9479	538.3965			
TOTAL	35	70972.365	2027.7819			

Grand Mean = 133.983333

c.v. A (main plot) = 15.89 %

c.v. B (sub plot) = 17.31 %

* = Significant at 95 % level

** = Significant at 99 % level

ns = Non Significant at 95 % level

Sub plot difference at 95 % level in DMRT

01 = 112.4083 c 04 = 112.6600 c

02 = 143.9167 b 05 = 114.6667 c

03 = 105.3983 c 06 = 214.8333 a

หมายเหตุ 01 = แกลบสด 04 = เพอร์ไลท์

02 = ขุยมะพร้าว 05 = ขี้เถ้าแกลบ

03 = ฟองน้ำ 06 = ร็อควูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 2

Analysis of Variance

ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
1	REP.	1	3208.0044	3208.0047	0.179^{ns}	18.51	98.5
	A	2	32278.66	16139.33	0.898^{ns}	19	99
	ERROR A	2	35928.28	17964.14			
	B	2	64934.2	32467.1	2.893^{ns}	5.14	10.92
	AB	4	137011.42	34252.85	3.052^{ns}	4.53	9.14
	ERROR B	6	67346.45	11224.4			
	TOTAL	17	340707.03	20041.59			

Grand Mean = 60.896 * = Significant at 95 % level

c.v. (main plot) = 51.37297 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 40.608 % ns = Non Significant at 95 % level

ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
2	REP.	1	21648.64	21648.64	0.547^{ns}	18.51	98.5
	A	2	9484.5128	4742.25	0.120^{ns}	19	99
	ERROR A	2	79128.89	39564.44			
	B	2	86542.91	43271.45	0.976^{ns}	5.14	10.92
	AB	4	126164.93	31541.23	0.711^{ns}	4.53	9.14
	ERROR B	6	266030.67	44.338.44			
	TOTAL	17	589000.57	34647.09			

Grand Mean = 214.30222 * = Significant at 95 % level

c.v. (main plot) = 82.4311 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 87.2627 % ns = Non Significant at 95 % level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 (ต่อ) แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 2

Analysis of Variance

ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
3	REP.	1	0.3388	0.3389	0.21^{ns}	18.51	98.5
	A	2	44.5122	22.2561	13.822^{ns}	19	99
	ERROR A	2	3.2203	1.6102			
	B	2	349.209	174.6045	2.157^{ns}	5.14	10.92
	AB	4	30.0597	7.5149	0.093^{ns}	4.53	9.14
	ERROR B	6	485.6872	80.9479			
	TOTAL	17	913.0274	53.7075			

Grand Mean = 16.29722 * = Significant at 95 % level

c.v. (main plot) = 7.786148 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 55.20638 % ns = Non Significant at 95 % level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 (ต่อ) แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 2

Analysis of Variance

ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
4	REP.	1	55565.57	55565.566	1.401^{ns}	18.51	98.5
	A	2	374841.17	187420.58	4.727^{ns}	19	99
	ERROR A	2	79295.766	39647.88			
	B	2	229070.07	114535.03	17.037**	5.14	10.92
	AB	4	13104.846	3276.2114	0.487^{ns}	4.53	9.14
	ERROR B	6	40336.362	6722.7269			
	TOTAL	17	792213.79	46600.81			

Grand Mean = 310.87611 * = Significant at 95 % level

c.v. (main plot) = 64.05052 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 26.37457 % ns = Non Significant at 95 % level

Sub plot Difference at 95 % Level in DMRT

01 = 197.8100 b 02 269.9350 b 03 = 464.8833 a

หมายเหตุ 01 = เพอร์ไลท์ 02 = ขี้เถ้าแกลบ 03 = ร็อควูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 (ต่อ) แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 2

Analysis of Variance

ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F·	F.05	F.01
5	REP.	1	152.2511	152.2511	0.013^{ns}	18.51	98.5
	A	2	22403	11201.503	0.957^{ns}	19	99
	ERROR A	2	23421.84	11710.922			
	B	2	40661.57	20330.786	2.105^{ns}	5.14	10.92
	AB	4	29045.308	7351.327	0.761^{ns}	4.53	9.14
	ERROR B	6	57941.016	9656.836			
	TOTAL	17	173984.99	10234.411			

Grand Mean = 265.76833 * = Significant at 95 % level

c.v. (main plot) = 3.164272 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 16.61563 % ns = Non Significant at 95 % level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 (ต่อ) แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 2

Analysis of Variance

ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
6	REP.	1	8432.2227	8332.2227	0.9916^{ns}	18,51	98.5
	A	2	9313	4656.5	0.5476^{ns}	19	99
	ERROR A	2	17008.111	8504.0557			
	B	2	116021.34	58010.668	13.7218**	5.14	10.92
	AB	4	107997.41	26999.354	6.3864*	4.53	9.14
	ERROR B	6	25365.791	4227.6318			
	TOTAL	17	284137.88				

Grand Mean = 255.7934 * = Significant at 95 % level

c.v. (main plot) = 33.39 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 23.54 % ns = Non Significant at 95 % level

Sub plot (B) Difference at 95 % Level in DMRT

01 = 169.3633 b 02 = 296.3833 a 03 = 362.8317 a

AB (Main Plot * Sub Plot) Differnce at 95 % Level in DMRT

MP 01 SP 01 = 71.7150 d MP 02 SP 01 = 226.3150 bcd

MP 01 SP 02 = 430.2500 a MP 02 SP 02 = 266.9500 abc

MP 01 SP 02 = 430.2500 a MP 02 SP 03 = 430.9450 a

MP 03 SP 01 = 210.0600 cd

MP 03 SP 02 = 191.9500 cd

MP 03 SP 03 = 390.4300 ab

หมายเหตุ MP 01 = รางยาว 6 เมตร SP 01 = เพอร์ไลท์

MP 02 = รางยาว 12 เมตร SP 02 = ขี้เถ้าแกลบ

Mp 03 = รางยาว 18 เมตร SP 03 = ร็อควูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 (ต่อ) แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติของพืช crop 2

Analysis of Variance

ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
7	REP.	1	19.4791	19.4791	0.001^{ns}	18.51	98.5
	A	2	27246.409	13623.205	0.457^{ns}	19	99
	ERROR A	2	59676.254	29838.127			
	B	2	3087.9272	1543.9636	0.055^{ns}	5.14	10.92
	AB	4	93586.999	23396.75	0.83^{ns}	4.53	9.14
	ERROR B	6	169070.62	2878.4372			
	TOTAL	17	352687.69	20746.335			

Grand Mean = 319.6791 * = Significant at 95 % level

c.v. (main plot) = 54.6354 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 52.5102 % ns = Non Significant at 95 % level

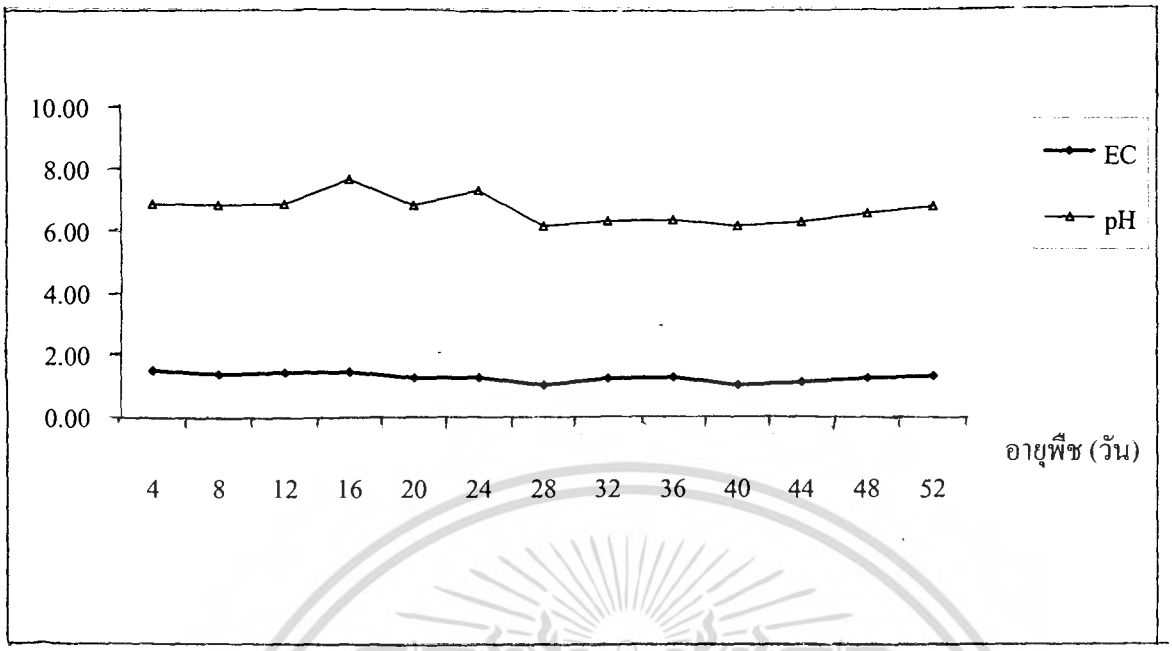
ชนิดพืช	SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
8	REP.	1	16.6273	16.6273	0.001^{ns}	18.51	98.5
	A	2	4913.9104	2456.9552	0.174^{ns}	19	99
	ERROR A	2	28265.669	14132.834			
	B	2	21363.05	10681.525	1.013^{ns}	5.14	10.92
	AB	4	45037.606	11259.404	1.068^{ns}	4.53	9.14
	ERROR B	6	63241.675	10540.279			
	TOTAL	17	162838	9578.7375			

Grand Mean = 210.0022 * = Significant at 95 % level

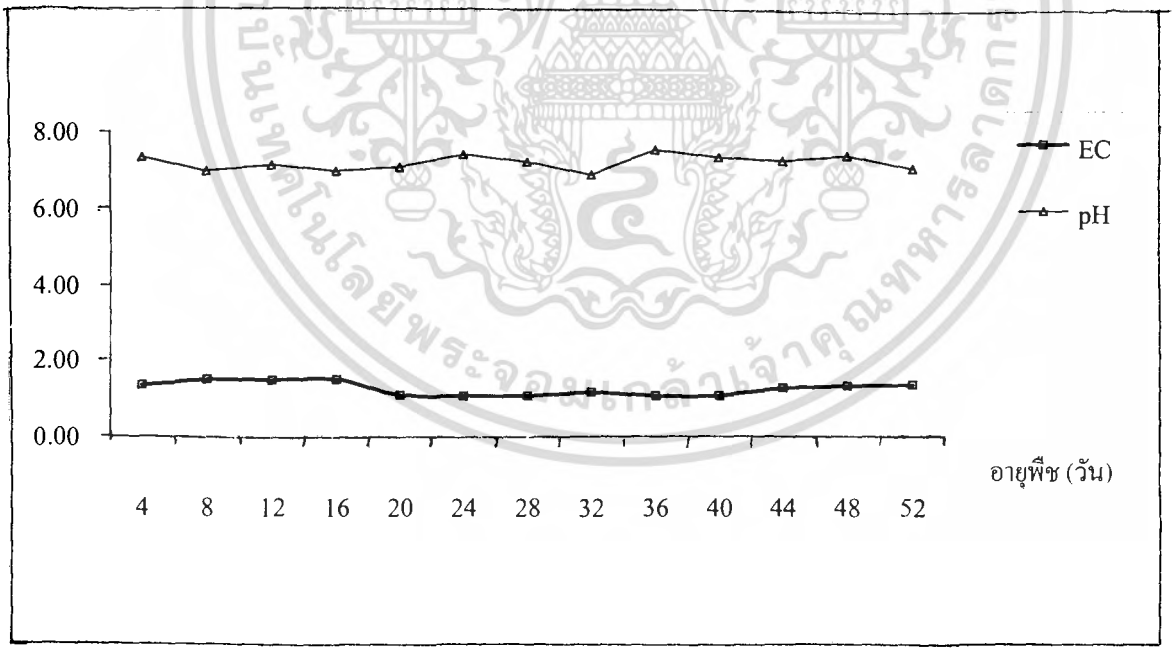
c.v. (main plot) = 56.6096 % ** = Significant at 99 % level

c.v. (sub plot) = 48.8879 % ns = Non Significant at 95 % level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

