สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาโท

เรื่อง

การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอน ต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro* และต่อแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

The study on role of soluble silicon on *in vitro* growth of *Phytophthora parasitica* Dastur and hydroponically grown European cucumber

T099000

โดย

นางสาววรางคณา นกอยู่

WARANGKANA NOKYOO

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....98000
วัน,เดือน,ปี.....12 มิ.ย. 2009

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ฉนิมนันต์ เจนอักษร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการทดลอง จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณ คุณรัตนา คงบุญ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโรคพืช ที่กรุณาอำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือเครื่องใช้และช่วยเหลือในด้านงานทดลอง ขอขอบคุณ คุณอนุสรณ์ เฟื่องวณิชศาสตร์ รุ่นน้องปริญญาตรี ที่ให้ความช่วยเหลือการทดลองในเรื่อนทดลอง ขอขอบคุณ คุณพรประพา คงตระกูล รุ่นน้องปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือระหว่างการดำเนินการในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณทุกๆ คนที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้การทดลองปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

และท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และป้า ที่ได้ให้การสนับสนุนกำลังทรัพย์และกำลังใจมาโดยตลอด

วรางคณา นกอยู่

กุมภาพันธ์ 2541

ชื่อเรื่อง : การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro* และต่อแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

โดย : นางสาววรางคณา นกอยู่

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ : _____

(ผศ. ดร. ฉนิมนันต์ เจนอักษร)

บทคัดย่อ

จากรายงานผลสำเร็จในต่างประเทศของการนำสารละลายซิลิคอนมาใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้น พอจะนำมาประเมินได้ว่าสารละลายซิลิคอนน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่นำมาทดแทนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราได้ และยังเป็นการลดผลตกค้างของสารเคมีในพืชและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงทำการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของสารละลายซิลิคอนต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro* และต่อแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยในการทดลองนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro* และส่วนที่ 2 คือ การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อความอยู่รอดของเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* และต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการให้ผลผลิตของแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ผลปรากฏว่า สารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้น (500-3,000 ppm) มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตทั้งทางเส้นใยและการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และการศึกษาอิทธิพลของสารละลายดังกล่าวต่อการปลูกพืชในระบบปลูกแตงกวายุโรปโดยไม่ใช้ดิน พบว่า สารละลายซิลิคอน (100 และ 200 ppm) สามารถลดการเกิดโรคแก่ต้นแตงได้ โดยต้นแตงกวายุโรปทุกต้นที่ได้รับสารละลายซิลิคอนจะไม่แสดงอาการเป็นโรคเลย ในขณะที่ต้นแตงในกรรมวิธีเปรียบเทียบบางต้นได้แสดงอาการเป็นโรค ยิ่งไปกว่านั้นยังมีความเป็นไปได้ที่สารละลายซิลิคอนจะช่วยพัฒนาศักยภาพการผลิตแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชดังกล่าว โดยเฉพาะในด้านจำนวนผลผลิตต่อต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าต้นแตงกวาทุกต้นที่ได้รับสารละลายซิลิคอนจะให้ผลแตงกวาได้ 2 ผลต่อต้น (ทั้ง 2 ผลมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน) และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนผลผลิตได้มากกว่านี้อีก ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีเปรียบเทียบที่มีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถให้ผลแตงกวาได้ 2 ผล สำหรับน้ำหนักผลแตงกวาที่ได้จากการทดลองนี้มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงกับที่ปลูกเป็นการค้าในต่างประเทศ (331.2-365.3 กรัมต่อผล) แต่อย่างไรก็ตามจำนวนผลต่อต้นที่ได้ยังน้อยกว่ามาก ดังนั้นถ้ามีการปรับสภาพแวดล้อมในการปลูกให้ดีขึ้น ควบคู่ไปกับการใช้สารละลายซิลิคอน ก็น่าที่จะเพิ่มจำนวนผลผลิตต่อต้นได้ใกล้เคียงกับที่ปลูกเป็นการค้าในต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : The study on role of soluble silicon on *in vitro* growth of *Phytophthora parasitica* Dastur and hydroponically grown European cucumber

By : Warangkana Nokyoo

Degree : Master of Science (Plant Pest Management Technology)

Major : Plant Pest Management Technology

Advisor : _____

(Assist. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn)

Abstract

Reviewing the reports concerning the current status of soluble silicon (Si) in horticulture primarily in relative to plant protection against fungal diseases, it is evidently that soluble Si would be an alternative measure for controlling the fungal diseases from which can reduce the residue in crop and ecosystem. The research was divided into 2 parts ; Part I : study on the effect of soluble Si on growth of *Phytophthora parasitica* Dastur was *in vitro* conducted; Part II : Study on soluble Si in controlling diseases on European cucumber in hydroponics. From the results, it was shown that all tested concentrations of soluble Si (500-3000 ppm) gave better result in inhibiting mycelial growth and retarding sporangium production compared to that in control. From part II, it showed that soluble Si was in part in reducing the diseases. Furthermore, soluble Si seemed to be in part in developing the potential of growth of European cucumber in hydroponics in terms of increasing yield. Si-treated plants (both concentrations) gave better yield (36 total-fruits, 2 fruits per plant, fruit weight were similar) than those from untreated plants. Besides, the average cucumber fruit weights from this experiment are comparable with those commercially grown in European countries. From our view, there is still an evidence that Si treated plants can give higher yield providing that greenhouse condition as well as management are proper.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาพ	iii
สารบัญภาคผนวก	iv
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
การดำเนินการ	14
ส่วนที่ 1 อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	20
วิจารณ์ผลการทดลอง	27
สรุปผลการทดลอง	27
ส่วนที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการ	28
ผลการทดลอง	33
วิจารณ์ผลการทดลอง	47
สรุปผลการทดลอง	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี (ซม.) และ การเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ 21

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ 22

ตารางที่ 3 จำนวน sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 24

ตารางที่ 4 จำนวน sporangium ที่สร้างโดย mycelial mat ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* (อายุ 6 และ 12 วัน) ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 24

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเชื้อ *Phytophthora sp.* และ *Pythium sp.* (CFU/20 มล.) ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ ระหว่างการปลูกแตงกวาผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 34

ตารางที่ 6 แสดงโรคและเชื้อสาเหตุที่พบในต้นแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยโดยไม่ใช้ดินและได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน 34

ตารางที่ 7 แสดงความสูงเฉลี่ย (ซม./ต้น) ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ อายุต่างๆ กัน ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ 39

ตารางที่ 8 แสดงอายุการออกดอก และอายุการเก็บเกี่ยว ของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน 40

ตารางที่ 9 แสดงน้ำหนักต้นของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน 42

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนผลผลิตของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน 44

ตารางที่ 11 แสดงขนาดผลผลิตของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ 21

ภาพที่ 2 เชื้อรา *Phytophthora parasitica* (อายุ 10 วัน) ในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ 22

ภาพที่ 3 แสดงการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 25

ภาพที่ 4 แสดงการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 26

ภาพที่ 5 แสดงต้นกล้าแตงกวายุโรป 30

ภาพที่ 6 แสดงการปลูกแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (เริ่มทดลอง) 31

ภาพที่ 7 ลักษณะแตงกวายุโรปที่แสดงอาการเป็นโรค 35

ภาพที่ 8 แสดงผลแตงกวาที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร 36

ภาพที่ 9 แสดงใบแตงกวาที่แสดงอาการขอบใบไหม้เนื่องจากได้รับสารละลายเข้มข้นมากเกินไป 36

ภาพที่ 10 แสดงการสะสมเกลือบริเวณรากแตงกวายุโรปที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน 37

ภาพที่ 11 แสดงดอกแตงกวายุโรป 41

ภาพที่ 12 แสดงต้นแตงกวายุโรประยะให้ผลผลิต 41

ภาพที่ 13 แสดงผลผลิตแตงกวายุโรป 46

ภาพที่ 14 แสดงลักษณะเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญภาคผนวก

หน้า

ภาคผนวกที่ 1 57

เชื้อ *Phytophthora parasitica* Dastur 58

ภาคผนวกที่ 2 60

สูตรอาหาร selective media : BNPRAH 61

สูตรอาหาร selective media : BNPRA 61

สูตรอาหาร oat meal agar 61

สูตรสารละลายธาตุอาหารพืช 62

ภาคผนวกที่ 3 63

ข้อมูลดิบและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro* และต่อแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

The study on role of soluble silicon on *in vitro* growth of *Phytophthora parasitica* Dastur and hydroponically grown European cucumber

บทนำ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics) เป็นระบบการปลูกพืชที่ได้รับความนิยมสูงมากในการผลิตพืชเป็นการค้าทางประเทศแถบยุโรป เพราะเป็นระบบการปลูกพืชที่นอกจากจะให้ผลผลิตสูงแล้ว ผลผลิตที่ได้รับยังมีคุณภาพที่ดีตรงตามความต้องการของตลาด เนื่องจากการผลิตพืชในระบบดังกล่าวจะกระทำในโรงเรือนที่มิดชิด จึงสามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูต่างๆ ได้ และยังสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาด้านโรคพืชที่มีสาเหตุมาจากดิน (soil-borne diseases) ได้อีกด้วย เป็นผลให้ความต้องการในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระหว่างการผลิตน้อยกว่าการปลูกพืชในระบบอื่น จึงเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกว่าระบบการผลิตพืชแบบไม่ใช้ดินเป็นระบบการผลิตพืชที่สอดคล้องกับกระแสโลกเรื่องการเกษตรแบบยั่งยืน (sustainable agriculture) ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (Benoit, 1992; Douglas, 1978) แต่อย่างไรก็ตามในระหว่างการปฏิบัติจริงถ้าไม่ทำการรักษาระบบให้สะอาดอย่างเคร่งครัดแล้ว ก็จะสามารถตรวจพบเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิดปนเปื้อนเข้ามาในระบบแล้วก่อให้เกิดความเสียหายให้แก่พืชปลูกได้ โดยเฉพาะเชื้อราในกลุ่ม Pythiaceae คือ *Phytophthora* และ *Pythium* ซึ่งเป็นราน้ำสาเหตุโรคโคนเน่ารากเน่าเข้าทำลายพืชที่ปลูกในระบบ Hydroponics อยู่สม่ำเสมอ ซึ่งพบการเข้าทำลายทั้งการปลูกในประเทศไทยและในต่างประเทศ ซึ่งเชื้อราดังกล่าวจะผลิต zoospore เข้าทำลายพืชอาศัย โดยส่วนของ zoospore นี้เองที่ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของวงจรการเข้าทำลายพืชของเชื้อรา จากนั้น zoospore จะแพร่ผ่านสารละลายกระจายไปทั่วทั้งระบบอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในระบบการปลูกที่ให้สารละลายแบบหมุนเวียน (recirculating system) นั้น จะมีส่วนส่งเสริมให้การแพร่ระบาดของเชื้อโรคเป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น (พรหมมาศและคณะ, 2539ก ; 2539ข; Peg *et al.*, 1984; Stanghellini *et al.*, 1996a; 1996b) และเมื่อการระบาดรุนแรงขึ้น ทำให้มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมี (fungicide) เข้ามาควบคุมเชื้อราดังกล่าว เป็นผลให้ข้อดีในด้านการไม่ส่งผลตกค้างต่อสภาพแวดล้อมของการผลิตพืชในระบบนี้สูญเสียไป ซึ่งเป็นการสวนกระแสโลกปัจจุบันในด้านการเกษตรแบบยั่งยืน

แต่อย่างไรก็ตาม หากกระแสดังกล่าวยังคงอยู่ ก็ยังคงมีความพยายามที่จะหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้น (ทางด้านโรค) เพื่อให้ได้ผลสอดคล้องกับความต้องการของโลก ดังนั้นจะเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อย่างไรก็ตาม หากกระแสดังกล่าวยังคงอยู่ ก็ยังคงมีความพยายามที่จะหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้น (ทางด้านโรค) เพื่อให้ได้ผลสอดคล้องกับความต้องการของโลก ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามีรายงานในต่างประเทศถึงการนำสารละลายซิลิคอนเข้ามาใช้ในการควบคุมโรคที่เกิดในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยจากผลการทดลองเป็นไปในทางบวกคือพบว่าสารละลายซิลิคอนจะสามารถควบคุมโรคโคนเน่า รากเน่า โรคราแป้งขาว ในพืชตระกูลแตง มะเขือเทศ ผักกาดขาว กุหลาบ และองุ่น เป็นต้น และยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืชเหล่านั้นได้อีกด้วย โดยในพืชตระกูลแตงจะมีการติดผลดีขึ้น มีการพัฒนาของดอกเป็นไปอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Belanger *et al*, 1995; Menzies *et al*., 1992) ดังนั้นจึงมีความความเป็นไปได้สูงของการที่จะนำสารละลายซิลิคอนมาใช้ควบคุมโรคแก่พืชที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดินในประเทศไทยเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของประเทศทางแถบตะวันตกและตะวันออก ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในด้านของชนิดพืชที่จะได้รับประโยชน์จากการใช้สารละลายซิลิคอน ชนิดเชื้อโรคที่จะได้รับผลกระทบจากการใช้ซิลิคอน ความเข้มข้นหรืออัตราที่เหมาะสมของซิลิคอนที่จะนำมาใช้ และกลไกการทำงานของซิลิคอน เพื่อให้ได้คุณประโยชน์สูงสุดในการนำมาใช้ในประเทศไทย ซึ่งแม้ว่ากลไกการทำงานของสารซิลิคอนในพืชยังไม่กระจ่างชัดนักแต่ก็พอจะสรุปได้ว่า ไม่ว่าสารละลายซิลิคอนจะมีบทบาทเด่นชัดในเรื่องการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หรือมีบทบาทเด่นชัดในเรื่องของการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชก็ดี ล้วนแต่มีผลทำให้สามารถลดการใช้สารเคมีควบคุมโรคพืชได้ทั้งสิ้น จึงได้ทำการศึกษาถึงบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro* และต่อแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อนำสารละลายดังกล่าวมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ทั้งทางด้านการเจริญทางเส้นใย และ การสร้าง sporangium ในสภาพ *in vitro*

2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อความอยู่รอดของเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* และต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการให้ผลผลิตของแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. ความหมาย