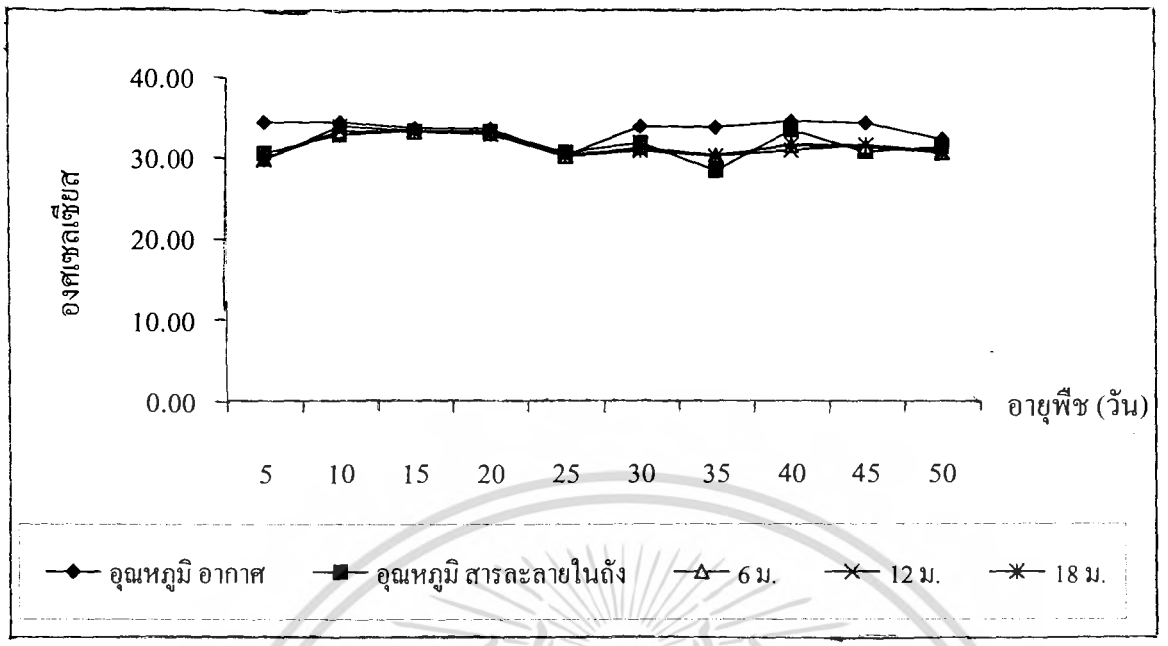


กราฟที่ 1 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหาร crop 1

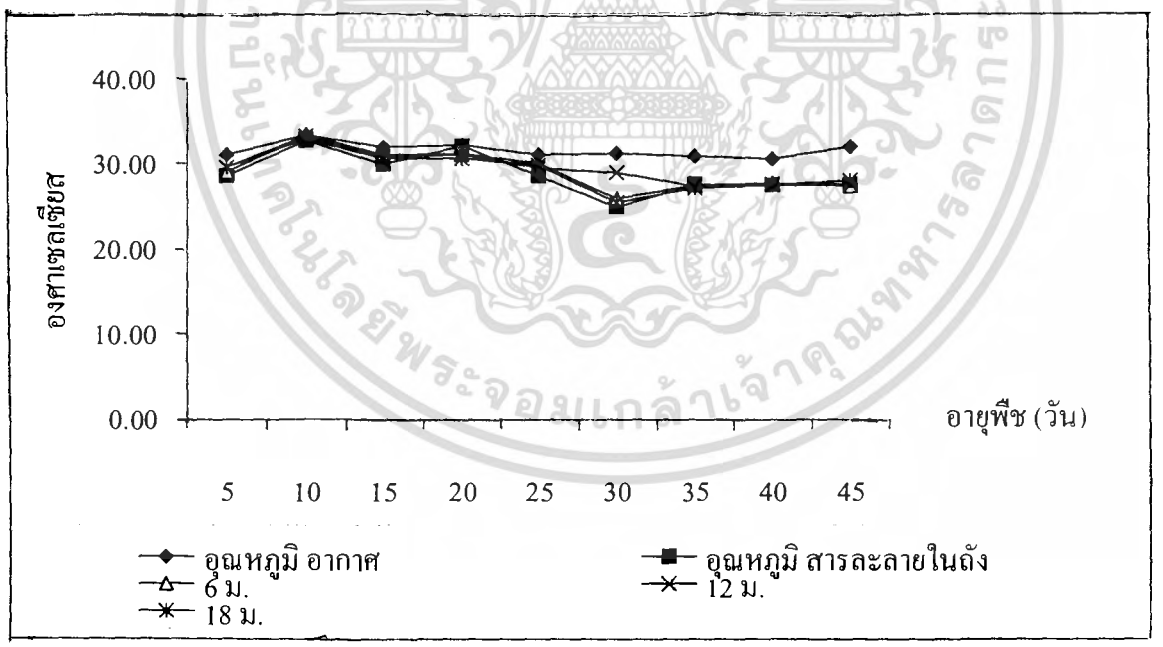


กราฟที่ 2 แสดงค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหาร crop 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

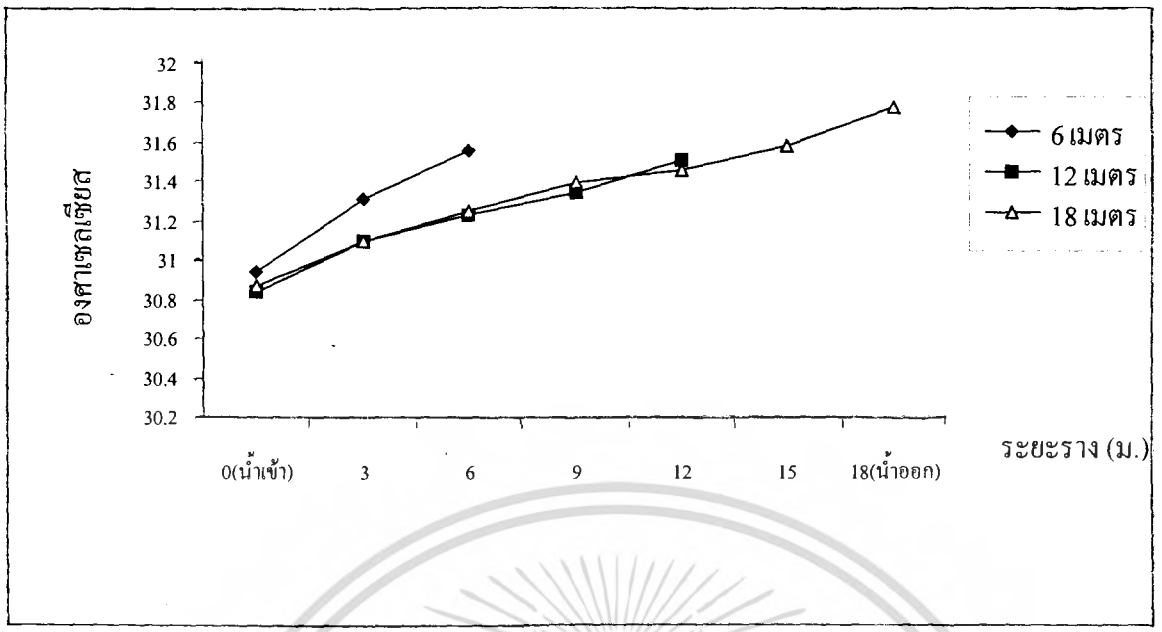


กราฟที่ 3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายใน crop 1 แต่ละช่วงอายุพืช

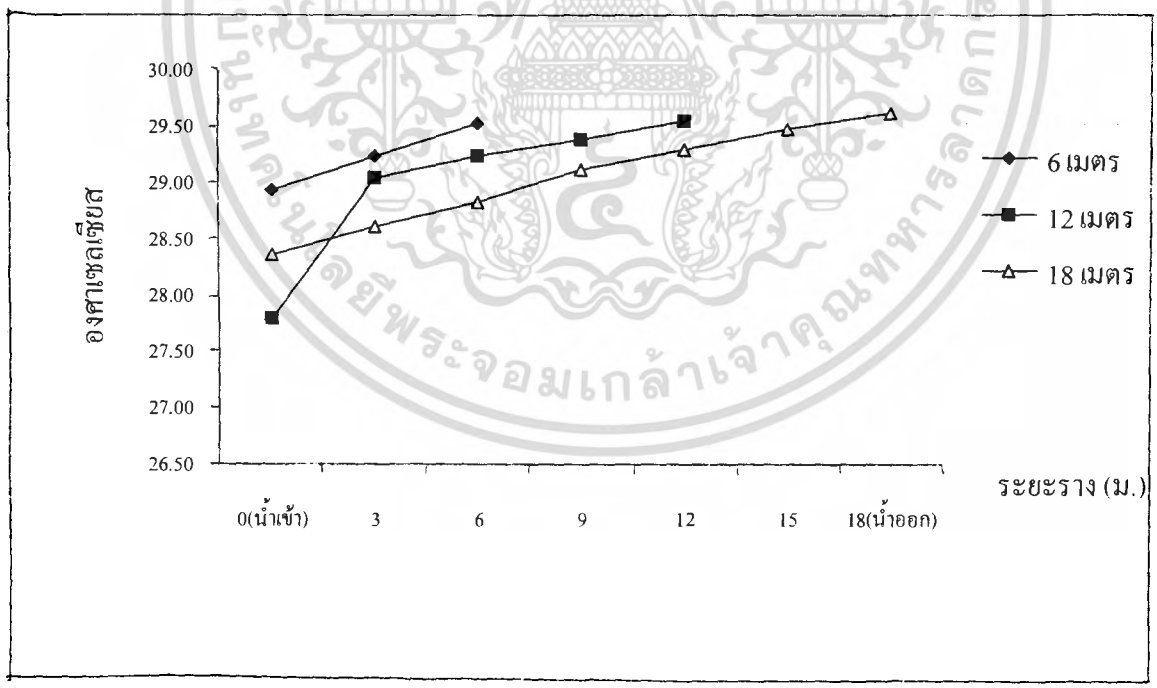


กราฟที่ 4 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายใน crop 2 แต่ละช่วงอายุพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

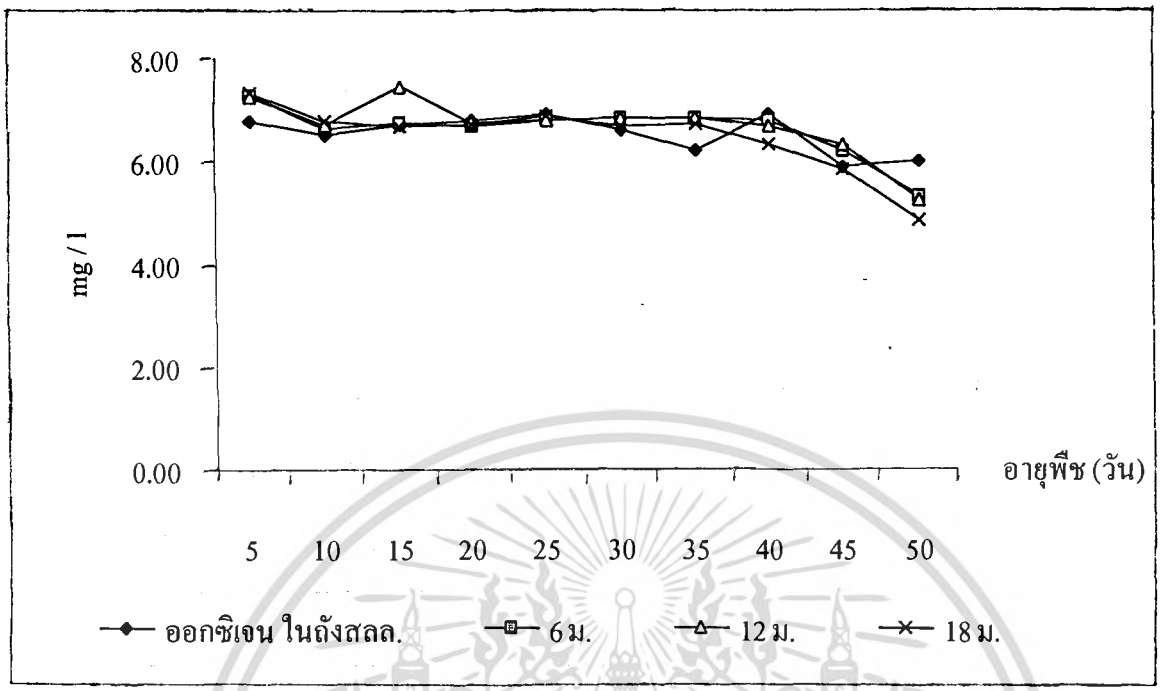


กราฟที่ 5 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายใน crop 1 แต่ละความยาวราง

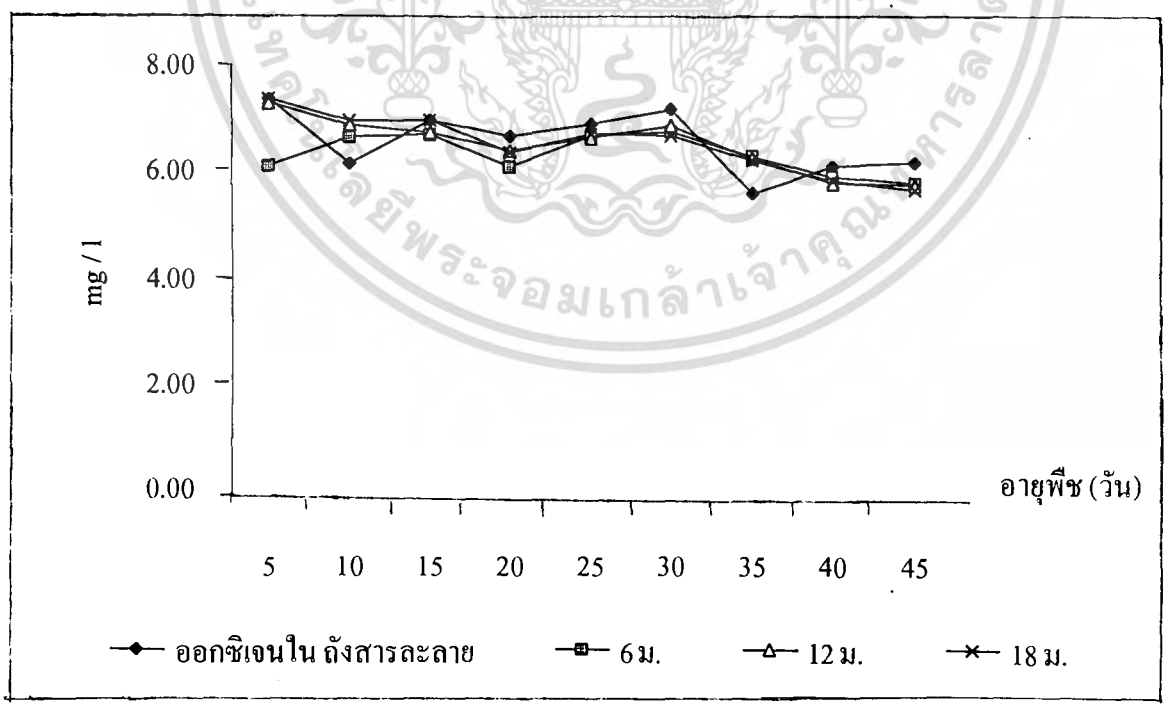


กราฟที่ 6 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายใน crop 2 แต่ละความยาวราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

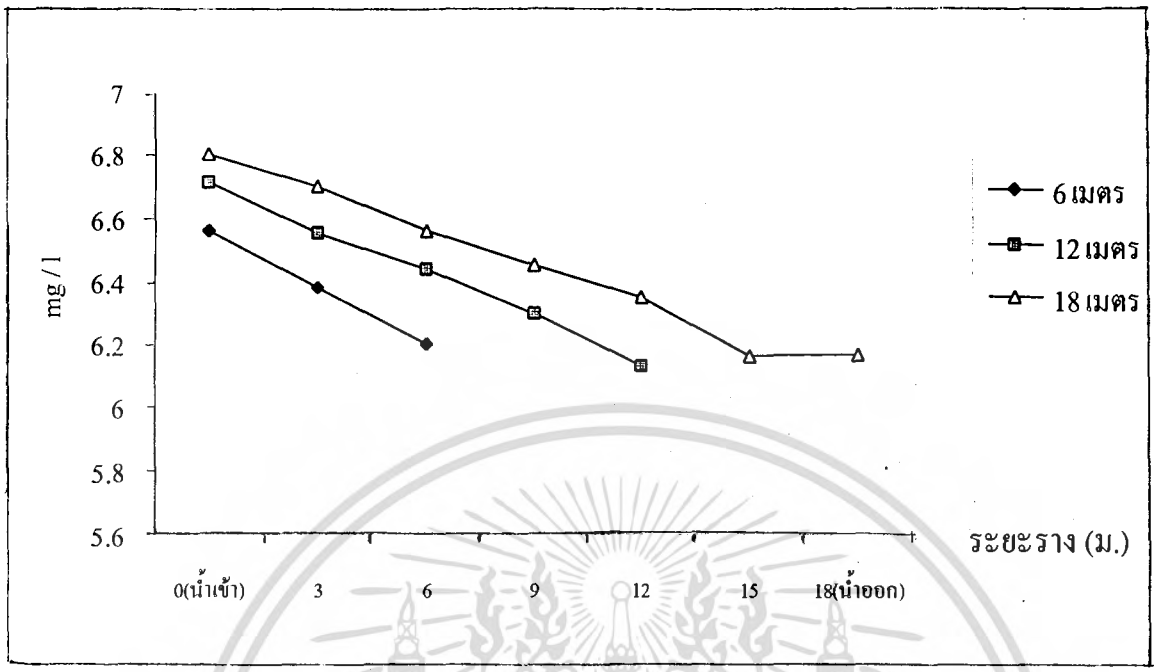


กราฟที่ 7 แสดงออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายใน crop 1 ของแต่ละช่วงอายุพืช

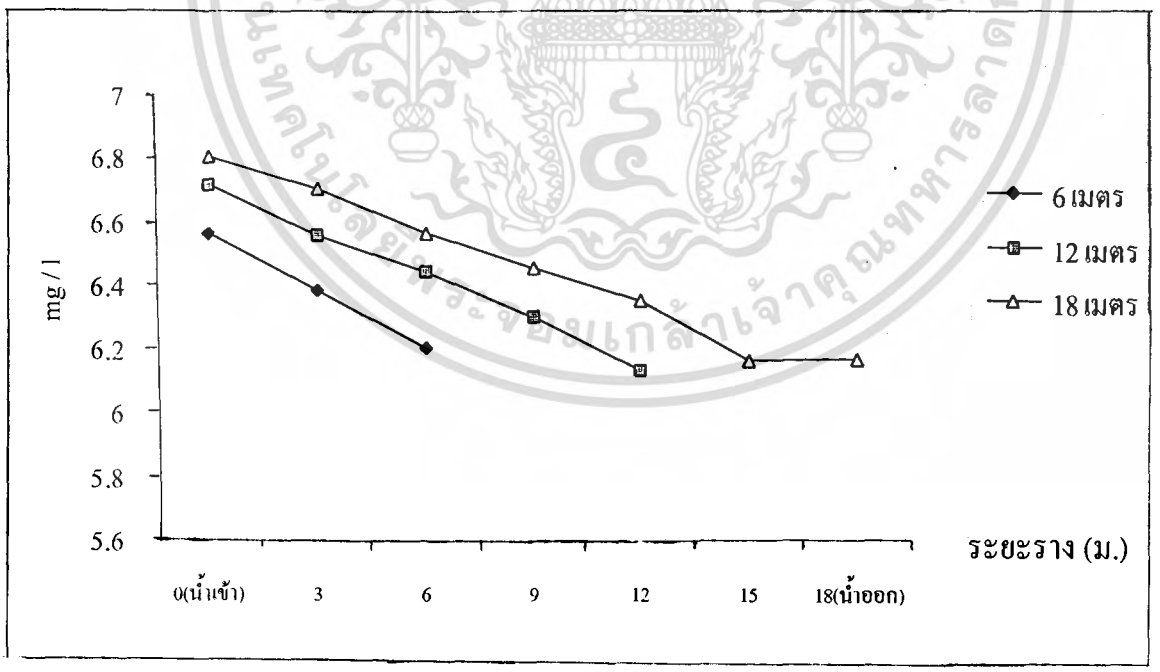


กราฟที่ 8 แสดงออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายใน crop 2 ของแต่ละช่วงอายุพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

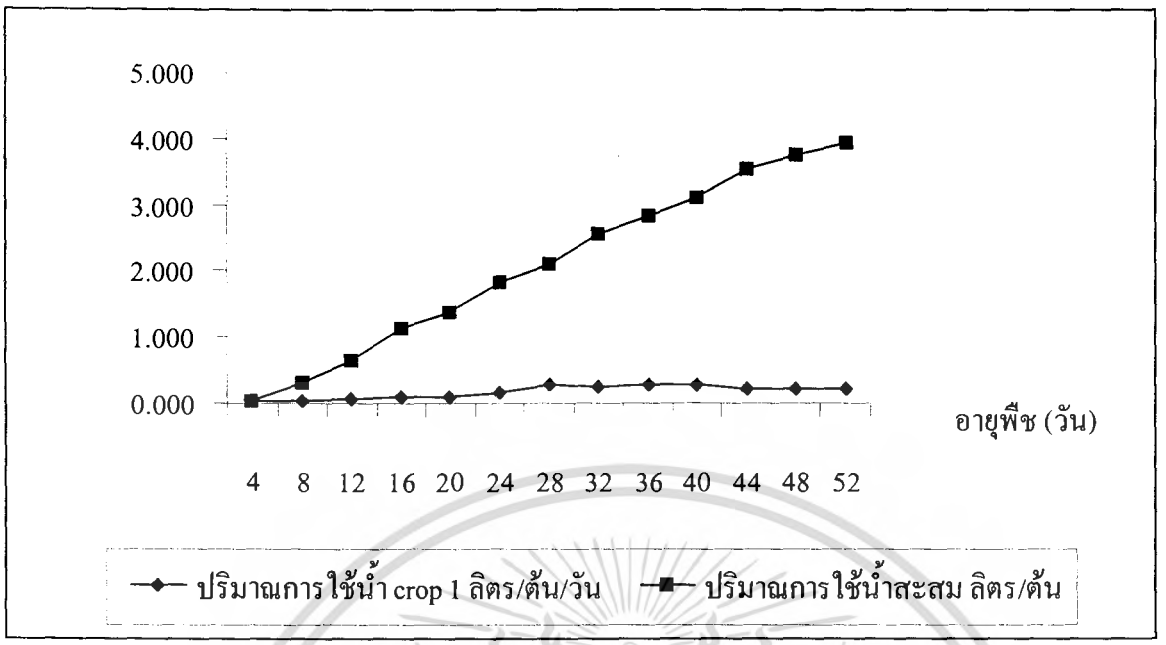


กราฟที่ 9 แสดงออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายใน crop 1 ของแต่ละความยาวราง

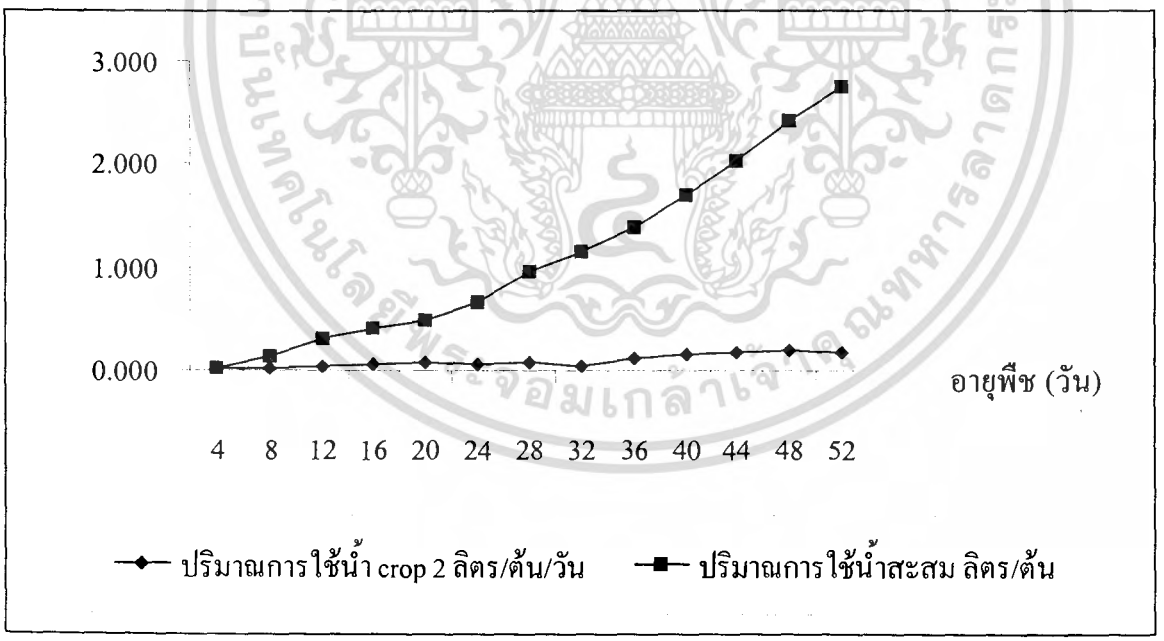


กราฟที่ 10 แสดงออกซิเจนเฉลี่ยของสารละลายใน crop 2 ของแต่ละความยาวราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 11 แสดงปริมาณการใช้น้ำของพืช crop 1