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics หรือ nutriculture หรือ soilless culture หรือ soilless gardening หรือ water culture) หมายถึง วิธีการใดก็ตามที่ทำให้การปลูกพืชได้โดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยดิน แต่จะใช้วัสดุอื่นๆ เช่น การปลูกพืชให้รากลอยอยู่ในอากาศ การปลูกในสารละลาย หรือการปลูกในวัสดุปลูก เช่น ทราย แกลบ และวัสดุอื่น ๆ โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแก่รากโดยตรง ในปริมาณที่เหมาะสมแทนอาหารพืชที่มีอยู่ภายในดิน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลูกพืชในส่วนที่เกี่ยวข้องกับดิน เช่น ดินมีคุณภาพต่ำ มีความเค็มสูง หรือมีโรคระบาดอยู่ และการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะสามารถควบคุมคุณภาพ และปริมาณของผลผลิตให้ได้ตรงตามต้องการ (Douglas, 1978; Resh, 1981; Jensen, 1990)

2. ประเภทของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบ ตามลักษณะวิธีการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชดังนี้ คือ

2.1. ระบบปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร

2.2. ระบบปลูกพืชโดยให้รากลอยอยู่กลางอากาศ

2.3. ระบบปลูกพืชในวัสดุปลูก

2.1 ระบบปลูกในสารละลายธาตุอาหาร

เป็นระบบปลูกพืชที่ปล่อยให้รากพืชเจริญเติบโตในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง เรียกระบบการปลูกพืชแบบนี้ว่า solution culture ต่อมามีการดัดแปลงโดยปล่อยให้สารละลายไหลผ่านรากพืช (Deep flow technique : DFT) หรือไหลผ่านรากพืชเป็นฟิล์มบางๆ (Nutrient film technique : NFT) การปลูกในระบบนี้เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (กระบวน, 2536; ทัศนีย์และสรสิทธิ์, 2530; Benoit, 1992; Cooper, 1979)

2.2 ระบบปลูกพืชโดยให้รากลอยอยู่กลางอากาศ

ระบบปลูกแบบนี้เป็นระบบที่ส่วนรากของพืชจะลอยอยู่อย่างอิสระกลางอากาศ ภายในภาชนะที่ทึบแสง และให้สารละลายธาตุอาหารพืชผ่านระบบการพ่นฝอย อย่างต่อเนื่องเป็นระยะๆ เพื่อให้รากพืชมีความชื้นอยู่ตลอดเวลา การปลูกในระบบนี้ต้นพืชจะมีการเจริญเติบโตที่ดีมาก ตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

technique : NFT) การปลูกในระบบนี้เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (กระบวน, 2536; ทัศนีย์และสรสิทธิ์, 2530; Benoit, 1992; Cooper, 1979)

2.2 ระบบปลูกพืชโดยให้รากลอยอยู่กลางอากาศ

ระบบปลูกแบบนี้เป็นระบบที่ส่วนรากของพืชจะลอยอยู่อย่างอิสระกลางอากาศ ภายในภาชนะที่ทึบแสง และให้สารละลายธาตุอาหารพืชผ่านระบบการพ่นฝอย อย่างต่อเนื่องเป็นระยะๆ ตัวได้เร็วหลังย้ายปลูก และรากมีการเจริญเติบโตได้ดีเพราะไม่มีสิ่งกีดขวางเหมือนระบบการปลูกอื่นๆ (Benoit, 1987)

2.3 ระบบปลูกพืชในวัสดุปลูก

เป็นระบบปลูกพืชโดยอาศัยวัสดุปลูกต่างๆ ที่เป็นของแข็งสำหรับให้รากพืชยึด และค้ำยันต้นพืชไว้ วัสดุปลูกที่นิยมนำมาใช้มีทั้งที่เป็นอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุ เช่น Rockwool กรวด ดินเหนียวเผา ฟองน้ำอัด ทรายหยาบ ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ และขี้เลื่อย เป็นต้น การให้สารละลายธาตุอาหารจะปล่อยผ่านวัสดุปลูกให้พอดีกับความต้องการของพืช อาจให้สารละลายแบบนำกลับมาใช้อีกหรือปล่อยทิ้งก็ได้ ระบบการปลูกแบบนี้มีข้อดีคือ วัสดุปลูกจะเป็นแหล่งเก็บน้ำให้แก่พืชได้ถึงแม้ระบบการจ่ายน้ำจะขัดข้อง พืชก็จะสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ในระยะหนึ่ง แต่ถ้าเป็นระบบการปลูกแบบอื่นพืชจะแสดงอาการเหี่ยวภายใน 2-3 ชั่วโมง แต่การปลูกวิธีนี้มีความจำเป็นต้องคำนึงถึงความพอเพียงของปริมาณออกซิเจนที่บริเวณรากพืช ดังนั้นการเลือกวัสดุปลูกจึงควรเลือกวัสดุปลูกที่มีความพรุนสูง มีการระบายน้ำดี และการทำรางปลูกพืชต้องมีความลาดเอียงให้พอเหมาะ (Donnan and Biggs, 1984; Douglas, 1988)

3. ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ข้อดี

1. ได้ผลผลิตที่ถูกหลักอนามัย เพราะปลอดภัยจากเชื้อโรคที่มาจากดินหรือมลภาวะอื่นๆ
2. ไม่จำกัดพื้นที่ปลูก โดยทั่วไปการปลูกผักบนดินนั้นจะต้องคำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่ว่าจะเป็นแง่ธาตุอาหาร ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน แต่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินไม่ต้องคำนึงถึงปัญหาเหล่านั้น
3. ผลผลิตที่ได้มีปริมาณสูงเนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตได้
4. พืชที่ปลูกจะพบการเข้าทำลายของโรคและแมลงที่น้อยกว่าปกติ เพราะมีระบบโรงเรือนที่ใช้ในการป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1. เสียค่าใช้จ่ายในระยะแรกค่อนข้างสูง ทั้งนี้จะขึ้นกับการเลือกระบบปลูกและวัสดุปลูกด้วย
2. ในกรณีการเกิดโรคจะสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว
3. ต้องมีการค้นคว้าหาข้อมูลอยู่เสมอในการปรับปรุงและพัฒนา

4. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในต่างประเทศ

ในปัจจุบันกล่าวได้ว่า เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นเทคโนโลยีที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะประเทศในแถบทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ เช่น อังกฤษ ฝรั่งเศส เบลเยี่ยม เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ แคนาดา และอเมริกา เป็นต้น ได้มีการผลิตพืชผัก (มะเขือเทศ มันฝรั่ง แตงกวา ผักสลัด ถั่วลันเตา กะหล่ำปลี และหัวผักกาดหวาน เป็นต้น) และไม้ดอก (กุหลาบ ทิวลิป และลิลลี่ เป็นต้น) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นการค้ากันอย่างแพร่หลาย และเป็นระบบการผลิตที่ใหญ่พอจะกล่าวได้ว่าเป็นการผลิตเชิงอุตสาหกรรม เช่น Superior Farming Company; Tucsuh, Arizona มีเนื้อที่การผลิต 17 เอเคอร์ หรือ Sum Valley Hydroponics; Fabens, Taxas มีเนื้อที่การผลิต 10 เอเคอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการจัดตั้งหน่วยงานขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ค้นคว้าวิจัย ตลอดจนเป็นสื่อกลางในการติดต่อแลกเปลี่ยนข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตพืชในระบบไม่ใช้ดิน ได้แก่ The Interntional Society on Soilless culture (ISOSC), Plant Physiology Research, The International Hydroponics for Horticulture Science ในประเทศเนเธอร์แลนด์ และที่ International Hydroponics Institute ประเทศสเปน (Douglas, 1988) และเทคโนโลยีการผลิตในระบบนี้ได้แพร่หลายมายังทวีปต่างๆ เช่น เอเชีย และ ออสเตรเลีย ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าในขณะนี้ไม่มีทวีปใดในโลกที่ไม่รู้จักการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Resh, 1981; Douglas, 1988; Cooper, 1990)

การได้รับความนิยมในการผลิตพืชโดยระบบไม่ใช้ดินนั้น จะเห็นได้จากรายงานงานการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่มีติดต่อกันเรื่อยมาโดยตลอด เพื่อที่จะพัฒนาระบบการผลิตให้ดียิ่งขึ้นไปกว่าเดิม เช่น

Hui-lian *et al.* (1995) รายงานถึงการทดลองปลูกมะเขือเทศในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบต่างๆ เช่น การปลูกโดยใช้วัสดุปลูก และ การปลูกในระบบ NFT ควบคู่กับการใช้ความเข้มข้นของสารละลายระดับต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงของมะเขือเทศ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของต้น

Katsumi (1991) รายงานถึงการเพิ่มระดับความเข้มข้นของโซเดียมและโปแตสเซียมในสารละลายธาตุอาหาร ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mortley *et al.* (1996) รายงานถึงระยะเวลาในการได้รับแสงของมันเทศที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นและราก

5. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทย

สถานการณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่เป็นการทำในด้านการวิจัยเป็นส่วนใหญ่ ยังมีการผลิตในรูปการค้าไม่มากนัก ทำให้อุปกรณ์การผลิตส่วนใหญ่ยังมีความจำเป็นต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ มีเพียงน้อยชนิดที่สามารถผลิตหรือหาซื้อได้ในประเทศ ทำให้ดูคล้ายกับว่าการผลิตพืชในระบบนี้จะใช้ต้นทุนที่สูงมาก ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วแม้ว่าการผลิตในระบบไม่ใช้ดินจะต้องมีการลงทุนเบื้องต้นที่สูงกว่าการผลิตในระบบอื่นๆ บ้าง แต่ผลที่ได้รับก็คุ้มค่าแก่การลงทุน และเมื่อคำนวณต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตที่ได้รับแล้วพบว่าต่ำกว่าการผลิตแบบดั้งเดิมมาก แต่อย่างไรก็ตามได้มีนักวิจัยหลายท่านที่ได้พยายามค้นคว้าวิจัย เพื่อปรับปรุงเทคนิคการผลิตพืชในระบบดังกล่าวให้สอดคล้องกับการผลิตในประเทศไทยให้ได้ผลดีสูงสุด เช่น การทดสอบการนำวัสดุราคาถูกหรือวัสดุเหลือใช้ เช่น ขุยมะพร้าว แกลบ ถ่านแกลบ ขี้เลื่อย ฟางข้าว ชานอ้อย และทราย มาเป็นวัสดุปลูกในการปลูกพืชหลายชนิด เช่น แตงกวายุโรป ผักกาดหัว ผักคะน้า พริกชี้ฟ้า มะเขือเทศ และแตงเทศ เป็นต้น (พิมล, 2534; วิจิตร, 2535; ศุภชัยและถนิมนันต์, 2538; พรหมมาศและคณะ, 2539ก; Jaenaksorn and Ratanopas, 1994) การทดลองเกี่ยวกับสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมแก่พืชปลูกแต่ละชนิด (วิจิตร, 2535; เสน่ห์, 2538; กระบวนและเอกสิทธิ์, 2536) การทดลองเกี่ยวกับความเหมาะสมในการนำระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินแต่ละประเภทมาใช้ในพืชแต่ละชนิด (ถนิมนันต์ และศุภชัย, 2538; Jaenaksorn and Ratanopas, 1994; Jaenaksorn and Ratanopas, 1996) และการทดลองเกี่ยวกับปัญหาด้านโรคและแมลงที่สามารถพบได้ในระหว่างการผลิต (พรหมมาศ และคณะ, 2538 ข; พรหมมาศ และคณะ, 2540; Jaenaksorn, 1998)

6. โรคที่ตรวจพบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ถึงแม้ว่าปัญหาด้านโรคของพืชที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะพบไม่มากเท่ากับการปลูกในดินตามปกติ เนื่องจากสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาด้านโรคที่ติดมาจากดินได้ ซึ่งในทางปฏิบัติจริงสามารถตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อโรคในระบบได้ โดยอาจปนเปื้อนมาจากน้ำ สารละลาย หรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำเข้ามาในระบบ (Jenkins, 1983; Farrin *et al.*, 1988)

Jenkins and Averve (1983) รายงานการพบเชื้อรา *Pythium aphanidermatum, P. myriotorum, P. ultimum, Fusarium* spp. และเชื้อแบคทีเรีย จากการแยกเชื้อจากรากมะเขือเทศ แตงกวา และผักสลัด ที่ปลูกในระบบ Hydroponics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pegg and Holdernes (1984) รายงานถึงเชื้อสาเหตุโรคพืชที่พบเสมอในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ได้แก่ *Phytophthora nicotinae, P. parasitica, P. cnyptogea* และ *Pythium* spp.