กราฟที่ 12 แสดงปริมาณการใช้น้ำของพืช crop 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการบันทึกข้อมูล pH และ EC ใน crop 1 มีค่า pH เฉลี่ย 6.69 และ EC เฉลี่ย 1.28 ใน crop 2 มีค่า pH เฉลี่ย 7.76 และ EC เฉลี่ย 1.22 นอกจากนี้ยังพบว่าค่า pH และ EC เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร เนื่องจากมีการสะสมไนเตรทกับแคลเซี่ยมทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นและพืชมีการดูดใช้น้ำมากกว่าสารละลายธาตุอาหารทำให้ค่า EC เพิ่มขึ้น อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารจะเพิ่มขึ้นจากต้นรางไปยังปลายรางการละลายตัวของออกซิเจนจะลดลงจากต้นรางไปยังปลายราง เนื่องจากมีการสะสมอุณหภูมิในรางในช่วงเวลากลางวันทำให้อุณหภูมิสูงเกินไปมีผลทำให้การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะมีผลทำให้ความต้องการออกซิเจนของรากเพิ่มขึ้น อิทธิพลความยาวรางจากการทดลองพบว่าความยาวที่ 6, 12 และ 18 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวัสดุปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ผักสลัดที่ปลูกในร็อควูล การเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมา คือ ขุยมะพร้าว ส่วนที่เหลือ คือ เพอร์ไลท์, ฟองน้ำ, ขี้เถ้าแกลบ, แกลบสด ไม่มีความแตกต่างกัน และมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ข้อควรคำนึงถึงมากที่สุด คือ การเพาะกล้า เพราะถ้าการเจริญเติบโตของต้นกล้าระยะแรกดีจะทำให้การเจริญเติบโตช่วงหลัง แข็งแรง โตเร็ว โอกาสที่จะตายน้อย ดังนั้นในการเพาะกล้าควรมีการจัดทำระบบที่ดี
2. ต้นกล้าที่เพาะสามารถทำการย้ายกล้าได้และมีการเจริญเติบโตได้ดี
3. ในการผสมสารละลายต้องใช้น้ำ RO ซึ่งอยู่ชั้น 1 แต่สถานที่ทำการทดลองอยู่ชั้น 5 ทำให้การขนย้ายเป็นไปด้วยความยากลำบาก
4. ปั๊มน้ำมีขนาดเล็ก ทำให้อัตราการไหลของสารละลายธาตุอาหารมีปริมาณน้อยและช้า
5. ก่อนนำผักลงรางควรเดินระบบการให้สารละลายก่อนเพื่อทำให้การกระจายสารละลายธาตุอาหารทั่วทั้งราง
6. ท่อ PVC ที่นำสารละลายไปรางเก็บความร้อนทำให้การวัดอุณหภูมิ ออกซิเจน อาจคาดเคลื่อนได้
7. มีฝนตกระหว่างทำการทดลอง ทำให้น้ำฝนไหลลงมาผสมกับสารละลายธาตุอาหารในถัง ทำให้ค่า pH และ EC เปลี่ยนแปลงทำให้ต้องทำการผสมสารละลายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช . ภาควิชาปฐพีวิทยา . คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์ . 2534 . ปลูกพืชไม่ใช้ดิน . กองวิเคราะห์ดิน . กรมพัฒนาที่ดิน . 6 - 70 น..

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน . 2531 . การปลูกพืชไม่ใช้ดิน . วารสารดินและปุ๋ย . 10(1) : 59-66 น.

นภดล . 2538 . การปลูกพืชไม่ใช้ดิน . คณะวิทยาศาสตร์ . มหาวิทยาลัยเกษตร์สศาสตร์ . 5 - 8 น.

ลัดดา ปกินนกะ . 2538 . นสพ. กสิกร . กองเกษตรเคมี . กรมวิชาการเกษตร . 68 (1 มกราคม – กุมภาพันธ์) : 19-22 น.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ . 2541 . การปลูกพืชไร้ดิน . วารสารเคหการเกษตร . 22 (3) : 110-119 น.

อิทธิสุนทร นันทกิจ . 2538 . เทคนิคการปลูกพืชไม่ใช้ดิน . ภาควิชาปฐพีวิทยา . คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Asher . 1978 . How critical is pH Adjustment . The soilless Culture & Grower Magazine : pp. 151

Errebhi and Wilox . 1990 . Adjusting pH . Soilless Culture & Grower Magazine : pp. 151

M. Schwarz . 1994 . Soilless Culture Management . Jerusalem College of Technology . Israel : pp. 66 –73

Selwyn Richardson . 1991 . Hydroponics and Nutrient Film Culture . Fluid Fertilizer Science and Technology . Vol. 10 , pp. 66 – 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงอุณหภูมิสารละลายในรางของพืช crop I

วันที่ 22 ตุลาคม 2541 (อายุ 17 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	29.60	29.60	29.60	30.00	29.50	29.75	29.50	29.50	29.50
3 ม.	29.70	29.70	29.70	30.10	29.50	29.80	29.60	29.60	29.60
6 ม.	30.00	30.00	30.00	30.20	29.60	29.90	29.60	29.50	29.55
9 ม.				30.30	29.70	30.00	29.70	29.60	29.65
12 ม.				30.50	30.00	30.25	29.70	29.70	29.70
15 ม.							29.80	29.70	29.75
18 ม.(น้ำออก)							30.00	29.90	29.95

อุณหภูมิอากาศ = 34.30 (^{0} C) อุณหภูมิสารละลายในถัง = 30.50 (^{0} C)

วันที่ 27 ตุลาคม 2541 (อายุ 25 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	32.50	32.90	32.70	32.50	32.50	32.50	32.50	33.00	32.75
3 ม.	33.40	33.20	33.30	33.40	32.80	33.10	33.50	33.10	33.30
6 ม.	33.70	33.80	33.75	33.50	33.00	33.25	33.60	33.90	33.75
9 ม.				34.00	33.20	33.60	34.20	34.00	34.10
12 ม.				34.10	33.40	33.75	34.20	34.20	34.20
15 ม.							34.50	34.30	34.40
18 ม.(น้ำออก)							34.50	34.40	34.45

อุณหภูมิอากาศ = 34.30 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 32.70 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิสารละลายในรางของพืช crop 1

วันที่ 30 ตุลาคม 2541 (อายุ 30วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	32.80	33.00	32.90	32.70	32.90	32.80	32.80	33.00	32.90
3 ม.	33.00	33.20	33.10	32.90	33.00	32.95	33.00	33.10	33.05
6 ม.	33.10	33.50	33.30	32.90	33.20	33.05	33.20	33.20	33.20
9 ม.				33.10	33.20	33.15	33.40	33.20	33.30
12 ม.				33.30	33.30	33.30	33.40	33.40	33.40
15 ม.							33.50	33.50	33.50
18 ม.(น้ำออก)							33.50	33.50	33.50

อุณหภูมิอากาศ = 33.60 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 33.20 (^{0}C)

วันที่ 3 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 33 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	32.40	32.70	32.55	32.70	32.30	32.50	32.50	32.40	32.45
3 ม.	32.80	33.00	32.90	32.70	32.50	32.60	32.60	32.40	32.50
6 ม.	33.00	33.40	33.20	32.80	32.70	32.75	32.70	32.50	32.60
9 ม.				32.90	32.70	32.80	32.70	32.60	32.65
12 ม.				33.10	32.90	33.00	32.90	32.70	32.80
15 ม.							33.00	32.80	32.80
18 ม.(น้ำออก)							33.20	33.00	33.10

อุณหภูมิอากาศ = 33.50 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 33.10 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิสารละลายในรางของพืช crop 1

วันที่ 6 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 36 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	29.80	29.70	29.75	29.70	30.00	29.85	29.70	29.50	29.60
3 ม.	29.90	30.00	29.95	29.90	30.10	30.00	29.80	29.90	29.70
6 ม.	30.20	30.10	30.15	29.90	30.10	30.00	30.00	30.00	30.00
9 ม.				30.00	30.20	30.10	30.00	30.00	30.00
12 ม.				30.10	30.20	30.15	30.10	30.10	30.10
15 ม.							30.20	30.10	30.15
18 ม.(น้ำออก)							30.40	30.20	30.30

อุณหภูมิอากาศ = 30.10 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 30.50 (^{0}C)

วันที่ 10 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 39 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	31.00	30.80	30.90	30.60	30.40	30.50	30.40	30.10	30.25
3 ม.	31.20	30.90	31.05	30.70	30.50	30.60	30.50	30.20	30.35
6 ม.	31.60	31.20	31.40	30.90	30.60	30.75	30.50	30.30	30.40
9 ม.				31.00	30.80	30.09	30.60	30.50	30.55
12 ม.				31.20	31.10	31.15	30.80	30.60	30.70
15 ม.							31.40	30.80	31.10
18 ม.(น้ำออก)							31.60	31.00	31.30

อุณหภูมิอากาศ = 33.70 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 31.70 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิสารละลายในรางของพืช crop 1

วันที่ 13 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 39 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	29.80	29.70	29.75	29.70	29.80	29.75	29.60	29.70	29.65
3 ม.	30.10	30.20	30.15	29.90	30.00	29.95	29.60	29.80	29.70
6 ม.	30.60	30.60	30.60	29.90	30.10	30.00	29.70	29.80	29.75
9 ม.				30.00	30.10	30.05	29.80	30.10	29.95
12 ม.				30.20	30.20	30.20	30.00	30.30	30.15
15 ม.							30.20	30.40	30.30
18 ม.(น้ำออก)							30.60	30.60	30.60

อุณหภูมิอากาศ = 33.60 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 28.20 (^{0}C)

วันที่ 17 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 43 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	30.80	31.40	31.10	29.70	31.20	30.45	30.90	30.70	30.80
3 ม.	31.20	31.50	31.35	29.90	31.30	30.60	31.00	31.40	31.20
6 ม.	31.50	31.70	31.60	29.90	31.40	30.65	31.30	31.40	31.35
9 ม.				30.00	31.50	30.25	31.40	31.60	31.50
12 ม.				30.20	31.60	30.40	31.50	31.60	31.55
15 ม.							31.70	31.70	31.70
18 ม.(น้ำออก)							31.90	31.80	31.85

อุณหภูมิอากาศ = 34.30 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 33.20 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิสารละลายในรางของพืช crop I

วันที่ 20 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 46 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	30.50	30.80	30.65	30.20	30.70	30.45	30.90	30.70	30.80
3 ม.	30.90	31.30	31.10	31.00	31.20	31.10	31.00	30.90	30.95
6 ม.	31.20	31.70	31.45	31.50	31.70	31.60	31.30	31.20	31.25
9 ม.				31.60	31.60	31.60	31.40	31.40	31.40
12 ม.				31.60	31.80	31.70	31.50	31.70	31.60
15 ม.							31.50	31.70	31.60
18 ม.(น้ำออก)							31.80	31.90	31.85

อุณหภูมิอากาศ = 34.10 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 30.50 (^{0}C)

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2541 (อายุ49วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	29.70	29.80	29.75	29.70	30.00	29.85	30.30	30.20	30.25
3 ม.	30.50	30.50	30.50	30.10	30.50	30.30	30.50	30.30	30.40
6 ม.	30.70	30.70	30.70	30.50	30.60	30.55	30.60	30.50	30.55
9 ม.				30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60
12 ม.				30.70	30.70	30.70	30.70	30.60	30.65
15 ม.							30.70	30.70	30.70
18 ม.(น้ำออก)							30.90	30.80	30.85

อุณหภูมิอากาศ = 32.00 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 31.06 (^{0}C)

หมายเหตุ อุณหภูมิของสารละลายได้ทำการวัดทุกวันอังคารและวันศุกร์เมื่อพืชอายุ 17 ถึง 51 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงอุณหภูมิของสารละลายในรางของพืช crop 2

วันที่ 18 ธันวาคม 2541 (อายุ 13 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	27.90	27.90	29.70	29.50	29.10	29.30	29.50	28.10	28.80
3 ม.	29.40	28.80	29.10	29.80	29.40	29.60	29.60	28.50	29.05
6 ม.	30.10	30.00	30.05	29.90	29.80	29.85	29.70	28.70	29.20
9 ม.				30.00	30.10	30.05	29.90	29.90	29.90
12 ม.				30.20	30.50	30.35	30.00	29.90	29.95
15 ม.							30.10	30.00	30.05
18 ม.(น้ำออก)							30.20	30.10	30.15

อุณหภูมิอากาศ = 31.00 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 28.50 (^{0}C)

วันที่ 22 ธันวาคม 2541 (อายุ 17 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	33.10	33.20	33.15	33.00	32.80	32.90	32.60	32.40	32.50
3 ม.	33.40	33.50	33.45	33.40	33.10	33.25	32.90	32.50	32.70
6 ม.	33.70	33.50	33.60	33.50	33.20	33.35	33.00	32.60	32.80
9 ม.				33.60	33.50	33.55	33.10	32.70	32.90
12 ม.				33.60	33.30	33.45	33.50	33.00	33.25
15 ม.							33.60	33.20	33.40
18 ม.(น้ำออก)							33.80	33.50	33.65

อุณหภูมิอากาศ = 33.40 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 32.80 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิของสารละลายในรางของพืช crop 2

วันที่ 25 ธันวาคม 2541 (อายุ 20 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	31.00	31.00	31.00	30.50	30.10	30.30	29.70	29.60	29.65
3 ม.	31.10	31.20	31.15	30.60	30.50	30.55	30.00	29.90	29.95
6 ม.	31.10	31.20	31.15	30.90	30.80	30.85	30.50	30.10	30.30
9 ม.				31.10	31.00	31.05	31.00	30.80	30.90
12 ม.				31.10	31.40	31.25	31.00	31.00	31.00
15 ม.							31.20	31.00	31.10
18 ม.(น้ำออก)							31.10	31.10	31.10

อุณหภูมิอากาศ = 32.00 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 29.90 (^{0}C)

วันที่ 28 ธันวาคม 2541 (อายุ 24)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	31.10	30.90	31.00	30.40	30.80	30.60	29.60	29.70	29.65
3 ม.	31.10	31.00	31.05	30.70	31.00	30.85	29.80	29.70	29.85
6 ม.	31.50	31.50	31.50	31.30	31.20	30.25	30.40	30.00	30.20
9 ม.				31.50	31.20	30.35	30.70	30.50	30.60
12 ม.				31.50	31.30	30.40	31.20	30.50	30.85
15 ม.							31.70	31.20	30.45
18 ม.(น้ำออก)							31.90	31.40	31.65

อุณหภูมิอากาศ = 32.20 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 32.10 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิของสารละลายในรางของพืช crop 2

วันที่ 1 มกราคม 2541 (อายุ 27 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	29.80	30.00	29.90	28.90	28.80	28.85	28.50	28.80	28.65
3 ม.	30.10	30.10	30.10	29.30	29.10	29.40	28.80	30.10	29.45
6 ม.	30.30	30.20	30.25	29.40	29.50	29.45	29.20	30.20	29.70
9 ม.				29.50	29.70	29.60	29.40	30.40	29.90
12 ม.				30.00	29.90	29.95	29.60	30.40	30.00
15 ม.							30.00	30.50	30.25
18 ม.(น้ำออก)							30.20	30.50	30.35

อุณหภูมิอากาศ = 31.00 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 28.50 (^{0}C)

วันที่ 5 มกราคม 2541 (อายุ 31 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	25.80	25.50	25.65	25.50	25.60	25.55	24.80	24.80	24.80
3 ม.	25.90	25.80	25.85	25.70	25.90	25.80	25.00	24.90	24.95
6 ม.	26.10	26.00	26.05	25.80	26.00	25.90	25.50	25.10	23.30
9 ม.				25.90	26.10	26.00	25.70	25.30	26.00
12 ม.				26.10	26.30	26.40	25.80	25.50	25.65
15 ม.							26.00	25.60	25.80
18 ม.(น้ำออก)							26.10	25.90	26.00

อุณหภูมิอากาศ = 31.20 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 24.80 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิของสารละลายในรางของพืช crop 2

วันที่ 8 มกราคม 2541 (อายุ 34 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	27.40	27.20	27.30	27.00	27.00	27.00	26.60	26.50	26.55
3 ม.	27.50	27.30	27.40	27.10	27.20	27.15	26.80	26.70	26.75
6 ม.	27.60	27.50	27.55	27.30	27.30	27.30	26.90	26.90	26.90
9 ม.				27.60	27.40	27.50	27.00	27.10	27.05
12 ม.				27.60	27.50	27.55	27.30	27.20	27.25
15 ม.							27.40	27.30	27.35
18 ม.(น้ำออก)							27.50	27.40	27.45

อุณหภูมิอากาศ = 30.80 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 27.50 (^{0}C)

วันที่ 12 มกราคม 2541 (อายุ 38 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	27.40	27.30	27.35	27.10	27.50	27.30	27.20	27.00	27.10
3 ม.	27.80	27.50	28.65	27.30	27.60	27.45	27.30	27.10	27.20
6 ม.	27.90	27.80	27.85	27.30	27.70	27.50	27.30	27.20	27.25
9 ม.				27.50	27.60	27.55	27.40	27.40	27.40
12 ม.				27.80	27.90	27.85	27.50	27.50	27.50
15 ม.							27.60	27.60	27.60
18 ม.(น้ำออก)							27.60	27.90	27.75

อุณหภูมิอากาศ = 30.50 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 27.40 (^{0}C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิของสารละลายในรางของพืช crop 2

วันที่ 15 มกราคม 2541 (อายุ 41 วัน)

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	27.00	27.10	27.05	27.30	27.20	27.25	27.50	27.40	27.45
3 ม.	27.30	27.40	27.35	27.40	27.50	27.45	27.60	27.60	27.60
6 ม.	27.50	27.60	27.55	27.60	27.60	27.60	27.80	27.90	27.85
9 ม.				27.70	27.70	27.70	27.90	28.10	28.00
12 ม.				27.80	27.90	27.85	28.10	28.40	28.25
15 ม.							28.30	28.40	28.35
18 ม.(น้ำออก)							28.40	28.50	28.45

อุณหภูมิอากาศ = 32.00 (^{0}C) อุณหภูมิสารละลาย = 27.40 (^{0}C)

หมายเหตุ อุณหภูมิของสารละลายได้ทำการวัดทุกวันอังคารและวันศุกร์ เมื่อพืชอายุ 12 ถึง 41 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 1

วันที่ 22 ตุลาคม 2541 (อายุ 17 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.8 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	7.40	7.40	7.40	7.20	7.40	7.30	7.40	7.40	7.40
3 ม.	7.30	7.20	7.25	7.10	7.40	7.25	7.40	7.30	7.35
6 ม.	7.20	7.20	7.20	7.10	7.40	7.25	7.30	7.30	7.30
9 ม.				7.00	7.30	7.15	7.20	7.20	7.20
12 ม.				7.00	7.20	7.10	7.20	7.20	7.20
15 ม.							7.10	7.20	7.15
18 ม.(น้ำออก)							7.00	7.10	7.05

วันที่ 27 ตุลาคม 2541 (อายุ 22 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.5 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.80	6.80	6.80	6.80	7.00	6.90	7.10	6.90	7.00
3 ม.	6.80	6.50	6.65	6.70	6.80	6.75	7.10	6.80	6.95
6 ม.	6.60	6.30	6.45	6.60	6.80	6.70	7.00	6.70	6.85
9 ม.				6.60	6.70	6.65	6.90	6.70	6.80
12 ม.				6.50	6.50	6.50	6.80	6.70	6.75
15 ม.							6.70	6.60	6.65
18 ม.(น้ำออก)							6.50	6.50	6.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 1

วันที่ 30 ตุลาคม 2541 (อายุ 25 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.7 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.90	6.90	6.90	6.90	7.00	6.95	7.00	6.80	6.90
3 ม.	6.80	6.70	6.75	6.80	6.90	6.85	6.90	6.80	6.85
6 ม.	6.60	6.50	6.55	6.80	6.90	6.85	6.80	6.70	6.75
9 ม.				6.70	6.80	6.75	6.70	6.60	6.65
12 ม.				6.50	6.70	6.60	6.70	6.50	6.60
15 ม.							6.60	6.50	6.55
18 ม.(น้ำออก)							6.40	6.30	6.35

วันที่ 3 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 29 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.8 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	7.00	6.90	6.95	7.20	7.20	7.20	7.10	7.10	7.10
3 ม.	6.80	6.70	6.75	6.90	6.90	6.90	6.80	7.10	6.90
6 ม.	6.30	6.40	6.35	6.80	6.80	6.80	6.80	7.00	6.90
9 ม.				6.50	6.50	6.50	6.70	6.80	6.75
12 ม.				6.40	6.20	6.30	6.60	6.50	6.55
15 ม.							6.40	6.40	6.40
18 ม.(น้ำออก)							6.30	6.20	6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 1

วันที่ 6 พฤศจิกายน 2541 (อายุ 32 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.9 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	7.00	7.00	7.00	7.10	6.90	7.00	7.20	7.20	7.20
3 ม.	6.90	6.80	6.85	6.90	6.80	6.85	7.10	7.00	7.05
6 ม.	6.60	6.50	6.55	6.90	6.60	6.00	7.10	6.90	7.00
9 ม.				6.80	6.60	6.70	7.00	6.90	6.95
12 ม.				6.70	6.50	6.60	6.80	6.70	6.75
15 ม.							6.70	6.60	6.65
18 ม.(น้ำออก)							6.50	6.60	6.55

วันที่ 10 พฤศจิกายน 2541(อายุ 36 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.6 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.90	7.00	6.95	7.10	7.00	7.05	6.90	6.80	6.85
3 ม.	6.80	6.90	6.85	7.00	6.90	6.95	6.80	6.70	6.75
6 ม.	6.60	6.70	6.65	6.90	6.80	6.85	6.80	6.70	6.75
9 ม.				6.70	6.80	6.75	6.70	6.60	6.65
12 ม.				6.50	6.60	6.55	6.70	6.60	6.65
15 ม.							6.60	6.50	6.55
18 ม.(น้ำออก)							6.50	6.40	6.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 1

วันที่ 13 พฤศจิกายน 2541(อายุ 39 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.2 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.90	7.00	6.95	7.20	7.20	7.20	7.00	7.30	7.15
3 ม.	6.80	6.80	6.80	6.90	7.00	6.95	6.90	7.10	7.00
6 ม.	6.80	6.60	6.70	6.80	6.90	6.85	6.80	6.90	6.85
9 ม.				6.70	6.50	6.60	6.60	6.80	6.70
12 ม.				6.50	6.40	6.45	6.40	6.70	6.55
15 ม.							6.20	6.50	6.35
18 ม.(น้ำออก)							6.20	6.30	6.25

วันที่ 17 พฤศจิกายน 2541(อายุ 42 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.9 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	7.00	6.90	6.95	7.10	6.90	7.00	6.70	6.80	6.75
3 ม.	6.80	6.90	6.85	6.80	6.90	6.85	6.60	6.80	6.70
6 ม.	6.50	6.60	6.55	6.60	6.80	6.70	6.40	6.60	6.50
9 ม.				6.40	6.60	6.50	6.40	6.30	6.35
12 ม.				6.30	6.40	6.35	6.30	6.00	6.15
15 ม.							6.10	5.80	5.95
18 ม.(น้ำออก)							5.90	5.70	5.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 1