Stanghellini and Kronland (1986) รายงานการพบเชื้อ *Pythium dissotocum* ที่บริเวณรากของต้นสลัด (lettuce) โดยเชื้อราดังกล่าวจะมีผลให้ความสามารถในการดูดใช้สารอาหารลดลง และส่งผลต่อการลดลงของปริมาณผลผลิต

เชื้อรากลุ่ม Pythiaceae จัดได้ว่าเป็นเชื้อราสาเหตุโรคโคนเน่ารากเน่าที่สำคัญของพืชที่ปลูกในระบบ Hydroponics และมีรายงานการตรวจพบอยู่อย่างสม่ำเสมอนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเมื่อเชื้อราดังกล่าวเข้าสู่ระบบแล้ว จะเพิ่มปริมาณและสร้าง zoospore แพร่กระจายไปทั่วทั้งระบบเพื่อเข้าทำลายพืชอาศัยได้ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าเชื้อราดังกล่าวเป็นราน้ำจึงเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีความชื้นสูง (Zinnen, 1988; Favrin *et al.*, 1988) ดังนั้นมาตราการในการควบคุมเชื้อราจึงต้องมีทั้งการป้องกันมิให้เชื้อราเข้าสู่ระบบ และการกำจัดหรือควบคุมเชื้อที่อยู่ในระบบแล้ว

แตงกวาพันธุ์ยุโรป (European cucumber)

1. ลักษณะทั่วไป

แตงกวาพันธุ์ยุโรปมีลักษณะคล้ายแตงกวาทั่วไป คือเป็นพืชล้มลุกมีอายุปีเดียว (annual) ลำต้นเป็นลักษณะเถาเลื้อย ยาวประมาณ 2-3 เมตร มีมือเกาะช่วยพยุงลำต้น ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ สามารถผสมพันธุ์ในตัวเองได้ แต่ก็สามารถพบดอกตัวผู้ในต้นได้เช่นกัน ดอกมีสีเหลือง ดอกตัวเมียจะมีรังไข่ลักษณะคล้ายแตงกวาผลเล็กๆ อยู่ใต้กลีบดอก ในขณะที่ดอกตัวผู้มีเพียงก้านดอกเท่านั้น โดยทั่วไปดอกตัวผู้เกิดก่อนดอกตัวเมีย และมีจำนวนมากกว่าดอกตัวเมีย ใบแตงกวาพันธุ์ยุโรปจะมีขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบกับพันธุ์พื้นเมือง แตงกวาพันธุ์ยุโรปเป็นแตงกวาที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอุณหภูมิและความชื้นสูง แตงกวาพันธุ์นี้จะให้ผลผลิตได้สูงมากถ้าปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และสามารถควบคุมโรคและแมลงได้ แต่จะค่อนข้างอ่อนแอต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมมาก (highly sensitive) ดังนั้นการปลูกแตงกวาพันธุ์ยุโรปจึงสมควรปลูกในระบบ Hydroponics เนื่องจากระบบการปลูกดังกล่าวจะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ (Jones, 1977; Resh,1981)

2. การปลูกแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ก่อนปลูกทำการคลุกเมล็ดด้วย Terrachor และCaptan เพาะกล้าโดยนำเมล็ดทางด้านปลายแหลมปักลงบนก้อนวัสดุปลูกก้อนละ 1 เมล็ด เพื่อต้นแตงจะได้ไม่บิดงอเวลางอกจากเมล็ด ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย้ายต้นกล้าแตงลงสู่วัสดุปลูกภายใน 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงทำการขึงเชือก เพื่อให้ต้นแตงใช้เป็นที่ยึดเกาะ สภาพความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหารอยู่ในช่วง 5.5-6.5 ระดับที่เหมาะสมคือ 6.3 (Jones,1977)

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ให้ในช่วงอายุต่างๆ ของแตงกวาพันธุ์ยุโรป เป็นดังนี้คือ

ช่วงการเจริญเติบโต	ระยะเวลา	ค่าความเข้มข้นของสารละลาย (ค่า EC)
1. เพาะกล้าจนถึงมีใบเลี้ยง	3-6 วัน	0 (น้ำเปล่า)
2. ย้ายปลูกลงในวัสดุปลูก	10-20 วัน	1.3-1.5
3. หลังย้ายปลูกจนพืชตั้งตัวได้	1-2 สัปดาห์	1.3-1.6
4. ช่วงที่ตั้งตัวจนเริ่มเก็บผลครั้งแรก	6-8 สัปดาห์	2.0-2.5
5. ช่วงระยะเก็บเกี่ยวจนสิ้นสุด	14-30 สัปดาห์	1.6-1.8

ที่มา : ศูนย์เผยแพร่เทคโนโลยีทางการเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. (2537)

3. โรคและแมลงที่พบและการป้องกันกำจัด (ทวนทองและสุรีรัตน์, 2532 และ อนงค์, 2528)

3.1 โรคโคนต้นและผลเน่า เกิดจากเชื้อรา *Pythium* sp. อาการที่พบ โคนเถาแตงและผลจะแสดงอาการเน่าฉ่ำน้ำและเปื่อยยุ่ย การป้องกันกำจัดทำได้โดยการถอนต้นที่เป็นโรคไปทำลาย ปรับปรุงสภาพดินให้ร่วนซุย เพื่อไม่ให้เกิดสภาพน้ำขังแฉะ ซึ่งจะเป็นสภาพที่เหมาะต่อการแพร่กระจายของโรคนี้

3.2 โรคราน้ำค้าง เกิดจากเชื้อรา *Peronospora cubensis* อาการที่พบ ใบมีแผลสี่เหลี่ยมสีน้ำตาลประปรายทั่วใบ ขณะอากาศชื้นจะปรากฏเส้นใยของเชื้อราสีขาวอมม่วงบริเวณกลุ่มแผลด้านท้องใบ การป้องกันกำจัด ใช้แทนเอ็ม 45 อัตรา 20-30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ดูปราวิค 50% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เอฟรอน 35% SD คลุกเมล็ดในอัตรา 7 กรัม/เมล็ด 1 กิโลกรัม

3.3 ราแป้ง เกิดจากเชื้อรา *Oidium* sp. อาการที่พบ ใบมีราสีขาวจับคล้ายผงแป้งกระจายทั่วใบ การป้องกันกำจัด ใช้ทอปซินเอ็ม 75%WP อัตรา 20-30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ไรนาโคล 72%WP อัตรา 20-30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

3.4 โรคเหี่ยวตาย เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. อาการที่พบ ลำต้นจะแสดงอาการเหี่ยวตายในเวลาอันรวดเร็ว การป้องกันกำจัด ควรถอนต้นที่เป็นโรคออกจากแปลงปลูกแล้วนำไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำลาย

3.5 แมลง เพลี้ยอ่อนแตง การป้องกันกำจัดใช้มาลาไธออน หรือวาดรอน อัตรา 20-30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ผสมสารจับใบ ฉีดพ่น

3.6 เต่าแตง การป้องกันกำจัด ใช้เซฟวิน 85 อัตรา 20-30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ผสมสารจับใบ

3.7 มวนแตง การป้องกันกำจัด ใช้มาลาไธออน นูวาดรอน อโซดริน อัตรา 20-30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่น

เชื้อรา *Phytophthora* spp.

1. ลักษณะทั่วไป

เชื้อรา *Phytophthora spp.* จัดเป็นราน้ำอยู่ใน Class Oomycetes, Order Peronosporales Family Pythiaceae เชื้อราในตระกูลนี้ที่เป็นเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญมี 2 genus คือ *Phytophthora* และ *Pythium* ลักษณะโดยทั่วไปของเชื้อรา *Phytophthora* คือ เส้นใยไม่มีสี ไม่มีผนังกั้น (coenocytic hypha) มีการแตกกิ่งก้านเป็นมุมฉาก และมักมีส่วนคอด (constriction) ตรงบริเวณที่แตกแขนง เส้นใยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 6 ไมครอน (วิจัย, 2526) การสืบพันธุ์มีทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนั้น เชื้อราจะสร้าง sporangium ส่วนใหญ่มีรูปร่างแบบ pear shape เกิดบนก้าน sporangiophore บนพืชที่เป็นโรคอาจพบ sporangiophore ยื่นออกมาทางปากใบ การเกิด sporangium เป็นไปในลักษณะ proliferation การงอกของ sporangia นั้นอาจเกิดได้ทั้งแบบ indirect germination โดยการผลิต zoospore ภายใน sporangium แล้วปล่อยออกมาทางรูเปิด ที่เกิดจากการสลายตัวของ papilla (อยู่บริเวณปลาย sporangium) zoospore จะมีนิวเคลียส 1 อัน และที่ด้านข้างมี flagellum ติดอยู่ 2 เส้น เมื่อถูกปล่อยออกมาแล้วจะว่ายอยู่ในน้ำ แล้ว encyst ในพืชอาศัย ซึ่งส่วนของ zoosproe นี้เองที่เป็นส่วนสำคัญในการเข้าทำลายพืชอาศัยของเชื้อรา และแบบ direct germination โดยการที่ sporangia จะงอก germ tube ออกมาโดยตรงไม่สร้าง zoospore ซึ่งความสามารถในการเข้าทำลายพืชอาศัยของเชื้อราแบบ direct germination จะน้อยกว่าแบบ indirect germination (Riberiro, 1983) สำหรับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อเชื้อราอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม โดยเส้นใยจะสร้าง oogonium และ antheridium มาผสมกันเกิดเป็น oospore ที่สามารถอยู่ข้ามฤดูได้ และเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม oospore ก็จะงอกเป็นเส้นใย แล้วเข้าทำลายพืชโดยตรง หรืออาจจะให้กำเนิด zoospore เพื่อเข้าทำลายพืชก็ได้ (Elliot, 1983)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความสำคัญ

เชื้อรา *Phytophthora spp.* เป็นเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงแก่พืชปลูกหลายชนิด โดยก่อให้เกิดโรคโคนเน่า รากเน่า และลำต้นเน่า เป็นต้น ในปัจจุบันจัดได้ว่าเชื้อรา *Phytophthora* เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชที่พบกระจายไปทั่วโลก (Linde, 1997) ซึ่งรายงานการพบเชื้อรา *Phytohthora* เริ่มมาตั้งแต่ปี 1876 โดย Anton de Bary รายงานว่า โรคใบไหม้มันฝรั่งเกิดจากเชื้อ *Phytophthora infestans* นับจากนั้นก็มีผู้รายงานเรื่อยมาถึงการพบเชื้อ *Phytophthora* ตัวอื่นๆ ที่เข้าทำลายพืชอาศัยมากมายหลายชนิด เช่น *P. parasitica* ก่อให้เกิดโรคเน่าในพืชตระกูลแตง ยาสูบ (Suzui, 1976; Carlson, 1997) *P. palmivora* และ *P. nicotinae* ก่อให้เกิดโรคเน่าดำในกล้วยไม้ (Suzui *et al.*, 1976) *P. palmivora* ก่อให้เกิดโรคเน่าดำในโกโก้ (Iwaro *et al.*, 1997 และ ยุพิน, 2534) *P. palmivora* ก่อให้เกิดโรคโคนเน่าในทุเรียน (รติยา, 2535) *P. sojae* ก่อให้เกิดโรครากเน่าในถั่วเหลือง (Abney *et al.*, 1997) *P. capsici* ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในพริกไทย (Tsao *et al.*, 1986) โดยส่วนของเชื้อรา *Phytophthora* ที่มีบทบาทสำคัญในการเข้าทำลายพืชปลูกคือ zoospore ซึ่ง zoospore ที่ถูกปลดปล่อยออกมานี้จะมีหางสองหาง สามารถเคลื่อนที่ในน้ำได้อย่างอิสระ (Stanghellini *et al.*, 1996a) จึงสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในดินที่ชื้นแฉะ หรือดินที่มีสภาพการอุ้มน้ำสูง โดยเฉพาะในระบบการเพาะปลูกที่มีการให้น้ำแบบน้ำท่วมพื้นที่ผิวแปลง ยิ่งจะเป็นปัจจัยในการเร่งการแพร่กระจายส่วนของ zoospore ได้อย่างรวดเร็ว (Café–Filho and Duniway, 1996) หรือในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินก็จัดว่าเป็นระบบการปลูกพืชชนิดหนึ่งที่สามารถเร่งการแพร่กระจายของ zoospore ด้วยเช่นกัน (Stanghellini *et al.*, 1996b)

การใช้สารละลายซิลิคอนป้องกันและกำจัดโรคพืชในต่างประเทศ

Cherif *et al.* (1994) รายงานถึงการทดสอบประสิทธิภาพของ potassium silicate ต่อแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ (พันธุ์ Corona และ Marillo) ที่ปลูกในระบบ Hydroponics พบว่า ต้นแตงกวาที่ถูกเข้าทำลายโดยเชื้อ *Pythium ultimum* (เชื้อราสาเหตุโรคโคนเน่ารากเน่าของต้นแตงกวายุโรป) เมื่อได้รับสารละลายซิลิคอน 100 และ 200 ppm แล้วจะสามารถลดปริมาณการเสียหายของระบบรากและการสูญเสียผลผลิต โดยจะมีน้ำหนักรากสดและแห้ง รวมทั้งจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามในต้นแตงกวาปกติที่ได้รับสารละลายซิลิคอนเพิ่มขึ้นนั้นจะมีน้ำหนักรากสด รากแห้ง และจำนวนผลผลิต ไม่แตกต่างไปจากต้นแตงกวาปกติ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวนั้นเป็นไปในทางเดียวกันในแตงกวาทั้ง 2 พันธุ์

Miyake and Takahashi (1983a) ได้ทดลองผสมสารละลายซิลิคอนลงในสารละลายธาตุอาหารเพิ่มให้แก่ต้นแตงกวายุโรป (*Cucumis sativa* L.) ที่ปลูกด้วยระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระยะแรกการเจริญเติบโตของต้นแตงกวาที่ได้รับและไม่ได้รับสารละลายซิลิคอนเป็นไปตามปกติ จนกระทั่งต้นแตงกวาเริ่มมีใบจริงคู่ที่ 8-9 ต้นแตงกวาที่ไม่ได้รับสารละลายซิลิคอนเริ่มมีอาการผิดปกติของใบ คือ ใบมีลักษณะงองุ้ม หงิก และเจริญเติบโตช้าลง นอกจากนี้ความสมบูรณ์ของละอองเกสรของต้นแตงกวาดังกล่าวจะมีลักษณะด้อยกว่าต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังสามารถตรวจพบการเข้าระบาดของโรค powdery mildew ในต้นแตงกวาที่ไม่ได้รับสารละลายซิลิคอน แต่ต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอน 50 ppm ได้รับการเข้าทำลายเป็นบางต้น และพบการเข้าทำลายน้อยมากในต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอน 100 ppm นอกจากนี้ Miyake and Takahashi (1983b) ทำการทดลองเพิ่มซิลิคอนให้แก่ต้นแตงกวาที่ปลูกในดิน โดยให้ในรูปของปุ๋ย ต่างๆ ซึ่งผลการทดลองที่ได้รับสอดคล้องกับงานทดลองข้างต้น กล่าวคือ ต้นแตงกวาที่ได้รับปุ๋ยซิลิคอนมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น และซิลิคอนสามารถช่วยลดความเสียหายจากโรคเหี่ยวได้ แต่การใส่ปุ๋ยซิลิคอนในดินนั้นจะมีผลให้ดินบริเวณดังกล่าวมีค่าความเป็นด่างสูงขึ้น