วันที่ 20 พฤศจิกายน 2541(อายุ 45 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 5.9 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.50	6.40	6.45	6.60	6.50	6.55	6.50	6.70	6.60
3 ม.	6.30	6.00	6.15	6.60	6.40	6.50	6.30	6.60	6.45
6 ม.	6.00	5.90	5.95	6.50	6.20	6.35	5.80	6.30	6.05
9 ม.				6.40	5.90	6.15	5.70	5.80	5.75
12 ม.				6.30	5.90	6.10	5.60	5.50	5.55
15 ม.							5.30	5.40	5.35
18 ม.(น้ำออก)							5.20	5.30	5.25

วันที่ 24 พฤศจิกายน 2541(อายุ 48 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.0 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	5.40	5.60	5.50	5.30	5.50	5.40	5.60	5.40	5.50
3 ม.	5.30	5.40	5.25	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
6 ม.	5.10	5.30	5.20	5.30	5.30	5.30	4.80	4.80	4.80
9 ม.				5.20	5.20	5.20	4.80	4.80	4.80
12 ม.				5.20	5.10	5.15	4.60	4.70	4.65
15 ม.							4.50	4.60	4.55
18 ม.(น้ำออก)							4.50	4.40	4.45

หมายเหตุ ออกซิเจนของสารละลายได้ทำการวัดทุกวันอังคารและวันศุกร์เมื่อพืชอายุ 17 ถึง 51 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 2

วันที่ 18 ธันวาคม 2541 (อายุ 13 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 7.3 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	7.30	7.40	7.35	7.30	7.40	7.35	7.80	7.60	7.70
3 ม.	7.10	7.40	7.25	7.30	7.30	7.30	7.50	7.40	7.45
6 ม.	6.90	7.30	7.10	7.20	7.30	7.25	7.30	7.30	7.30
9 ม.				7.10	7.30	7.20	7.30	7.20	7.25
12 ม.				7.10	7.10	7.10	7.30	7.20	7.25
15 ม.							7.20	7.10	7.15
18 ม.(น้ำออก)							7.10	6.90	7.00

วันที่ 22 ธันวาคม 2541 (อายุ 17 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.1 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.70	6.80	6.75	7.10	7.20	7.15	7.20	7.30	7.25
3 ม.	6.60	6.70	6.65	6.90	7.00	6.95	7.20	7.20	7.20
6 ม.	6.30	6.50	6.40	6.60	6.90	6.75	7.00	7.10	7.05
9 ม.				6.60	6.80	6.70	6.90	6.90	6.90
12 ม.				6.50	6.50	6.50	6.70	6.70	6.70
15 ม.							6.60	6.50	6.55
18 ม.(น้ำออก)							6.60	6.40	6.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 2

วันที่ 25 ธันวาคม 2541 (อายุ 20 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.9 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.80	6.80	6.80	7.10	6.90	7.00	7.10	7.20	7.15
3 ม.	6.50	6.80	6.65	6.80	6.80	6.80	7.10	7.20	7.15
6 ม.	6.20	6.70	6.45	6.80	6.60	6.70	7.00	7.10	7.05
9 ม.				6.50	6.40	6.45	7.00	6.80	6.90
12 ม.				6.40	6.30	6.35	6.80	6.80	6.80
15 ม.							6.60	6.60	6.60
18 ม.(น้ำออก)							6.70	6.40	6.55

วันที่ 28 ธันวาคม 2541 (อายุ 24 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.6 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.20	6.20	6.20	6.50	6.60	6.55	6.70	6.70	6.70
3 ม.	6.00	6.00	6.00	6.40	6.50	6.45	6.50	6.60	6.55
6 ม.	5.80	5.90	5.85	6.20	6.30	6.25	6.40	6.50	6.45
9 ม.				6.20	6.30	6.25	6.20	6.30	6.25
12 ม.				5.90	6.10	6.00	6.10	6.20	6.15
15 ม.							5.90	6.10	6.00
18 ม.(น้ำออก)							5.80	5.90	6.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 2

วันที่ 1 มกราคม 2541 (อายุ 27 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.8 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.70	6.70	6.70	6.60	6.90	6.75	6.90	6.90	6.90
3 ม.	6.60	6.50	6.55	6.50	6.80	6.65	6.80	6.90	6.85
6 ม.	6.50	6.40	6.45	6.40	6.80	6.60	6.80	6.80	6.80
9 ม.				6.30	6.60	6.45	6.70	6.80	6.75
12 ม.				6.20	6.40	6.30	6.50	6.70	6.60
15 ม.							6.20	6.40	6.30
18 ม.(น้ำออก)							6.20	6.30	6.25

วันที่ 5 มกราคม 2541 (อายุ 31 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 7.1 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.90	6.70	6.80	7.20	7.00	7.10	6.90	7.20	7.05
3 ม.	6.70	6.50	6.60	7.10	6.90	7.00	6.80	7.10	6.95
6 ม.	6.60	6.50	6.55	6.90	6.60	6.75	6.50	6.90	6.70
9 ม.				6.80	6.40	6.60	6.40	6.80	6.60
12 ม.				6.50	6.30	6.40	6.40	6.70	6.55
15 ม.							6.10	6.30	6.20
18 ม.(น้ำออก)							6.00	6.10	6.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 2

วันที่ 8 มกราคม 2541 (อายุ 34 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 5.5 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.50	6.40	6.45	6.50	6.30	6.40	6.40	6.60	6.50
3 ม.	6.20	6.30	6.25	6.30	6.20	6.25	6.30	6.50	6.40
6 ม.	6.00	5.90	6.95	6.30	6.20	6.25	6.10	6.30	6.20
9 ม.				6.20	6.00	6.10	6.00	6.10	6.05
12 ม.				6.00	5.70	5.85	6.00	6.10	6.05
15 ม.							5.90	5.80	5.70
18 ม.(น้ำออก)							5.80	5.60	5.70

วันที่ 12 มกราคม 2541 (อายุ 37 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.0 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.10	6.00	6.05	6.00	6.10	6.05	6.10	6.00	6.05
3 ม.	5.90	5.70	5.80	5.70	5.90	5.80	5.90	5.90	5.90
6 ม.	5.60	5.60	5.60	5.80	5.70	5.75	5.90	5.90	5.90
9 ม.				5.60	5.50	5.55	5.80	5.80	5.80
12 ม.				5.40	5.30	0.35	5.60	5.70	5.65
15 ม.							5.50	5.50	5.50
18 ม.(น้ำออก)							5.50	5.30	5.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) แสดงออกซิเจนของสารละลายใน crop 2

วันที่ 15 มกราคม 2541 (อายุ 41 วัน) ออกซิเจนของสารละลายในถัง 6.1 mg/l

ระยะที่วัด	รางยาว 6 เมตร			รางยาว 12 เมตร			รางยาว 18 เมตร		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0 (น้ำเข้า)	6.00	5.90	5.95	6.10	6.10	6.10	5.90	6.00	5.95
3 ม.	5.80	5.70	5.75	5.80	5.70	5.75	5.80	5.90	5.85
6 ม.	5.50	5.40	5.45	5.70	5.70	5.70	5.60	5.70	5.65
9 ม.				5.40	5.50	5.45	5.50	5.60	5.55
12 ม.				5.20	5.40	5.30	5.40	5.50	5.45
15 ม.							5.30	5.40	5.35
18 ม.(น้ำออก)							5.20	5.30	5.25

หมายเหตุ ออกซิเจนของสารละลายได้ทำการวัดทุกวันอังคารและวันศุกร์ เมื่อพืชอายุ 12 ถึง 41 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 1 ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	M11	200	170	152.60
2	R29	80	50	44.89
3	S14	200	170	152.60
4	R23	120	90	80.80
5	B11	150	120	107.70
6	P35	130	100	89.77
7	S48	100	70	62.84
8	P1	240	210	188.50
9	R12	260	230	206.50
10	M35	140	110	98.75
11	B33	148	118	105.90
12	T7	100	70	62.84
13	S12	100	70	62.84
14	P23	160	130	116.70
15	R32	330	300	269.30
16	M10	160	130	116.70
17	T45	140	110	98.75
18	R21	258	228	204.70
19	S36	110	80	71.82
20	B11	0	0	0.00
21	M24	140	110	98.75
22	T48	180	150	134.70
23	S41	242	212	190.30
24	R13	160	130	116.70
25	M6	300	270	242.40
26	B41	170	140	125.70
27	T46	160	130	116.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 1 ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	T10	80	50	44.89
29	M31	70	40	35.91
30	S40	170	140	125.70
31	B1C	0	0	0.00
32	R2	240	210	188.50
33	T11	90	60	53.86
34	S25	95	65	53.35
35	P24	35	70	62.84
36	B39	70	40	35.91
37	P9	320	290	260.30
38	P16	190	160	143.60
39	P15	128	98	87.98
40	B41	102	72	64.64
41	R22	290	260	233.40
42	T44	220	190	170.60
43	M7	260	230	206.50
44	B40	200	170	152.60
45	P37	200	170	152.60
46	S43	130	100	89.77
47	T47	140	110	98.75
48	M36	80	50	44.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 4 ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	R7	370	340	305.20
2	T1	118	88	79.00
3	B34	100	70	62.85
4	P28	70	40	35.91
5	T13	140	110	98.75
6	M8	240	210	188.50
7	R34	350	320	287.30
8	P27	280	25	224.40
9	T42	180	150	134.70
10	M30	250	220	197.50
11	P36	0	0	0.00
12	S17	90	60	53.86
13	B32	125	95	85.28
14	T40	240	210	188.50
15	R44	203	173	155.30
16	R46	315	285	255.90
17	T14	200	170	152.60
18	M5	110	80	71.82
19	M12	70	40	35.91
20	B6	210	180	161.60
21	P4	130	100	89.77
22	S33	130	100	89.77
23	T2	70	40	35.91
24	S29	250	220	197.50
25	P42	85	55	49.38
26	M23	250	220	197.50
27	P38	80	50	44.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 4 ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	M19	90	60	53.86
29	T18	190	160	143.60
30	S15	140	110	98.75
31	P45	340	310	278.30
32	B20	60	60	26.93
33	P43	240	210	188.50
34	B38	150	120	107.70
35	B18	240	210	188.50
36	R5	220	190	170.60
37	M23	150	120	107.70
38	B6	150	120	107.70
39	S34	190	160	143.60
40	B31	150	120	107.70
41	R5	390	360	323.20
42	S37	140	110	98.75
43	T17	60	30	26.93
44	S31	220	190	170.60
45	M1	313	283	254.10
46	R15	250	220	197.50
47	S16	160	130	116.70
48	R11	180	150	134.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 2 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	R25	220	190	170.60
2	T26	130	100	89.77
3	S9	140	110	98.75
4	P22	120	90	80.80
5	B23	138	108	96.95
6	M42	70	40	35.91
7	P20	58	28	25.14
8	T25	140	110	98.75
9	S8	162	132	118.50
10	S4	60	30	26.93
11	M25	300	270	242.40
12	P30	180	150	134.70
13	B24	135	105	94.26
14	S21	178	148	132.90
15	T8	160	130	116.70
16	M26	222	192	172.40
17	T21	75	45	40.40
18	B25	110	80	71.82
19	S42	0	0	0.00
20	M17	300	270	242.40
21	S41	180	150	134.70
22	T6	180	150	134.70
23	S19	118	88	79.00
24	P2	90	60	53.86
25	M33	240	210	188.50
26	S26	84	54	48.48
27	B27	100	70	62.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 2 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	R20	360	330	296.30
29	M16	180	150	134.70
30	T32	150	120	107.70
31	P44	260	230	206.50
32	S44	140	110	98.75
33	B28	140	110	98.75
34	R33	350	320	287.30
35	M13	130	100	89.77
36	P11	100	70	62.84
37	B44	200	170	152.60
38	T22	180	150	134.70
39	R31	320	290	260.30
40	B48	190	160	143.60
41	P40	138	108	96.95
42	P33	250	220	197.50
43	T34	200	170	152.60
44	T38	140	110	98.75
45	R39	440	410	368.10
46	P10	200	170	152.60
47	S45	80	50	44.89
48	B2	320	290	260.30
49	M41	370	340	305.20
50	B43	38	8	7.18
51	S23	60	30	26.93
52	P32	240	210	188.50
53	R4	320	290	260.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 2 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
54	S3	200	170	152.60
55	R19	370	340	305.20
56	T21	180	150	134.70
57	B9	220	190	170.60
58	R14	318	288	258.50
59	T19	240	210	188.50
60	M27	190	160	143.60
61	M47	258	228	204.70
62	P35	140	110	98.75
63	M32	250	220	197.50
64	R3	242	212	190.30
65	B21	98	68	61.05
66	T39	90	60	53.86
67	M22	290	260	233.40
68	R28	280	250	224.40
69	R27	280	250	224.40
70	R45	364	334	299.80
71	P40	180	150	134.70
72	B42	180	150	134.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 6 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	T37	160	130	116.70
2	S7	190	160	143.30
3	R36	30	0	0.00
4	B45	170	140	125.70
5	P7	150	120	107.70
6	S27	160	130	116.70
7	S47	200	170	152.60
8	T39	170	140	125.70
9	B46	140	110	98.75
10	P31	200	170	152.60
11	R26	300	270	242.40
12	T32	0	0	0.00
13	M18	90	60	53.86
14	M29	90	60	53.86
15	S46	100	70	62.84
16	R8	380	350	314.20
17	S38	180	150	134.70
18	T15	180	150	134.70
19	M43	200	170	152.60
20	T41	170	140	125.70
21	P41	210	180	161.60
22	T24	160	130	116.70
23	T33	230	200	179.50
24	R10	280	250	224.40
25	M21	210	180	161.60
26	T42	130	100	89.77
27	P13	310	280	251.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 6 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	P29	110	80	71.82
29	R16	370	340	305.20
30	M40	220	190	170.60
31	M38	170	140	125.70
32	M14	280	250	224.40
33	B29	72	42	37.70
34	T4	160	130	116.70
35	B3	150	120	107.70
36	P19	260	230	206.50
37	S20	180	150	134.70
38	B30	130	100	89.77
39	R25	190	160	143.60
40	M39	180	150	134.70
41	P8	140	110	98.75
42	B7	90	60	53.86
43	T29	70	40	35.91
44	P12	100	70	62.84
45	R47	60	30	26.93
46	B26	160	130	116.70
47	R30	280	250	224.40
48	T16	210	180	161.60
49	R38	420	390	350.10
50	R35	260	230	206.50
51	M34	170	140	125.70
52	B8	160	130	116.70
53	R48	310	280	251.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 6 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
54	S22	150	120	107.70
55	S5	130	100	89.77
56	B22	130	100	89.77
57	P39	240	210	188.50
58	R17	370	340	305.20
59	T23	190	160	143.60
60	M20	320	290	260.30
61	S24	200	170	152.60
62	P5	130	100	89.77
63	S6	160	130	116.70
64	P34	180	150	134.70
65	B47	60	30	26.93
66	B1	160	130	116.70
67	P18	320	290	260.30
68	B36	120	90	157.50
69	M28	0	0	0.00
70	S18	320	290	260.30
71	S39	140	110	98.75
72	M15	310	280	251.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 3 ยาว 6 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	S13	118	88	79.00
2	M46	150	120	107.70
3	B15	200	170	152.60
4	P26	0	0	0.00
5	S2	220	190	170.60
6	T35	70	40	35.91
7	S11	240	210	188.50
8	P17	90	60	53.86
9	T31	210	180	161.60
10	P14	218	188	168.80
11	B19	150	120	107.70
12	B16	150	120	107.70
13	S28	116	86	77.20
14	P3	100	70	62.84
15	T30	140	110	98.75
16	R1	140	110	98.75
17	M9	178	148	132.90
18	R18	220	190	170.60
19	M45	280	250	224.40
20	M3	118	88	79.00
21	B37	160	130	116.70
22	R27	360	330	236.30
23	R37	220	190	170.60
24	T28	240	210	188.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 1 (รางที่ 5 ยาว 6 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	P46	140	110	98.75
2	T36	130	100	89.77
3	R43	250	220	197.50
4	B36	280	250	224.40
5	M4	100	70	62.84
6	T3	200	170	152.60
7	S20	140	110	98.75
8	B12	60	30	26.92
9	P47	65	35	31.42
10	P48	110	80	71.82
11	M48	210	180	161.60
12	T20	160	130	116.70
13	R9	300	270	242.40
14	S1	150	120	107.70
15	B17	130	100	98.77
16	S10	190	160	143.60
17	B6	190	160	143.60
18	P14	200	170	152.60
19	R42	380	350	314.20
20	M37	240	210	188.50
21	T9	240	210	188.50
22	M44	190	160	143.60
23	R24	280	250	224.40
24	S32	130	100	98.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 1ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	P1	300	270	234.69
2	P3	16.88	16.88	16.88
3	R7	350	320	278.15
4	T8	300	270	234.69
5	R6	500	470	408.54
6	T1	225	195	169.50
7	R8	225	195	169.50
8	R3	12.53	12.53	12.53
9	R8	400	370	321.61
10	P1	250	220	191.23
11	P4	425	395	343.35
12	T7	500	470	408.54
13	P4	500	470	408.54
14	T2	300	270	234.69
15	P5	275	245	212.96
16	T7	525	495	430.27
17	P3	6.11	6.11	6.11
18	R7	500	470	408.54
19	P2	381	351	305.10
20	T1	275	245	212.96
21	T8	250	220	191.23
22	T2	175	145	126.04
23	R6	500	470	408.54
24	P5	350	320	278.15
25	P6	250	220	191.23
26	T6	350	320	278.15
27	R2	200	170	147.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 1ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	P6	225	195	169.50
29	R1	800	770	669.31
30	P7	300	270	234.69
31	T3	34.96	34.96	34.96
32	P8	125	95	82.58
33	T6	200	170	147.77
34	R4	950	920	799.69
35	T4	600	570	495.46
36	R1	350	320	278.15
37	P8	235	205	178.19
38	R4	750	720	625.84
39	P7	300	270	234.69
40	R2	104	74	64.32
41	T5	625	595	517.19
42	R5	150	120	104.31
43	T4	300	270	234.69
44	T3	12.79	12.79	12.79
45	T5	200	170	147.77
46	P2	200	170	147.77
47	R5	200	170	147.77
48	R3	29.08	29.08	29.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 4 ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	R3	29.54	29.54	29.54
2	P2	175	145	130.17
3	P6	450	420	377.05
4	R4	900	870	781.03
5	P1	150	120	107.73
6	T5	325	295	264.83
7	P5	350	320	287.27
8	T7	475	445	399.49
9	T1	425	395	354.60
10	R3	16.73	16.73	16.73
11	P3	26.08	26.08	26.08
12	T3	18.53	18.53	18.53
13	R1	500	470	421.93
14	R5	700	670	601.48
15	R5	325	295	264.83
16	T7	400	370	332.16
17	T1	360	330	296.25
18	P3	12.86	12.86	12.86
19	R4	775	745	668.81
20	R2	375	345	309.72
21	R7	550	520	466.82
22	R6	470	440	395.00
23	R6	600	570	511.71
24	P2	400	370	332.16
25	R7	600	570	511.71
26	R8	350	320	287.27
27	R8	275	245	219.94

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 4 ยาว 12 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	P8	300	270	242.39
29	T8	325	295	264.83
30	T6	600	570	511.71
31	R1	500	470	421.93
32	P4	525	495	444.38
33	R2	525	495	444.38
34	T8	375	345	309.72
35	P4	420	390	350.12
36	T3	0.26	0.26	0.26
37	P6	250	220	197.50
38	P5	200	170	152.61
39	T6	175	145	130.17
40	T4	525	495	444.38
41	T4	700	670	601.48
42	P8	400	370	332.16
43	T5	250	220	197.50
44	P7	300	270	242.39
45	P1	225	195	175.06
46	T2	275	245	219.94
47	P7	400	370	332.16
48	T2	275	245	219.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 2 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	T6	325	295	256.42
2	P1	300	270	234.69
3	R7	350	320	278.15
4	P1	275	245	212.96
5	T7	200	170	147.77
6	P2	125	95	82.58
7	T1	275	245	212.96
8	R7	300	270	234.69
9	P1	375	345	299.88
10	R6	525	495	430.27
11	T1	175	145	126.04
12	P2	100	70	60.85
13	T5	325	295	256.42
14	R7	0	0	0.00
15	P2	275	245	212.96
16	R6	450	420	365.08
17	T4	450	420	365.08
18	P3	13.31	13.31	13.31
19	P3	5.4	5.4	5.40
20	R6	325	295	256.42
21	T6	200	170	147.77
22	P3	12.18	12.18	12.18
23	T8	250	220	191.23
24	P4	0	0	0.00
25	R5	375	345	299.88
26	T2	175	145	126.04
27	R4	400	370	321.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 2 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	R4	400	370	321.61
29	P4	325	295	256.42
30	T7	550	520	452.00
31	P5	375	345	299.88
32	T7	350	320	278.15
33	P5	100	70	60.85
34	T4	425	395	343.35
35	R8	325	295	256.42
36	T3	9.91	9.91	9.91
37	R8	500	470	408.54
38	P4	350	320	278.15
39	T2	150	120	104.31
40	T5	375	345	299.88
41	R1	0	0	0.00
42	T8	475	445	386.81
43	P6	225	195	169.50
44	R8	150	120	104.31
45	P5	325	295	256.42
46	T8	325	295	256.42
47	R5	175	145	126.04
48	T2	0	0	0.00
49	P6	250	220	191.23
50	T3	14.84	14.84	14.84
51	P6	0	0	0.00
52	T5	125	95	82.58
53	R2	200	170	147.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 2 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
54	T6	200	170	147.77
55	R4	550	520	452.00
56	R5	875	845	734.50
57	R3	22.26	22.26	22.26
58	P7	650	620	538.92
59	R2	325	295	256.42
60	P7	225	195	169.50
61	R3	25.75	25.75	25.75
62	P8	100	70	60.85
63	T4	375	345	299.88
64	P7	225	195	169.50
65	P8	750	720	625.84
66	T3	24.15	24.15	24.15
67	P8	100	70	60.85
68	R1	450	420	365.08
69	R2	750	720	625.84
70	R1	475	445	386.81
71	R3	22.16	22.46	22.46
72	T1	225	195	169.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 6 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	P1	300	270	234.69
2	T1	400	370	321.61
3	T6	450	420	365.08
4	P3	16.67	16.67	16.67
5	P8	200	170	147.77
6	R7	700	670	582.38
7	P8	250	220	191.23
8	R8	225	195	169.50
9	T1	300	270	234.69
10	T8	500	470	408.54
11	R5	250	220	191.23
12	T8	250	220	191.23
13	P8	450	420	365.08
14	R6	0	0	0.00
15	T8	200	170	147.77
16	P7	450	420	365.08
17	R4	425	395	343.35
18	T7	300	270	234.69
19	T3	9.91	9.91	9.91
20	T6	300	270	234.69
21	P2	525	495	430.27
22	R3	23.62	23.62	23.62
23	P7	350	320	278.15
24	R8	0	0	0.00
25	P1	100	70	60.85
26	R3	26.5	26.5	26.50
27	R1	175	145	126.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 6 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
28	R8	150	120	104.31
29	R2	400	370	321.61
30	R2	275	245	212.96
31	R2	200	170	147.77
32	R1	175	145	126.04
33	T2	150	120	104.31
34	R4	600	570	495.46
35	P6	400	370	321.61
36	R5	0	0	0.00
37	P7	200	170	147.77
38	R3	18.23	18.23	18.23
39	T7	350	320	278.15
40	T4	0	0	0.00
41	T7	0	0	0.00
42	R4	250	220	191.23
43	T1	250	220	191.23
44	P6	325	295	256.42
45	T2	250	220	191.23
46	P3	19.49	19.49	19.49
47	P2	755	725	630.19
48	P2	225	195	169.50
49	R5	575	545	473.73
50	P3	12.21	12.21	12.21
51	T3	3.25	3.25	3.25
52	R1	725	695	604.11
53	P5	250	220	191.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 (ต่อ) แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 6 ยาว 18 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
54	P7	0	0	0.00
55	T4	375	345	299.88
56	P1	300	270	234.69
57	R6	0	0	0.00
58	P5	125	95	82.58
59	R6	600	570	495.46
60	P5	250	220	191.23
61	P6	400	370	321.61
62	T4	0	0	0.00
63	P4	125	95	82.58
64	P4	0	0	0.00
65	R7	425	395	343.35
66	T5	550	520	452.00
67	T3	19.49	19.49	19.49
68	T5	250	220	191.23
69	R7	450	420	365.08
70	P4	150	120	104.31
71	T2	225	195	169.50
72	P4	800	770	669.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 3 ยาว 6 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	T5	475	445	386.81
2	R1	750	720	625.84
3	P1	250	220	191.23
4	R6	450	420	365.08
5	T2	250	220	191.23
6	T8	150	120	104.31
7	P8	200	170	147.77
8	T6	500	470	408.54
9	P3	15.72	15.72	15.72
10	T4	300	270	234.69
11	R8	450	420	365.08
12	R5	400	370	321.61
13	P2	300	270	234.69
14	P4	250	220	191.23
15	T1	150	120	104.31
16	P6	100	70	60.85
17	R3	12.07	12.07	12.07
18	P7	725	695	604.11
19	R4	650	620	538.92
20	P5	200	170	147.77
21	R2	900	870	756.23
22	T3	13.89	13.89	13.89
23	R7	550	520	452.00
24	T7	350	320	278.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงน้ำหนักสดของผลผลิต crop 2 (รางที่ 5 ยาว 6 ม.)