การนำสารละลายซิลิคอนมาใช้เพื่อควบคุมโรค powdery mildew นั้น พบรายงานของ Menzies *et al.* (1990) ได้ทดลองนำสารละลายซิลิคอนมาควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อรา *Sphaerotheca fuliginea* (เชื้อราสาเหตุโรค powdery mildew) แก่ต้นแตงกวายุโรป (*Cucumis sativa* L.) ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ให้สารละลายซิลิคอนแก่ต้นแตงกวาโดยผสมในสารละลายธาตุอาหารพืชแล้วให้ผ่านราก และมีการปลูก conidia ของเชื้อราดังกล่าวลงบนบริเวณส่วนใบของต้นแตงกวา พบว่า ต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้น 0.95 – 2.3 mM มีจำนวน colony ปกคลุมใบ, ขนาด colony และพื้นที่การปกคลุมใบของเชื้อราน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารละลายซิลิคอน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเมื่อนำ conidia ไปทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก ปรากฏว่า conidial จากใบแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนช่วงความเข้มข้นดังกล่าว มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยกว่า control อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนเข้มข้น 2.3 mM จะมีขนาดใบเล็กลงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้พบว่าเชื้อดังกล่าวจะมีจำนวน colony ของเชื้อต่อใบ พื้นที่ colony ต่อใบ และการงอกของ colony ลดลง เมื่อได้รับการ treat ด้วยสารละลายซิลิคอนความเข้มข้น 0.05 – 4.10 mM (Menzies *et al.*, 1991) และได้มีการนำ potassium silicate มาใช้กับต้นแตงกวา (*Cucumis sativa* L.) muskmelon (*C. melo* L.) และ Zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.) เพื่อควบคุมเชื้อรา *Sphaerotheca fulginea* : แตงกวา และ muskmelon และ *Erysiphe cichoracearum* : zucchini squash เชื้อราสาเหตุโรค powdery mildew โดยให้สารละลายซิลิคอนเข้มข้น 1.7 mM ผ่านทางรากพืช หรือ พ่นสารละลายซิลิคอนเข้มข้น 1.7, 8.5, 17 และ 34 mM บนใบพืช เปรียบเทียบกับการได้รับสารละลายธาตุอาหาร และการพ่นน้ำเปล่า พบว่า การให้สารละลายซิลิคอนผ่านทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รากพืชจะมีจำนวน colony ของเชื้อบนใบพืชน้อยกว่าการฉีดพ่น และจำนวน colony จะลดลงเมื่อทำการพ่นด้วยสารละลายซิลิคอนความเข้มข้น 17 และ 34 mM และการพ่นสารละลายซิลิคอนที่ความเข้มข้นดังกล่าวเป็นเวลา 7 วัน ก่อนปลูกเชื้อ ก็มีผลให้จำนวน colony ลดลงได้เช่นกัน แต่เมื่อนำสารละลาย potassium silicate มาใช้ควบคุมเชื้อรา *Uncinula necator* เชื้อสาเหตุโรค powdery mildew ในองุ่น (*Vitis vinifera* L.) กลับพบว่าการให้สารละลายซิลิคอนเข้มข้น 1.7 mM ทางราก ไม่มีผลยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อราดังกล่าวแก่ต้นองุ่น แต่สารละลายซิลิคอนจะมีผลควบคุมเชื้อราดังกล่าวก็ต่อเมื่อใช้วิธีการพ่นให้ทางใบ จึงจะสามารถลดจำนวน colony ของเชื้อบริเวณใบองุ่นได้ และเมื่อทำการศึกษาผ่าน scaning electron micrograph จะพบสารละลายซิลิคอนกระจายอยู่ทั่วไปบริเวณเซลผิวใบพืช และเกาะอยู่บริเวณ appressorium ของเชื้อราดังกล่าวด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยของเชื้อราไม่สามารถเจริญผ่านเซลพืชที่มีซิลิคอนจับตัวอยู่ (Bowen *et al.*, 1992)

จากการศึกษาบทบาทของซิลิคอนพบว่าซิลิคอนสามารถควบคุมการเกิดโรค และเพิ่มผลผลิตให้แก่พืชปลูกได้ จึงมีการตั้งสมมติฐานในด้านกลไกการทำงานของซิลิคอนออกเป็น 2 ข้อใหญ่ๆ คือ ซิลิคอนเข้าไปสะสมที่ผนังเซลพืช (cell wall) ซึ่งน่าจะสามารถกีดขวางการเจริญของเชื้อรา และการแทงผ่านของเชื้อราสู่เซลพืชได้ (Carver *et al.*, 1987) แต่จากรายงานของ Cherif and Belanger (1992) พบว่า สามารถแยกเชื้อรา *Pythium ultimum* ได้จากต้นแตงกวาขุโรปที่ได้รับสารละลายซิลิคอน แต่ต้นแตงกวาดังกล่าวไม่แสดงอาการเกิดโรคและสามารถเจริญเติบโต ให้ผลผลิตได้ตามปกติ และซิลิคอนจะควบคุมชักนำให้พืชสร้างกลไกป้องกันตัวเอง เพื่อตอบสนองการเข้าทำลายของเชื้อรา ซึ่งการตอบสนองนี้เป็นผลให้เกิดการกระตุ้นกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ ให้มีปฏิกริยาเร็วขึ้น แสดงให้เห็นว่าซิลิคอนนี้เป็น fungistasis ที่ต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดโดดพืชในแง่ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (Cherif *et al.*, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการ

สถานที่ทำการทดลอง : คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ระยะเวลาการทดลอง : กุมภาพันธ์ - สิงหาคม 2541

การดำเนินการทดลองปัญหาพิเศษเรื่อง บทบาทของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro* และต่อแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

ส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro*

ส่วนที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อความอยู่รอดของเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* ต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการให้ผลผลิตของแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur ในสภาพ *in vitro*

โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* Dastur

   1.1 บนอาหาร potato dextrose agar (PDA)

   1.2 ในอาหาร potato dextrose broth (PDB)

2. การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* Dastur

   2.1 ศึกษาปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อรา P. parasitica ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ

   2.2 ศึกษาปริมาณ sporangium ที่สร้างโดย mycelial mat ของเชื้อรา P. parasitica (อายุ 6 และ 12 วัน) ซึ่งแช่ในสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยมีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนเป็นสิ่งทดลอง ในการทดลองครั้งนี้จะมีจำนวนสิ่งทดลองและจำนวนซ้ำแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของการทดลองย่อย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* Dastur

   1.1 บนอาหาร PDA

อุปกรณ์

ก. เชื้อรา *P. parasitica*

ข. อาหาร PDA ปริมาตร 18 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ในขวดแก้วขนาด 60 มิลลิลิตร

ค. สารละลายซิลิคอน (sodium silicate solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~ 27 %

ง. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น Petri dish, flask, cylinder ฯลฯ

จ. อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค

ฉ. ตู้เขี่ยเชื้อ

ช. cork borer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช. น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

ทำการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 6 ซ้ำ 5 สิ่งทดลอง คืออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 1,000, 1,500, 2,000 และ 2,500 ppm

วิธีการทดลอง

- เตรียมสารละลายซิลิคอนให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0, 1,000, 1,500, 2,000 และ 2,500 ppm โดยแต่ละความเข้มข้นมีปริมาตรเท่ากับ 12 มิลลิลิตร และใส่ในจานทดสอบ จานทดสอบละ 2 มิลลิลิตร จากนั้นนำอาหาร PDA จากแต่ละขวดแก้วที่เตรียมไว้ เทลงในจานทดสอบดังกล่าว พร้อมทั้งหมุนจานทดสอบช้าๆ เพื่อให้อาหารและสารละลายซิลิคอนผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ทิ้งไว้จนกระทั่งอาหารแข็ง
- ย้ายชิ้นวุ้นเชื้อรา *P. parasitica* อายุ 7 วัน (ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร) วางตรงกลางจานอาหารทดสอบ
- นำจานอาหารทดสอบไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การบันทึกผลการทดลอง

วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *P. parasitica* เมื่อเวลาผ่านไป 5 และ 10 วัน

1.2 ในอาหาร PDB

อุปกรณ์

ก. เชื้อรา *P. parasitica*

ข. อาหาร PDB ปริมาตร 48 มิลลิลิตร บรรจุใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

ค. สารละลายซิลิคอน (sodium silicate solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~ 27 %

ง. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น Petri dish, flask, cylinder ฯลฯ

จ. อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค

ฉ. ตู้เขี่ยเชื้อ

ช. cork borer

ซ. น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 10 ซ้ำ 7 สิ่งทดลอง คือ อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 7 ระดับ คือ 0, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500 และ 3,000 ppm (เพื่อให้ผลการทดลองออกมาชัดเจนแน่นอนยิ่งขึ้น ในการทดลองนี้จึงได้ทำการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนขึ้น 2 ระดับความเข้มข้น คือ 500 และ 3,000 ppm)

วิธีการทดลอง

- เตรียมสารละลายซิลิคอนให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ0, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500 และ 3,000 ppm โดยแต่ละความเข้มข้นเตรียมเท่ากับ 20 มิลลิลิตร และใส่ลงใน flask flask ละ 2 มิลลิลิตร
- นำชิ้นวุ้นเชื้อรา *P. parasitica* อายุ 7 วัน (ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร) ใส่ลงใน flask ทดสอบ
- นำ flask ทดสอบไปเข้าเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 10 วัน
- นำเส้นใยเชื้อราที่เลี้ยงใน flask ทดสอบดังกล่าว ไปกรอง แล้วทำการชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเชื้อแห้งสนิทจึงนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง

การบันทึกผลการทดลอง

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเชื้อราดังกล่าว

2. การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur

2.1 ศึกษาปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อรา P. parasitica Dastur ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ

อุปกรณ์

ก. จานอาหารทดสอบจากการทดลองที่ 1.1

ข. กล้องจุลทรรศน์

ค. น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

ง. cork borer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
93000

จ. ตู้เขี่ยเชื้อ

ฉ. อุปกรณ์ในการเขี่ยเชื้อ ได้แก่ ตะเกียง เข็มเขี่ยเชื้อ และไฟแช็ค

แผนการทดลอง

ทำการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 สิ่งทดลอง คือ อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 1,000, 1,500, 2,000, และ 2,500 ppm

วิธีการ

- ทำการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.1 โดยนำชิ้นวุ้นเชื้อรา *P. parasitica* ที่ได้จากจานอาหารทดสอบทุกความเข้มข้น จานละ 2 ชิ้นวุ้น (ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร)
- ใส่ชิ้นวุ้นดังกล่าวใน Petri dish ที่บรรจุน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้ออยู่ 15 มิลลิลิตร (Petri dish ละ 2 ชิ้นวุ้น) เพื่อกระตุ้นการสร้าง sporangium
- นำ Petri dish ดังกล่าวไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง
- ตรวจนับปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า โดยสังเกตบริเวณรอบๆ ชิ้นวุ้น กำหนดให้การมองเห็น 1 จุดของกล้องจุลทรรศน์เป็น 1 field สุ่มทำ 5 fields จากนั้นนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทนของแต่ละซ้ำ

การบันทึกผล

ปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* ทุก 4 ชั่วโมง (กำหนดเวลานี้ได้มาจากผลการทดลองเบื้องต้น) และเมื่อพบการสร้างsporangium ในสิ่งทดลองควบคุม (0 ppm) แล้ว ทำการตรวจนับต่อไปทุก 4 ชั่วโมง อีก 5 ครั้ง

2.2 ศึกษาปริมาณ sporangium ที่สร้างโดย mycelial mat ของเชื้อรา P. parasitica (อายุ 6 และ 12 วัน) ซึ่งแช่ในสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ

อุปกรณ์

ก. เชื้อรา *P. parasitica*

ข. อาหาร oat meal agar (OA) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร บรรจุในขวดแก้วขนาด 60 มิลลิลิตร

ค. สารละลายซิลิคอน (sodium silicate solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~ 27 %

ง. เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น Petri dish, flask, cylinder ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค

ฉ. ตู้เขี่ยเชื้อ

ช. cork borer

ซ. น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

ทำการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ 7 สิ่งทดลอง คือ สารละลายซิลิคอนความเข้มข้นแตกต่างกัน 7 ระดับ คือ 0, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500 และ 3,000 ppm (เพื่อให้ผลการทดลองออกมาชัดเจนแน่นอนยิ่งขึ้น ในการทดลองนี้จึงได้ทำการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนขึ้น 2 ความเข้มข้น คือ 500 และ 3,000 ppm)

วิธีการ

- เลี้ยงเชื้อรา *P. parasitica* ลงบนอาหาร OA
- เตรียมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้น 0, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500 และ 3,000 ppm ใส่ใน Petri dish (Petri dish ละ 15 มิลลิลิตร) ทำ 3 ซ้ำ
- ลอกแผ่นเส้นใย (mycelial mat) ของเชื้อราดังกล่าว (เส้นใยอายุ 6 และ 12 วัน) มาแช่ในสารละลายซิลิคอนที่เตรียมไว้
- ตรวจนับปริมาณการสร้าง sporangium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า กำหนดให้การมองเห็น 1 จุดของกล้องจุลทรรศน์ เป็น 1 field ใน 1 แผ่นเส้นใย (mycelial mat) จะทำการสุ่มสังเกตรวม 10 fields จากนั้นนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทนของแต่ละซ้ำ

การบันทึกผล

ปริมาณการสร้าง sporangium ที่สร้างโดย mycelial mat ของเชื้อรา *P. parasitica* ทุก 12 ชั่วโมง (กำหนดเวลานี้ได้มาจากการทดลองเบื้องต้น) และเมื่อพบการสร้าง sporangium ในสิ่งทดลองควบคุม (0 ppm) แล้ว ทำการตรวจนับต่อไปทุก 12 ชั่วโมง อีก 4 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur

1.1 บนอาหาร PDA

ผลการศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา *P. parasitica* บนอาหาร PDA พบว่า สารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตทางเส้นใยของเชื้อรา โดยในระยะ 5 วันแรก สารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 2,500 ppm จะยับยั้งการเจริญเติบโตของโคโลนีได้ดีที่สุด และความแตกต่างของการเจริญเติบโตของเส้นใยในทุกระดับความเข้มข้น มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (4.00, 2.27, 1.80, 1.22 และ 0.90 เซนติเมตร เรียงตามลำดับความเข้มข้น) ซึ่งเมื่อเชื้ออายุได้ 10 วัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา ที่ได้รับสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้น 1,000 กับ 1,500 ppm และ 2,000 กับ 2,500 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (7.00, 5.50, 5.42, 5.08 และ 5.08 เซนติเมตร เรียงตามลำดับสิ่งทดลอง) แต่เมื่อพิจารณาลักษณะเส้นใยบริเวณผิวหน้าอาหารจะพบว่า ปริมาณเส้นใยที่เจริญขึ้นมาปกคลุมผิวหน้าอาหารลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของซิลิคอนในอาหารสูงขึ้น (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

1.2 ในอาหาร PDB

จากการศึกษาพบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่เจริญในอาหาร PDB โดยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของทุกกรรมวิธีทดลอง จะน้อยกว่าน้ำหนักของเส้นใยในสิ่งทดลองควบคุม (0 ppm) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 3,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด และความสามารถในการยับยั้งจะลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นที่ใช้ลดลง ซึ่งผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกับผลการทดลองที่ 1.1 ซึ่งเส้นใยของเชื้อดังกล่าวจะมีน้ำหนักสด เท่ากับ 1.2536, 1.0876, 0.9138, 0.8681, 0.6050, 0.3962 และ 0.1645 กรัม เรียงตามลำดับความเข้มข้น และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.2008, 0.1288, 0.1085, 0.1076, 0.0905, 0.8557 และ 0.0497 เรียงตามลำดับ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

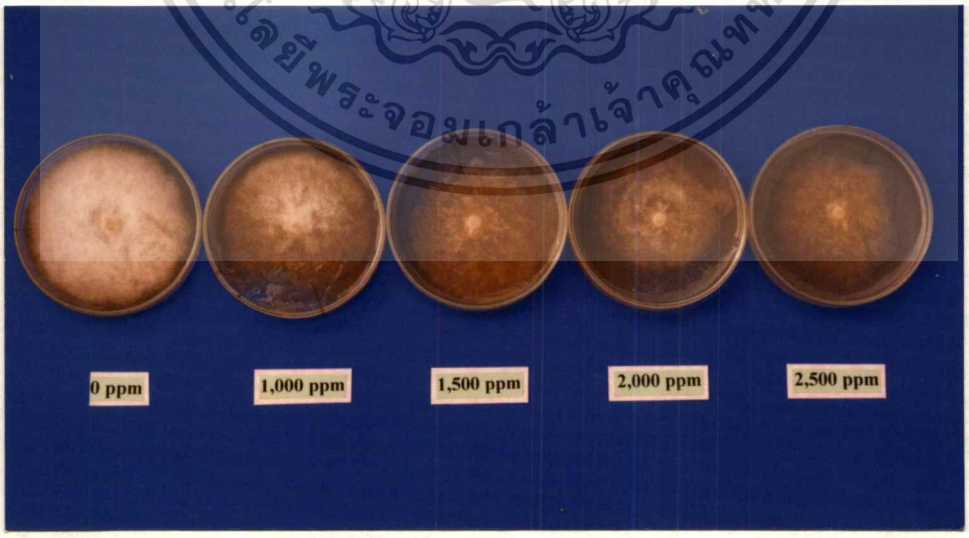
17299

ตารางที่ 1 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

สารละลายซิลิคอน (ppm)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. parasitica* (ซม.) ที่อายุต่างๆ กัน 1/		หมายเหตุ
	5 วัน	10 วัน	
0	4.00 a	7.00 a 2/	เส้นใยปกคลุมผิวหน้าอาหารหนาแน่น
1,000	2.27 b	5.50 b	เส้นใยปกคลุมผิวหน้าอาหารปานกลาง
1,500	1.80 c	5.42 b	เส้นใยปกคลุมผิวหน้าอาหารน้อย
2,000	1.22 d	5.08 c	เส้นใยปกคลุมผิวหน้าอาหารน้อยมาก
2,500	0.90 e	5.08c	เส้นใยเจริญลึกลงในอาหาร

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ

2/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 1 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ (อายุ 10 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

สารละลายซิลิคอน (ppm)	น้ำหนักของเส้นใยเชื้อ *P. parasitica* (กรัม) 1/	
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
0	1.2536 a	0.2008 a 2/
500	1.0876 b	0.1288 b
1,000	0.9138 bc	0.1085 c
1,500	0.8681 c	0.1076 c
2,000	0.6050 d	0.0905 cd
2,500	0.3962 e	0.0857 d
3,000	0.1645 f	0.0497 e

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ

2/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 2 เชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ (อายุ 10 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur

2.1 ศึกษาปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อรา P. parasitica ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ

ผลการศึกษาพบว่า สารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีผลยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* โดยปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อราที่ได้รับสารละลายซิลิคอน จะน้อยกว่าเชื้อราในสิ่งทดลองควบคุม (0 ppm) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และที่ระดับความเข้มข้น 2,500 ppm จะส่งผลให้เชื้อราสร้าง sporangium น้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างจาก 2,000 ppm และจำนวน sporangium จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นลดน้อยลง ถ้าพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการสร้าง sporangium จะพบว่า เชื้อราที่ได้รับสารละลายซิลิคอนจะมีจำนวน sporangium เพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น ทำให้ช่วงห่างของปริมาณ sporangium ในแต่ละสิ่งทดลองแคบลง แต่ปริมาณ sporangium ของเชื้อราที่ได้รับสารละลายซิลิคอน ก็ยังคงน้อยกว่าจำนวน sporangium ของเชื้อราในสิ่งทดลองควบคุม

นอกจากนี้จากการสังเกตยังพบว่าการสร้าง sporangium ของเชื้อราในสิ่งทดลองควบคุมนั้นจะสร้าง sporangium บริเวณขอบชิ้นวุ้น แต่การสร้าง sporangium ของเชื้อราที่ได้รับสารละลายซิลิคอนจะสร้างบริเวณส่วนปลายของเส้นใยที่ได้งอกออกออกมาในภายหลัง ซึ่งเป็นผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้าง sporangium เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

2.2 ศึกษาปริมาณ sporangium ที่สร้างโดย mycelial mat ของเชื้อรา P. parasitica (อายุ 6 และ 12 วัน) ซึ่งแช่ในสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ

จากการศึกษาพบว่า สารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีผลยับยั้งการสร้าง sporangium ของ mycelial mat เชื้อรา *P. parasitica* เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ (0 ppm) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มว่าจำนวน sporangium จะลดน้อยลงเมื่อระยะเวลาที่แช่ mycelial mat ในสารละลายซิลิคอนนานมากขึ้น ในขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบจะมีจำนวน sporangium เพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น และเมื่อพิจารณาในด้านอายุของเส้นใย พบว่า เส้นใยอายุ 12 วัน จะถูกยับยั้งการสร้าง sporangium ได้มากกว่าเส้นใยอายุ 6 วัน โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนเดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกัน จำนวน sporangium ของเส้นใยอายุ 6 วัน จะมากกว่า เส้นใยอายุ 12 วัน อย่างไรก็ตามการลดลงของปริมาณ sporangium ของเส้นใยก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ จำนวน sporangium จะลดน้อยลง เมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนสูงเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 จำนวน sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

สารละลายซิลิคอน (ppm)	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* 1/				
	24 ชั่วโมง	28 ชั่วโมง	32 ชั่วโมง	36 ชั่วโมง	40 ชั่วโมง
0	13.60 a	13.00 a	13.13 a	14.53 a	14.83 a 2/
1,000	2.18 b	8.72 b	6.20 b	6.73 b	8.40 b
1,500	1.40 c	2.88 c	4.20 bc	6.83 b	7.43 b
2,000	0.70 d	2.40 c	3.55 c	4.00 c	5.40 c
2,500	0.60 d	2.07 c	3.18 c	3.23 c	5.25 c

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

2/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

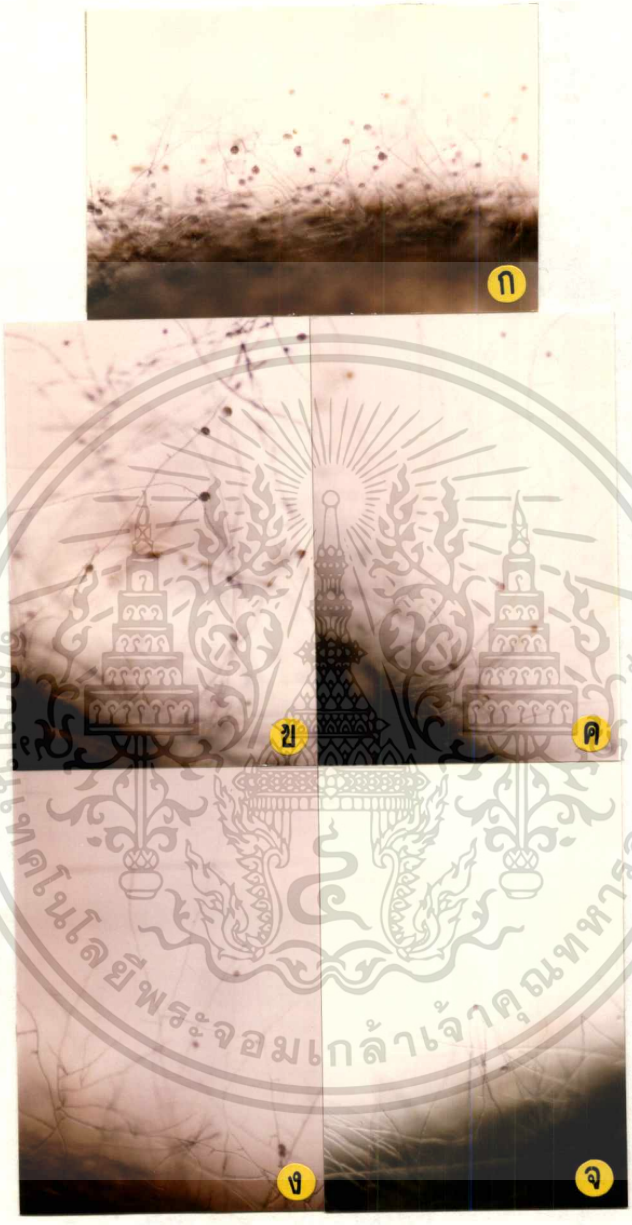
ตารางที่ 4 จำนวน sporangium ที่สร้างโดย mycelial mat ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* (อายุ 6 และ 12 วัน) ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

สารละลายซิลิคอน (ppm)	จำนวน sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *P. parasitica* อายุต่าง ๆ 1/							
	60 ชั่วโมง		72 ชั่วโมง		84 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง	
	6 วัน	12 วัน	6 วัน	12 วัน	6 วัน	12 วัน	6 วัน	12 วัน
0	25.03 a	21.23a	39.67a	43.37a	71.73a	66.70a	76.37a	76.23a 2/
500	16.27a	13.10b	11.03b	10.30b	8.07 b	7.87 b	7.03 b	4.50 b
1,000	2.83b	1.53c	2.70c	1.63c	2.20c	1.40 c	1.67 c	0.17 c
1,500	1.70c	0.33cd	1.63c	0.33d	1.70 c	0 d	1.50 c	0 c
2,000	0.43d	0.27d	0.37d	0.23d	0.23 d	0 d	0 d	0 c
2,500	0.33d	0 d	0.40d	0 d	0 d	0 d	0 d	0 c
3,000	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d	0 c

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

2/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

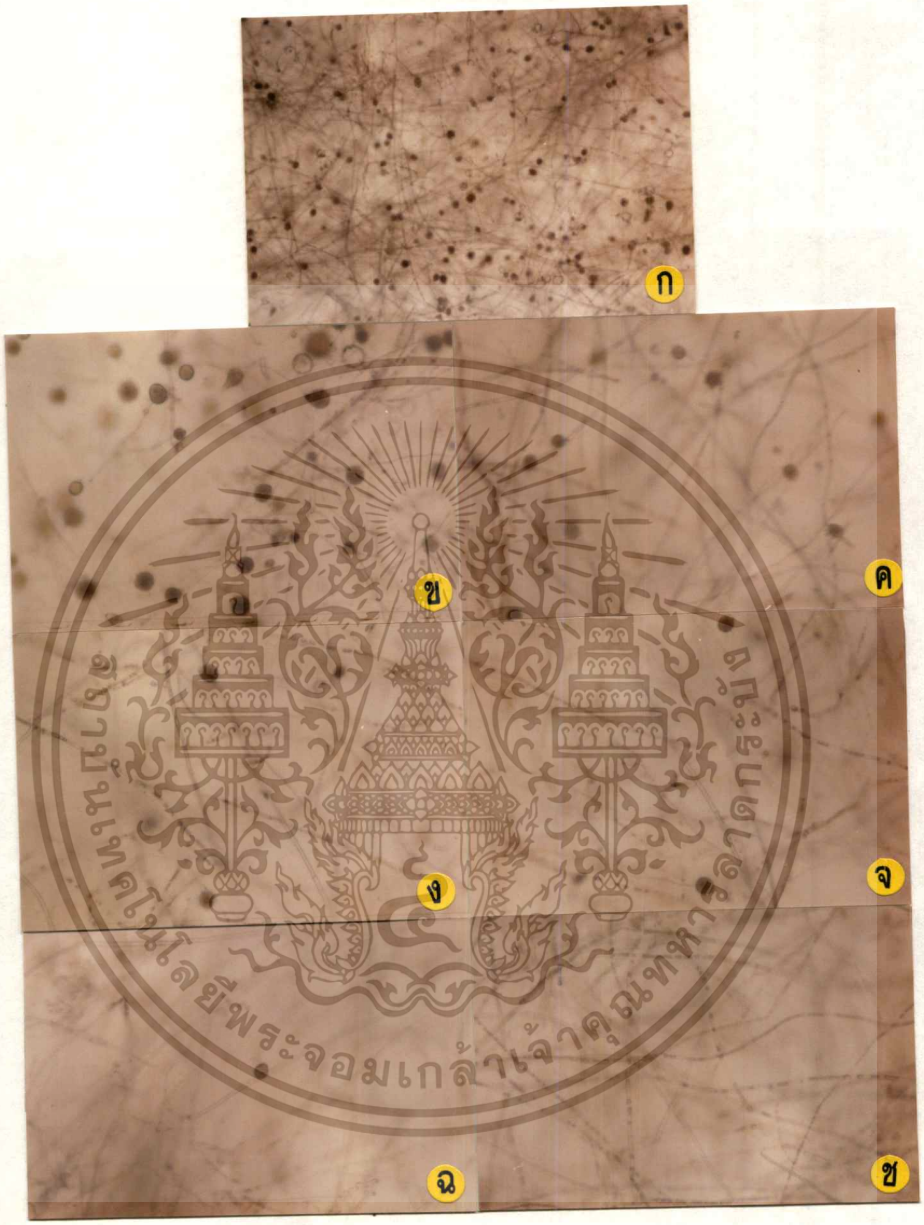
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (กำลังขยาย 100 เท่า)