ลำดับที่	ชนิดวัสดุปลูก	น้ำหนักรวม (g) (วัสดุปลูก+ต้น+ราก)	ต้น+ราก กรัม (g)	น้ำหนักต้น กรัม (g)
1	P3	1.42	1.42	1.42
2	P1	225	195	169.50
3	R1	375	345	299.88
4	P4	0	0	0.00
5	R8	375	345	299.88
6	P5	250	220	191.23
7	P2	0	0	0.00
8	T5	500	470	408.54
9	R6	550	520	452.00
10	T4	150	120	104.31
11	R4	100	70	60.85
12	T8	275	245	212.96
13	R7	625	595	517.19
14	P6	125	95	82.58
15	P8	0	0	0.00
16	T6	225	195	169.50
17	R2	400	370	321.61
18	T3	9.79	9.79	9.79
19	P7	425	395	343.35
20	R3	32.45	32.45	32.45
21	T2	180	150	130.38
22	R5	475	445	386.81
23	T1	175	145	126.04
24	T7	700	670	582.38

หมายเหตุ B = ฟองน้ำ M = ขุยมะพร้าว P = เพอร์ไลท์

R = ร็อควูล S = แกลบสด T = ขี้เถ้าแกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (ppm) crop 1

Ion	stock	30-Oct-41	6-Nov-41	13-Nov-41	20-Nov-41	25-Nov-41
N	4.416	77.532	88.861	58.058	1.725	1.008
P	20.24	31.15	23.25	17.1	0.625	0.55
K	69.92	27.5	19.49	15.34	10.58	9.88
Ca	-	4.3	106.65	90.55	103	99
Mg	9.2	1.25	22.95	1.9	23.3	21.9
Fe	0.1288	0	0	0.1	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (ppm) crop 2

Ion	stock	18-Oct-41	25-Dec-41	1-Jan-41	11-Jan-41	15-Jan-41
N	4.416	70.73	65.41	60.97	6.006	2.156
P	20.24	38.9	38.2	36.2	19	1.8
K	69.92	70.56	28.5	152.5	96.2	20.4
Ca	-	110.78	123.3	70.1	155.9	144.5
Mg	9.2	35.43	37.8	20.15	34.9	38.6
Fe	0.1288	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงสารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลาย

ลำดับ	ชื่อสารเคมี	ราคาบาท/กก. หรือ ลิตร
1	กรดไนตริก (HNO_3)	20 บาท/ลิตร
2	กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)	40 บาท/ลิตร
3	กรดบอริก (H_3BO_3) 17%B	200 บาท/กก.
4	คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) 25%Cu	40 บาท/กก.
5	แคลเซียมไนเตรท ($CaNO_3)_2$	40 บาท/กก.
6	ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$) 22% Zn	40 บาท/กก.
7	แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$)	26 บาท/กก.
8	แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4.4H_2O$) 24% Mn	40 บาท/กก.
9	โปแทสเซียมไนเตรท (KNO_3)	26 บาท/กก.
10	แอมโมเนียมโมลิบเดต (NH_4MoO_4) 45% Mo	2,200 บาท/กก.
11	Fe - EDTA Z (13%)	350 บาท/กก.
12	โมโนโปแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) 0-52-34	45 บาท/กก.

: ข้อมูลปี 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายของสารละลายธาตุอาหาร

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้ในการเตรียมละลายเข้มข้น 1,000 ลิตร	จำนวนเงิน (บาท)
ลารละลาย A		
Calcium Nitrate	67 กก.	2680
Potassium Nitrate	29.6 กก.	769.6
Fe - EDTA	1.7 กก.	501.5
สาละลาย B		
Potassium Nitrate	29.6 กก.	769.6
Monopotassium	17.7 กก.	831.9
Phosphase		
Magnesium Sulphate	16 กก.	200
Manganess Sulphate	170 กรัม	30.226
Copper Sulphate	285 กรัม	2.109
Zine Sulphate	115 กรัม	20.447
Ammonium Molybdate	12 กรัม	26.4
Borax	285 กรัม	63.555
รวม	162.201 กก.	5,895.34

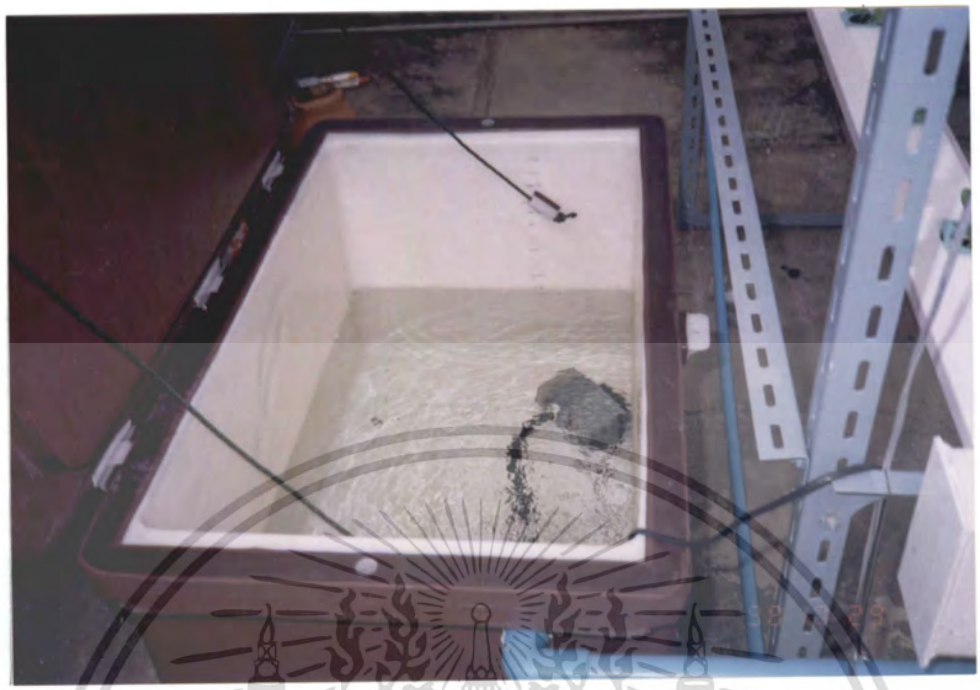
หมายเหตุ ราคาสารละลายเฉลี่ย/กก. 33.346 บาท ได้สารละลาย 100,000 ลิตร
ราคาสารละลาย/ลิตร 0.059 บาท พืช 1 ต้นใช้สารละลาย 4 ลิตร
ดังนั้นค่าสารละลาย/ต้น 0.236 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 แสดงการเพาะกล้า

ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบของระบบ NFT

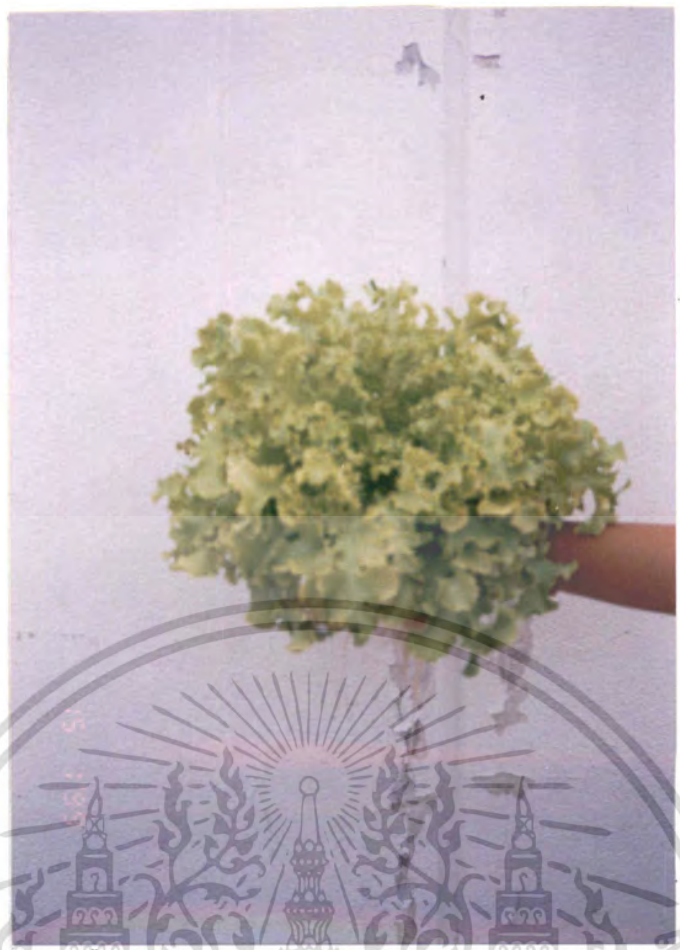
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงถังสารละลายบรรจุธาตุอาหาร

ภาพที่ 4 แสดงเครื่องมือวัด ออกซิเจน อุณหภูมิ EC และ pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

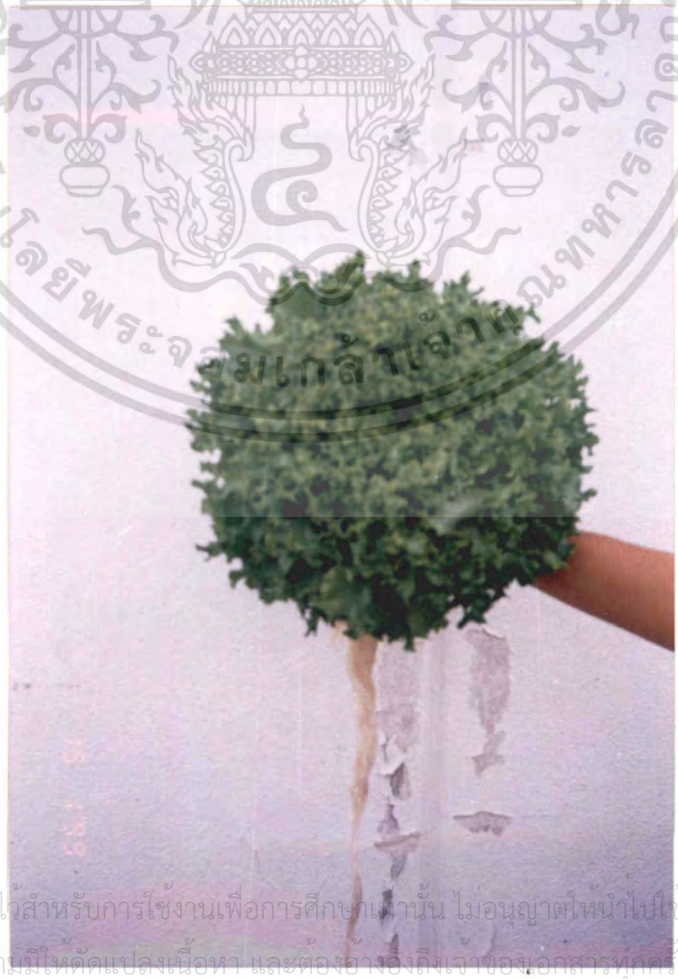


ภาพที่ 5 แสดงพืชชนิด Black Seed Simpson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดงพืชชนิด Bibb or Limestone

ภาพที่ 7 แสดงพืชชนิด Southern Giant Curled



ภาพที่ 8 แสดงพืชชนิด Slad Bowl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 แสดงพืชชนิด Bon Vivant Mixture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 แสดงพืชชนิด Bon Vivant Mixture

ภาพที่ 11 แสดงพืชชนิด Swiss Chard

ภาพที่ 12 แสดงพืชชนิด Marble of four Season

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้