ก. 0 ppm ข. 1,000 ppm ค. 1,500 ppm ง. 2,000 ppm จ. 2,500 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 sporangium ของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ความเข้มข้นต่าง ๆ (กำลังขยาย 100 เท่า)

ก. 0 ppm ข. 500 ppm ค. 1,000 ppm ง. 1,500 ppm

จ. 2,000 ppm ฉ. 2,500 ppm ช. 3,000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ (0, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500 และ 3,000 ppm) ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* พบว่า สารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญทางเติบโตทางเส้นใยของเชื้อราทั้งบนอาหาร PDA และ ในอาหาร PDB โดยความสามารถในการยับยั้งจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นสูงขึ้น แต่ที่ระดับความเข้มข้น 3,000 ppm ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นสูงสุดที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น ก็ยังพบว่าเชื้อรายังสามารถเจริญเติบโตได้บ้าง ซึ่ง ฉนิมนันต์ (2541) รายงานว่า เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (รานำในกลุ่มเดียวกับเชื้อ *P. parasitica*) จะไม่สามารถเจริญเติบโตทางเส้นใยได้เลยในสารละลายความเข้มข้นดังกล่าว

ส่วนอิทธิพลสารละลายซิลิคอนต่อการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* นั้นพบว่า สารละลายซิลิคอนทุกความเข้มข้นมีผลยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อราดังกล่าวได้ ซึ่งปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ นั้น ในระยะแรกปริมาณการสร้าง sporangium ของเชื้อราที่ได้รับสารละลายซิลิคอนจะมีน้อย แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานมากยิ่งขึ้น ปริมาณ sporangium จะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า sporangium ที่สร้างขึ้นมาภายหลังนั้นเป็น sporangium ที่เกิดจากเส้นใยชุดใหม่ที่ได้มาเจริญเติบโตในน้ำ (เนื่องจากเชื้อ *P. parasitica* เป็นรานำ้ จึงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในน้ำ) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ sporangium ที่สร้างโดย mycelial mat ของเชื้อรา *P. parasitica* ที่แช่ในสารละลายซิลิคอน จะพบว่าจำนวน sporangium ของเชื้อราจะลดลงเมื่อระยะเวลาการแช่ในสารละลายซิลิคอนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถ้าหากมีการใช้สารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า 500 ppm ก็น่าที่จะควบคุมปริมาณการสร้าง sporangium ได้เช่นกัน แต่อาจจะต้องใช้ระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งถ้าเมื่อมีการนำสารละลายดังกล่าวไปใช้ในสภาพความเป็นจริงแล้วสามารถกำหนดความเข้มข้นของสารละลายที่จะนำไปใช้ให้ต่ำกว่าการทดลองนี้ได้ เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ยังเป็นระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไปเมื่อนำไปใช้ในทางปฏิบัติจริง

สรุปผลการทดลอง

ในสภาพ *in vitro* สรุปได้ว่า สารละลายซิลิคอนทุกความเข้มข้นมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้งทางด้านการเจริญเติบโตทางเส้นใย และการสร้าง sporangium โดยแตกต่างจากสิ่งทดลองควบคุม (100 ppm) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. parasitica* ของสารละลายซิลิคอนจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อความอยู่รอดของเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* และต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการให้ผลผลิตของแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เนื่องจากการทดลองส่วนที่ 2 นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติกับแตงกวายุโรปเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีการปลูกเชื้อสาเหตุโรคพืชลงไปในระบบปลูกพืชนี้โดยเด็ดขาด เพื่อรักษาให้ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้เป็นระบบที่สะอาดและปลอดโรคมากที่สุด สำหรับระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ได้ประมวลมาจากผลการทดลองส่วนที่ 1 ร่วมกับรายงานของ Belanger (1995) เพื่อให้มีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติมากที่สุด ซึ่งรายละเอียดของการทดลองมีดังต่อไปนี้

อุปกรณ์

ก. ก้อนปลูกกล้าพืช rockwool ขนาด 7.5 x 7.5 x 7.5 เซนติเมตร

ข. วัสดุปลูก rockwool ขนาด 15 x 100 x 7.5 เซนติเมตร

ค. ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ recirculating system จำนวน 3 units

ง. สารละลายธาตุอาหารพืช สูตรดัดแปลงจากเบลเยี่ยม(องค์ประกอบและการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2)

จ. เมล็ดพันธุ์แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica และ Ventura

ฉ. สารละลายซิลิคอน (sodium silicate solution; $Na_2Si_3O_7$; a.i. ~27%)

ช. เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลาย (EC-meter)

ซ. เครื่องวัดสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (pH-meter)

ฌ. Hand Refractometer

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3X2 factorial in RCB กรรมวิธีละ 18 ซ้ำ โดยทำการศึกษา 2 ปัจจัย (factor) ดังนี้

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ ได้แก่

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ได้แก่

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

วิธีการ

1. ขั้นตอนการปลูกแตงกวาในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1.1 การเตรียมระบบ

ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในการทดลองนี้มีด้วยกันทั้งหมด 3 units (unit ละ 2 รางปลูก) โดยแต่ละ unit จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ รางปลูกพืช และระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารพืช โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดพอสังเขปดังต่อไปนี้

- รางปลูกพืช เป็นรางไม้มีขาตั้ง ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 10.5 เมตร ขอบรางสูง 4 เซนติเมตร และมีพลาสติกดำคลุมบนรางปลูก โดยรางปลูกจะปรับความลาดเอียงให้พอเหมาะแก่การไหลกลับของสารละลายธาตุอาหารพืชสู่ถังผสมสารละลาย (สารละลายไม่ไหลกลับเร็วเกินไป และไม่ขังอยู่บนราง)
- ระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารพืช ระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารพืชในแต่ละ unit จะเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งในแต่ละ unit จะใช้ถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร เป็นถังผสมสารละลาย (ถังฝังอยู่ในดิน) โดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชแก่ต้นแตงกวาด้วยระบบการให้น้ำแบบหยด และควบคุมเวลาในการจ่ายสารละลายสู่ต้นพืช ด้วยเครื่องตั้งเวลา (Timer) ร่วมกับ ตัวควบคุมจังหวะเวลา (interrupter)

ทำการฆ่าเชื้อระบบด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้น้ำสะอาดล้างกรด โดย flow น้ำเป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน จากนั้นวางวัสดุปลูก (rockwool) ลงในรางปลูกพืช รางละ 18 ท่อน (slab)

1.2 การเพาะกล้า

เพาะเมล็ดแตงกวายุโรปทั้ง 2 พันธุ์ ในก้อนวัสดุปลูก rockwool โดยวางเมล็ดหันทางด้านปลายลงข้างล่าง รดน้ำให้ชุ่มแต่ระวังอย่าให้แฉะ เมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน เริ่มรดด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชความเข้มข้น 2.0 mS/cm. ระดับ pH ประมาณ 5.6-6.0 เมื่อต้นกล้าอายุ 14 วัน จึงนำลงปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ภาพที่ 5 และ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 แสดงต้นกล้าแตงกวายุโรป
ก. ต้นกล้าอายุ 7 วัน ข. ต้นกล้าอายุ 14 วัน

ภาพที่ 6 แสดงการปลูกแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (เริ่มทดลอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การปลูกและการดูแลรักษา

นำก้อนกล้าแตงกวายุโรปทั้ง 2 พันธุ์ ย้ายลงปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (แบบใช้ rockwool เป็นวัสดุปลูก) จำนวน 3 units ซึ่งในแต่ละ unit มี 36 ต้น (พันธุ์ Jessica 18 ต้น และพันธุ์ Ventura 18 ต้น)

ให้สารละลายธาตุอาหารพืชครั้งละประมาณ 2 นาที โดยให้ 2 ครั้งต่อชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 5.00 – 18.00 น. สารละลายธาตุอาหารพืชที่ให้มีค่าความเข้มข้น 2.5 mS/cm. เมื่อพืชอยู่ในระยะเจริญเติบโต และ 3.0 mS/cm. เมื่อพืชอยู่ในระยะให้ผลผลิต pH โดยประมาณ 5.6-6.0 ก่อนการเปลี่ยนสารละลายพืชชุดใหม่ ล้างวัสดุปลูกด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งน้ำนั้นไป เพื่อเป็นการลดปริมาณการสะสมของเกลือในวัสดุปลูก

การไว้ผลผลิต เมื่อต้นแตงกวายุโรปเจริญเติบโตถึงระยะการให้ผลผลิต ทำการเก็บผลไว้ต้นละ 2 ผล [ซึ่งจากรายงานของ พรหมมาศและคณะ (2539ก) ที่ทำการทดลองในสถานที่เดียวกัน สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 1 ผลต่อต้นเท่านั้น] และเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากดอกบานได้ 17 วัน

2. ขั้นตอนการตรวจสอบด้านโรค

2.1 การตรวจสอบหาเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium*

ทำการตรวจหาปริมาณเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* ที่ปนเปื้อนอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช โดยทำการเก็บตัวอย่างสารละลายมาตรวจหาเชื้อโดยวิธี baiting technique ร่วมกับการใช้อาหารสูตรเฉพาะ (selective media) ตรวจหาเชื้อเป็นประจำทุก 5 วัน เมื่อพืชอยู่ในระยะเจริญเติบโต และทุก 3 วัน เมื่อพืชอยู่ในระยะให้ผลผลิต (ซึ่งช่วงเวลาในการตรวจหาเชื้อนี้กำหนดจากระยะเวลาที่พืชใช้สารละลายธาตุอาหารหมดถัง) โดยวิธีการตรวจหาเชื้อมีดังนี้

- นำเมล็ดแตงกวาจำนวน 10 เมล็ด มาแช่ในตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารพืชปริมาณ 20 มิลลิลิตร (ซึ่งได้จากถังผสมสารละลายในแต่ละ unit) นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดแตงกวาดังกล่าวมาล้างน้ำกลั่นฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้ง แล้วซับเมล็ดแตงกวาให้แห้ง จึงนำไปวางลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA + BNPRAH กรณีตรวจหาเชื้อ *Phytophthora* และ PDA+BNPRA+Rb กรณีตรวจหาเชื้อ *Pythium* (สูตรอาหารแสดงในภาคผนวกที่ 2)

2.2 การตรวจสอบโรคอื่นๆ

ทำการสำรวจโรคอื่นๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวายุโรปทุก 7 วัน และนำไปจำแนกเชื้อสาเหตุโรคพืชด้วยวิธีการทางห้องปฏิบัติการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกผลการทดลอง

1. ด้านโรค

1.1 ปริมาณเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* ที่ปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหาร

1.2 โรคต่างๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวาขุโรป พร้อมทั้งวินิจฉัยเชื้อสาเหตุโรค

2. ด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต

2.1 การเจริญเติบโต ทำการบันทึกความสูง อายุการออกดอก อายุการเก็บเกี่ยว น้ำหนักต้นสด และต้นแห้ง

2.2 ผลผลิต ทำการบันทึกจำนวนผลผลิต และขนาดของผล (ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลาง และน้ำหนักผล)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. ด้านโรค

1.1 ปริมาณเชื้อ Phytophthora spp. และ Pythium spp. ที่ปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหาร

จากการตรวจหาปริมาณเชื้อ *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. ในสารละลายธาตุอาหารที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยวิธี baiting technique ร่วมกับ selective media โดยทำการตรวจหาเชื้อดังกล่าวทุกครั้งก่อนการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหาร รวมทำการตรวจหาเชื้อทั้งหมด 20 ครั้งตลอดการทดลอง พบว่า ตลอดการทดลองไม่พบเชื้อ *Phytophthora* spp. ปนเปื้อนในสารละลายเลย แต่พบเชื้อรา *Pythium* spp. ใน 3 ครั้งแรกของการตรวจหาเชื้อ (ตารางที่ 5)

1.2 โรคต่างๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวายุโรป พร้อมทั้งวินิจฉัยเชื้อสาเหตุโรค

จากการตรวจสอบโรคต่างๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิคอนเข้มข้น 3 ระดับ ตลอดการทดลองไม่พบต้นแตงกวาเป็นโรคโคนเน่ารากเน่าเลย แม้ว่าจะมีการตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Pythium* ในระบบช่วงต้นฤดูปลูก แต่ก็มีในปริมาณน้อยมาก (1-2 CFU/20 มล.) สำหรับอาการผิดปกติอื่นๆ พบว่า ต้นแตงกวาจำนวน 4 ต้นในกรรมวิธีเปรียบเทียบ (Si 0 ppm) แสดงอาการเป็นโรคเหี่ยว 1 ต้น (เกิดจากเชื้อ*Fusarium* spp.) และแสดงอาการโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส 3 ต้น ซึ่งถูกตรวจพบในระยะที่ต้นแตงกวามีอายุประมาณ 42 วัน (ตารางที่ 6 , ภาพที่ 7)

นอกจากนี้ยังพบผลแตงกวาบางผลแสดงอาการขาดสารอาหาร ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความไม่สมบูรณ์ของต้นแตงเอง (ภาพที่ 8) และพบว่าต้นแตงที่ได้รับสารละลายซิลิคอน 200 ppm ทุกต้นแสดงอาการขอบใบไหม้ ซึ่งเป็นอาการของพืชที่ได้รับสารละลายเข้มข้นสูงเกินไป (ภาพที่ 9) อันมีสาเหตุมาจากการสะสมเกลือบริเวณรากพืช โดยเกลือดังกล่าวเกิดจากการจับกันของ Sodium (Na) ใน sodium silicate กับ Chlorine (Cl) ในสารละลายธาตุอาหาร (ภาพที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเชื้อ *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp (CFU/20 มล.) ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการปลูกแตงกวาผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

สารละลายซิลิคอน (ppm)	เชื้อรา	ปริมาณเชื้อรา(CFU/20มล.)ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารช่วงต่างๆ						
		ระยะ vegetative growth ของแตงกวา (21-41 วัน)1/					ระยะ reproducttive growth ของแตงกวา (44-86 วัน)2/	
		ครั้งที่ 1	2	3	4	5	6 →	20
0	*Phytophthora*	*	*	*	*	*		*
	Pythium	2	1.4	1.0	*	*		*
100	*Phytophthora*	*	*	*	*	*		*
	Pythium	2	1.6	0.8	*	*		*
200	*Phytophthora*	*	*	*	*	*		*
	Pythium	2	1.2	1.0	*	*		*

1/ = เริ่มงานทดลองเมื่อต้นแตงกวาอายุ 21 วัน และทำการตรวจหาเชื้อทุก 5 วัน

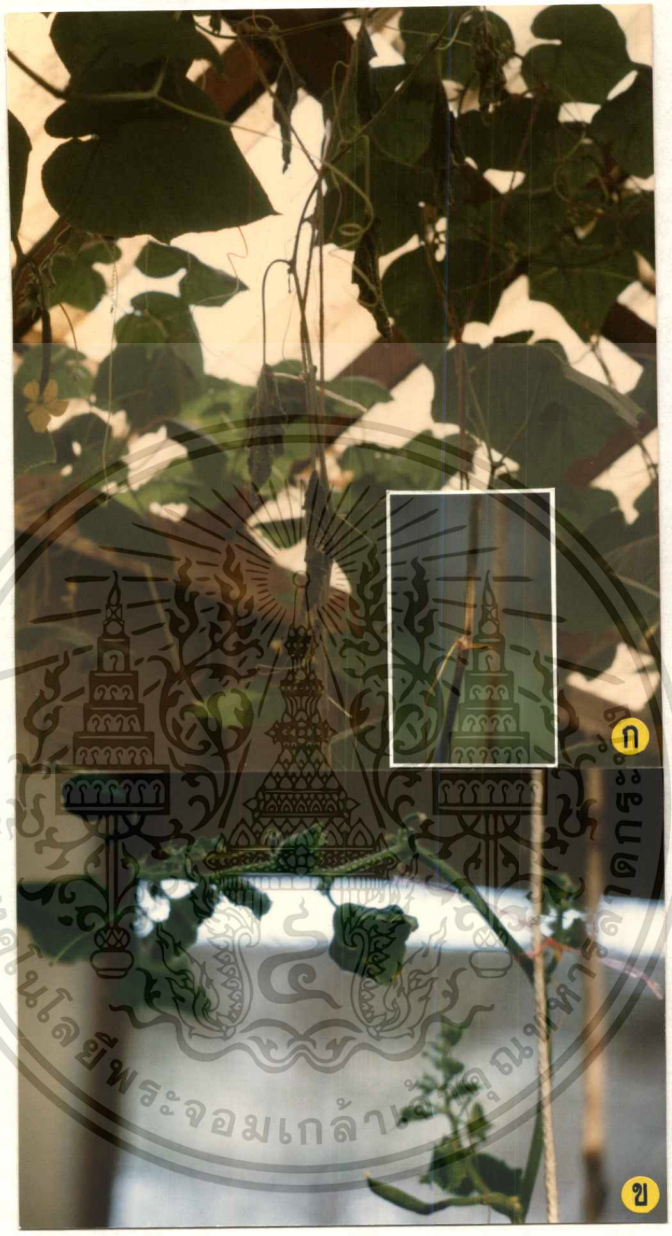
2/ = ทำการตรวจหาเชื้อทุก 3 วัน

* = ไม่พบเชื้อ

ตารางที่ 6 แสดงโรคและเชื้อสาเหตุที่พบในต้นแตงกวาขุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

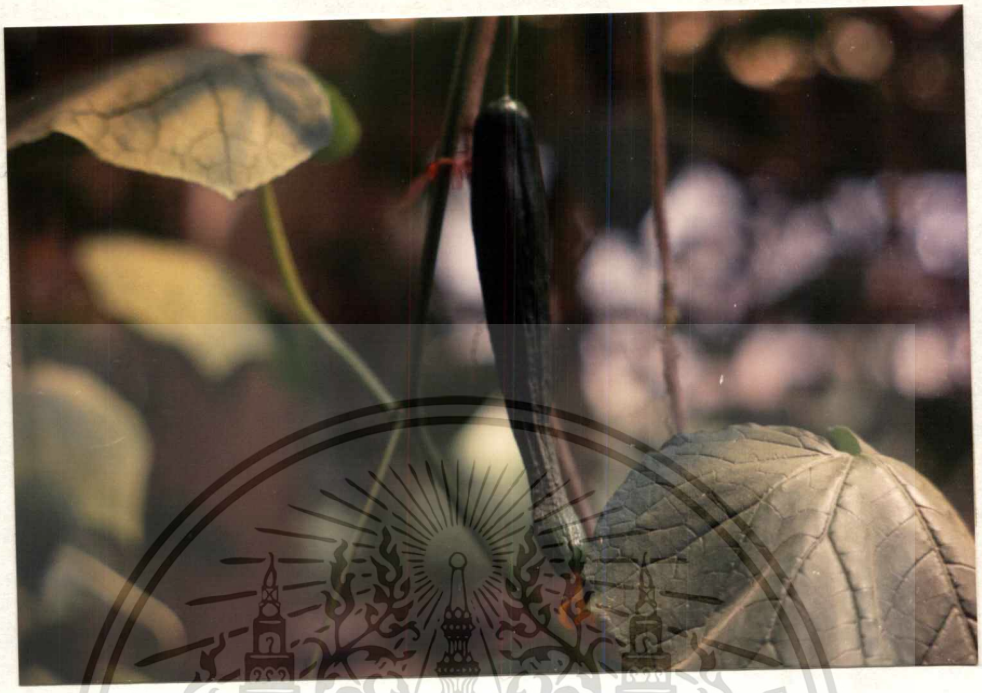
สารละลายซิลิคอน (ppm)	โรค	เชื้อสาเหตุ	จำนวนต้นที่เป็นโรค
0	ไวรัส	ไวรัส	3
	เหี่ยว	*Fusarium*	1
100	-	-	-
200	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ลักษณะแตงกวายุโรปที่แสดงอาการเป็นโรค
ก. โรคเหี่ยว ข. โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส

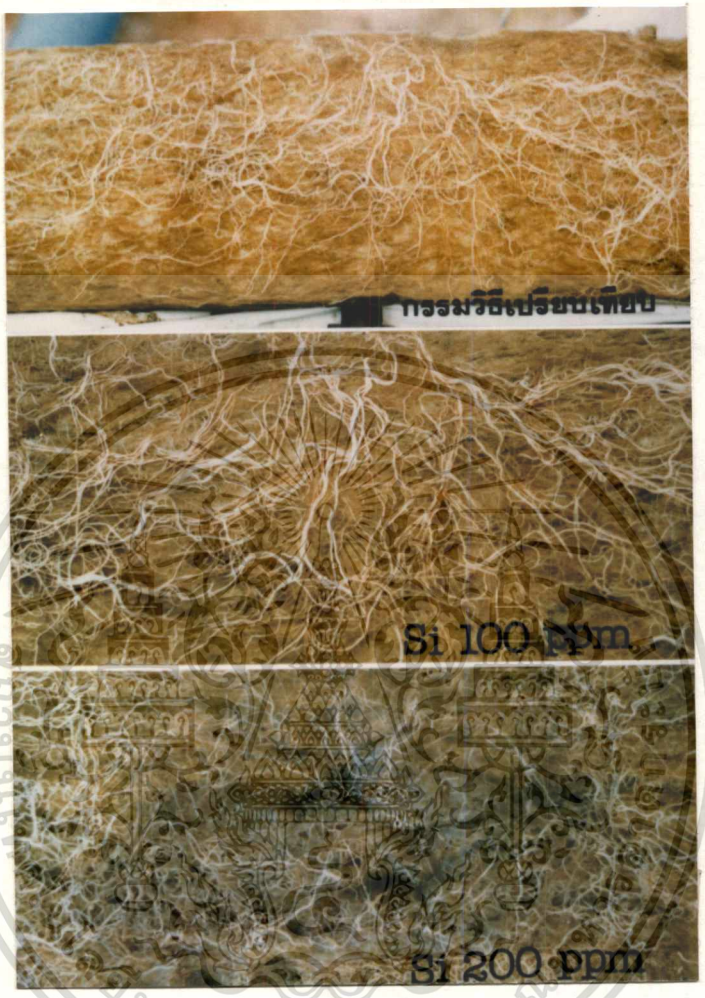
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงผลแตงกวาที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร

ภาพที่ 9 แสดงใบแตงกวาที่แสดงอาการขอบใบไหม้
เนื่องจากได้รับสารละลายความเข้มข้นมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 แสดงการสะสมเกลือบริเวณรากแตงกวายุโรปที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต

2.1 ด้านการเจริญเติบโต

ความสูง

ความสูงของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่า สารละลายซิลิคอนไม่มีผลส่งเสริมทางด้านความสูงแก่ต้นแตงกวายุโรปทั้ง 2 พันธุ์ ส่วนความแตกต่างที่พบบ้างนั้นมีอิทธิพลมาจากพันธุ์ ซึ่งในระยะแรกของการเจริญเติบโต แตงกวาพันธุ์ Ventura จะมีความสูงมากกว่าพันธุ์ Jessica โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จนกระทั่งต้นแตงกวายุโรปอายุ 42 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นแตงเริ่มเข้าสู่ระยะ reproductive growth ต้นแตงกวาทั้ง 2 พันธุ์เริ่มมีความสูงใกล้เคียงกัน โดยความสูงของต้นแตงกวาทั้ง 2 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ความสูงของต้นแตงอายุ 42 วัน เท่ากับ 229, 230, 230 เซนติเมตร ในพันธุ์ Jessica และ 236, 245, 228 เซนติเมตร ในพันธุ์ Ventura เรียงตามลำดับความเข้มข้นซิลิคอน) (ตารางที่ 7)

อายุออกดอกและอายุการเก็บเกี่ยว

อายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่า ต้นแตงกวายุโรปที่ได้รับสารละลายซิลิคอนความเข้มข้น 100 ppm จะมีอายุการออกดอกที่ล่าช้า (53 วันในพันธุ์ Jessica และ 51 วันในพันธุ์ Ventura) เมื่อเทียบกับต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอน 0 และ 200 ppm (48 วันในทั้ง 2 ความเข้มข้น) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทำให้กำหนดวันที่จะเริ่มเก็บเกี่ยวล่าช้าตามไปด้วย (ตารางที่ 8, ภาพที่ 11 และ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ อายุต่างๆ กัน ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

สารละลายซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงเฉลี่ย (ซม./ต้น) ของต้นแตงกวายุโรปที่อายุต่างๆ กัน								
		21 วัน[1/]	28 วัน	30 วัน	32 วัน	34 วัน	36 วัน	38 วัน	40 วัน	42 วัน
0	Jessica	18 a[2/]	54 a	74 a	93 a	117 a	143 a	174 a	206 a	229
	Ventura	20 b	66 c	76 a	105 b	130 c	157 b	190 b	221 b	236
100	Jessica	21 b	60 b	76 a	97 a	122 b	152 b	178 a	208 a	229
	Ventura	22 b	72 d	91 b	111 b	136 c	170 c	196 b	230 b	245
200	Jessica	21 b	61 b	76 a	96 a	120 b	148 b	178 a	208 a	230
	Ventura	21 b	61 b	79 a	100ab	120 b	149 b	177 a	208 a	228
ซิลิคอน (ปัจจัยA)		ns	**	ns	ns	*	**	*	*	ns
พันธุ์ (ปัจจัย B)		**	**	**	**	**	**	ns	**	ns
A X B		**	*	*	ns	ns	ns	**	ns	ns

1/ = ต้นแตงกวาเริ่มได้รับสารละลายซิลิคอนเป็นวันแรก

2/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

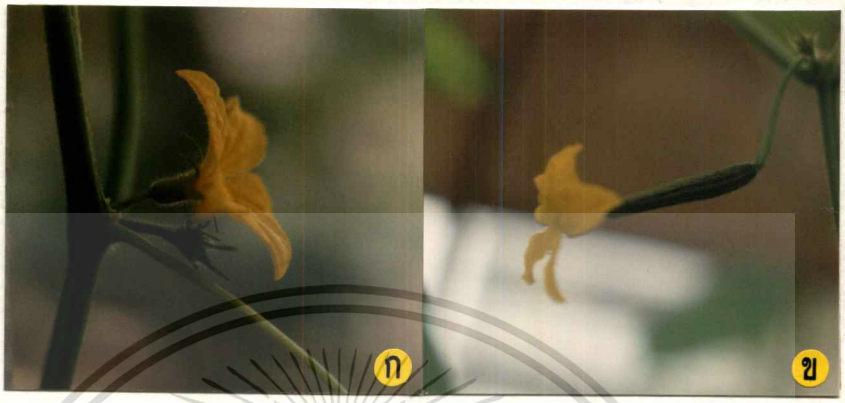
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงอายุการออกดอก และอายุการเก็บเกี่ยว ของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

สารละลายซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	อายุออกดอก (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)
0	Jessica	48 a 1/	65 a
	Ventura	48 a	65 a
100	Jessica	53 b	70 b
	Ventura	51 b	68 b
200	Jessica	48 a	65 a
	Ventura	48 a	65 a
ความเข้มข้น (ปัจจัย A)		**	**
พันธุ์ (ปัจจัย B)		ns	ns
A X B		ns	ns

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงดอกแตงกวายุโรป ก. ดอกเพศผู้ ข. ดอกเพศเมีย

ภาพที่ 12 แสดงต้นแตงกวายุโรประยะให้ผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักต้น

น้ำหนักต้นสดและต้นแห้งของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายซิลิคอนต่างกัน 3 ระดับ จะมีน้ำหนักทั้งต้นสดและต้นแห้งไม่ต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ Jessica จะมีน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยเท่ากับ 170.8, 172.4 และ 172.4 กรัมต่อต้น เรียงตามลำดับ และน้ำหนักต้นแห้งเฉลี่ย เท่ากับ 20.9, 21.5 และ 21.8 กรัมต่อต้น พันธุ์ Ventura จะมีน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยเท่ากับ 171.6, 176.8 และ 171.4 กรัมต่อต้น เรียงตามลำดับ และน้ำหนักต้นแห้งเฉลี่ย เท่ากับ 20.70, 21.65 และ 21.70 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 แสดงน้ำหนักต้นของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

สารละลายซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)
0	Jessica	170.8	20.9
	Ventura	171.6	20.5
100	Jessica	172.4	21.5
	Ventura	176.8	21.8
200	Jessica	172.4	21.8
	Ventura	171.4	21.6
ซิลิคอน (ปัจจัย A)		ns	ns
พันธุ์ (ปัจจัย B)		ns	ns
A X B		ns	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ด้านผลผลิต

จำนวนผลผลิต

จำนวนผลผลิตของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายซิลิคอนต่างกัน 3 ระดับ พบว่า ต้นแตงกวายุโรปทุกต้นที่ได้รับสารละลายซิลิคอนทั้ง 2 ระดับ (100 และ 200 ppm) จะสามารถไว้จำนวนผลได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ 2 ผลต่อต้น [พรหมมาศ (2539) รายงานว่าสามารถเก็บผลผลิตได้ 1 ผลต่อต้น] ในขณะที่ต้นแตงกวายุโรปในกรรมวิธีเปรียบเทียบจะไม่สามารถไว้จำนวนผลผลิตได้ตรงตามจำนวนที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นจำนวนผลผลิตที่เก็บได้ยังมีบางผลที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากแสดงอาการถูกเชื้อไวรัสเข้าทำลาย (ตารางที่ 10)

ขนาดผลผลิต

ขนาดผลผลิตของแตงกวายุโรปทั้ง 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายซิลิคอนทุกความเข้มข้นมีขนาดไม่ต่างกัน แต่ความแตกต่างที่พบนั้นเป็นอิทธิพลจากพันธุ์ที่แตกต่างกัน โดยผลแตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าผลแตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแตงกวายุโรปผลที่ 1 และ ผลที่ 2 ก็มีขนาดใกล้เคียงกัน (336.1-366.5 กรัมต่อผลในผลที่ 1 และ 331.2-353.2 กรัมต่อผล ในผลที่ 2) โดยน้ำหนักที่ได้รับนั้นมีความใกล้เคียงกับที่ปลูกเป็นการค้าในต่างประเทศ (Benoit, 1992) (ตารางที่ 11, ภาพที่ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนผลผลิตของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

สารละลายซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	จำนวนผลผลิตต่อต้น (ผล/ต้น)	จำนวนผลผลิตรวม (ผล/18ต้น)
0	Jessica	*	28
	Ventura	*	28 ± 3 **
100	Jessica	2	36
	Ventura	2	36
200	Jessica	2	36
	Ventura	2	36

* = มีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถเก็บผลผลิตได้ 2 ผลต่อต้น

** = ผลไม่สมบูรณ์เนื่องจากแสดงอาการถูกเชื้อไวรัสเข้าทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

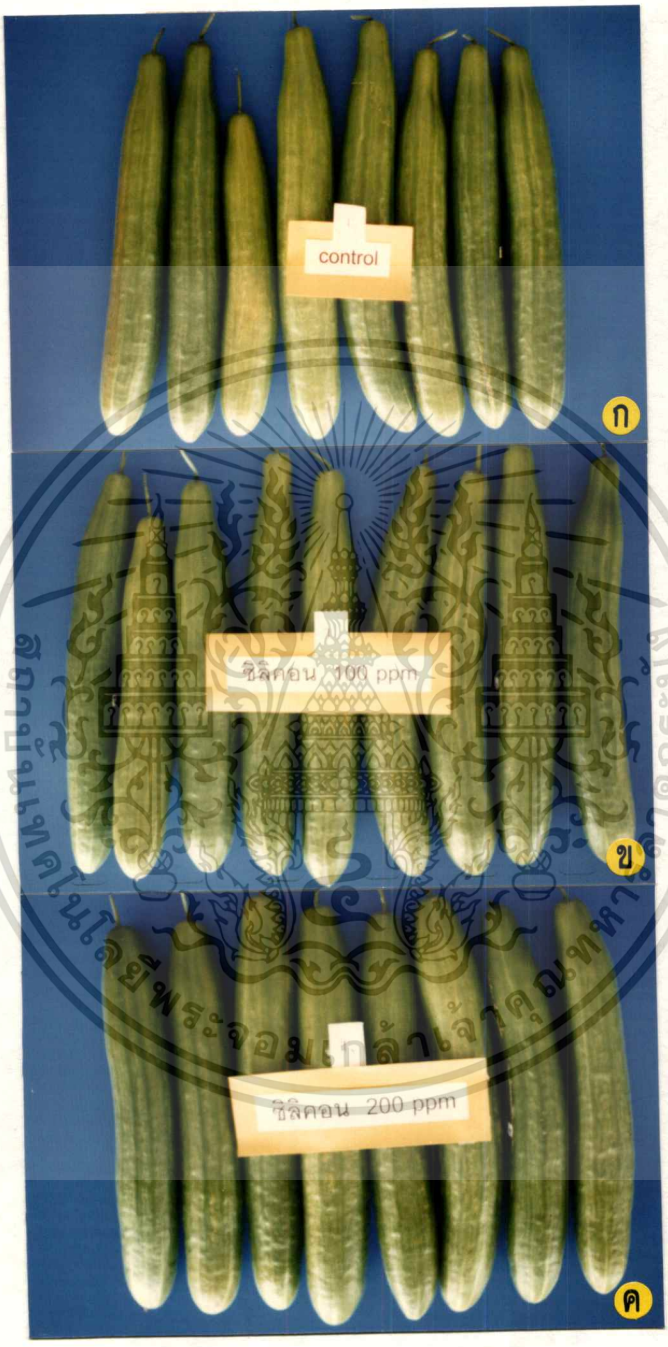
ตารางที่ 11 แสดงขนาดผลผลิตของแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสม สารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

สารละลายซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ขนาดผล					
		เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)		ความยาวผล (ซม.)		น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม)	
		ผลที่ 1	ผลที่ 2 2/	ผลที่ 1	ผลที่ 2	ผลที่ 1	ผล 2
0	Jessica	4.43 a 1/	4.17	30.92	28.84	366.5	337.8
	Ventura	4.05 b	4.09	30.86	32.33	362.7	331.2
100	Jessica	4.23 a	4.04	30.46	28.46	365.3	335.3
	Ventura	4.13 b	4.16	31.58	31.54	356.2	351.3
200	Jessica	4.13 b	4.06	29.60	29.38	362.7	353.2
	Ventura	4.13 b	4.06	29.31	30.33	336.1	339.2
ซิลิคอน (ปัจจัย A)		ns	-	ns	-	ns	-
พันธุ์ (ปัจจัย B)		*	-	ns	-	ns	-
A X B		ns	-	ns	-	ns	-

1/ = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2/ = ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ไม่สามารถเปรียบเทียบทางสถิติได้ เนื่องจากจำนวนผลในกรรมวิธีเปรียบเทียบได้ไม่ตรงตามกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 แสดงผลผลิตแตงกวายุโรป ก. control ข. 100 ppm ค. 200 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในช่วงระยะแรกของการทดลอง แม้จะมีการตรวจพบเชื้อ *Pythium* ปนเปื้อนในระบบบ้าง แต่ก็ไม่พบต้นแตงกวาแสดงอาการโรคโคนเน่ารากเน่า ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าต้นแตงกวามีความแข็งแรงมากพอที่จะทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อดังกล่าวนั้นได้ หรือเชื้อที่ตรวจพบอาจจะไม่ใช่สายพันธุ์รุนแรงที่ก่อให้เกิดโรคได้ และการที่ตรวจไม่พบเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* ในช่วงต่อมาของการทดลองเลยนั้น อาจเป็นสาเหตุมาจากที่ในระหว่างดำเนินการทดลองนั้น ก่อนการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารใหม่ทุกครั้ง จะทำการล้างวัสดุปลูกด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งน้ำนั้นไป ซึ่งการกระทำดังกล่าวอาจจะช่วยชะล้างชิ้นส่วนของเชื้อโรคออกไปจากระบบได้ แต่อย่างไรก็ตามยังมีการสำรวจพบต้นแตงที่เป็นโรคอื่นๆ อยู่บ้าง (โรคเหี่ยว และโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส) ซึ่งการเกิดโรคดังกล่าวมีข้อสังเกตที่น่านำมาพิจารณาอีกข้อหนึ่ง คือ ต้นแตงที่แสดงอาการเป็นโรคทุกต้นเป็นต้นแตงกวาในกรรมวิธีเปรียบเทียบทั้งสิ้น ซึ่งไม่ได้รับสารละลายซิลิคอนเลย ดังนั้นน่าจะพอสรุปได้ว่า สารละลายซิลิคอนน่าจะมีส่วนช่วยลดปริมาณการเกิดโรคแก่ต้นแตงกวาดังกล่าวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ส่วนบทบาทของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้น พบว่า แม้สารละลายซิลิคอนจะไม่มีผลในการช่วยส่งเสริมทางด้าน vegetative growth ของต้นแตง แต่สารละลายซิลิคอนก็มีบทบาทชัดเจนในแง่การเพิ่มความสามารถในการไว้จำนวนผลผลิตแก่ต้นแตงกวายุโรป ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Belanger (1995) ที่รายงานถึงการใช้สารละลายซิลิคอนในแตงกวายุโรปว่า สารละลายซิลิคอนมีผลช่วยในด้านการเจริญเติบโตทางลำต้น แต่ไม่มีผลช่วยในด้านการเพิ่มจำนวนและขนาดของผลผลิต และผลการทดลองในครั้งนี้ยังสามารถแก้ปัญหาในด้านจำนวนผลผลิตต่อต้นได้ เนื่องจากในการทดลองที่ผ่านมาไม่สามารถไว้ผลผลิตได้เกิน 1 ผลต่อต้น (พรหมมาศ และคณะ, 2539ก) นอกจากนี้จากการสังเกตยังพบว่าต้นแตงกวายุโรปที่ได้รับสารละลายซิลิคอนยังมีแนวโน้มที่จะสามารถไว้ผลผลิตได้มากกว่านี้ ถ้ามีการจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ดีอิทธิพลดังกล่าวไม่ส่งผลต่อการเพิ่มขนาดของผลที่ได้รับ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของไรแดงและเพลี้ยอ่อนในระหว่างการให้ผลผลิต อย่างไรก็ตามผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผลดีจากการใช้สารละลายซิลิคอนที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ผ่านมา (พรหมมาศ และคณะ, 2539ก) กล่าวคือ ต้นแตงกวายุโรปทุกต้นที่ได้รับสารละลายซิลิคอนสามารถได้จำนวนผลผลิตตามเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ 2 ผลต่อต้น (ซึ่งมากกว่าการทดลองที่ผ่านมา) ในขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบจะมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถให้ผลแตงกวาได้ 2 ผล (ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากความไม่สมบูรณ์ของแตงกวา เนื่องจากต้นแตงกวาบางต้นแสดงอาการเป็นโรคไวรัส โรคเหี่ยว และผลที่ได้รับบางผลก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงอาการขาดธาตุอาหาร) ยิ่งไปกว่านั้นถ้าพิจารณาถึงน้ำหนักของผลแตงกวาทั้งสองที่ได้รับต่อต้น จะพบว่าน้ำหนักของผลทั้งสองมีความใกล้เคียงกัน (331.2 - 366.5 กรัม) และใกล้เคียงกับที่ปลูกเป็นการค้าในต่างประเทศ (Benoit,1992) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะใช้ประโยชน์จากสารละลายซิลิคอนเพื่อเพิ่มจำนวนผลผลิตต่อต้นให้มากขึ้นในการทดลองครั้งต่อไป และการที่ต้นแตงกวาได้รับสารละลายซิลิคอนมีจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะต้นแตงมีความสมบูรณ์และแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ซิลิคอนไปมีส่วนช่วยลดปริมาณเชื้อก่อโรค ลด stress ของพืชที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงให้แก่พืชโดยทำให้ใบตั้งขึ้นอยู่ในตำแหน่งที่รับแสงได้ดีขึ้นก็ได้ (Belanger, 1995) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นที่ 200 ppm เป็นระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไปในการที่จะนำมาใช้เพราะนอกจากจะไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นแตงกวาแตกต่างไปจากกรรมวิธีเปรียบเทียบแล้ว ยังมีแนวโน้มว่าผลผลิตที่ได้รับจะลดต่ำไปกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Menzies *et al.*(1992) ที่ได้ทำการทดลองในพืชชนิดเดียวกัน และให้สารวิธีเดียวกัน นอกจากนี้ในต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนที่ความเข้มข้น 200 ppm จะแสดงอาการขอบใบไหม้ซึ่งเป็นอาการของใบที่ได้รับสารละลายเข้มข้นมากเกินไป และพบการสะสมของเกลือที่บริเวณรากมากกว่าต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอน 100 ppm อย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้จากความไม่สมบูรณ์ของสภาพโรงเรือน (แสงผ่านเข้าโรงเรือนได้น้อย และมีรอยโหว่ที่ทำให้แมลงเข้ามาภายในบริเวณโรงเรือน) ทำให้การเจริญเติบโตของแตงกวาเป็นไปได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นถ้ามีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นแตงกวามากกว่านี้ คาดว่าจะทำให้อิทธิพลของสารละลายซิลิคอนเห็นได้อย่างเด่นชัดมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อความอยู่รอดของเชื้อรา *Phytophthora* และ *Pythium* และต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการให้ผลผลิตของแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สรุปได้ว่า สารละลายซิลิคอนสามารถลดการเกิดโรคแก่ต้นแตงกวายุโรปได้ และส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนผลผลิตต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ [ต้นแตงกวายุโรปทุกต้นที่ได้รับสารละลายซิลิคอนจะสามารถไว้ผลผลิตได้ 2 ผลต่อต้น ซึ่งมากกว่าการทดลองที่ผ่านมาของ พรหมมาศ และคณะ (2539) ในขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบจะมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถให้ผลได้ 2 ผลต่อต้น] แต่อย่างไรก็ตามอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนดังกล่าวไม่มีผลต่อการเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาบทบาทการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora sp.* ในสภาพ *in vitro* และต่อแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สรุปได้ว่า ในสภาพ *in vitro* สารละลายซิลิคอนทุกความเข้มข้นมีผลต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ทางด้านการเจริญเติบโตทางเส้นใย และ การสร้าง sporangium โดยความแตกต่างจะเริ่มปรากฏชัดตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ซึ่งเป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่นำมาใช้ในการทดลอง และความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้น ส่วนผลของสารละลายซิลิคอนต่อแตงกวายุโรปในที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้น พบว่าสารละลายซิลิคอนสามารถควบคุมการเกิดโรคได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรรม-วิธีเปรียบเทียบ และนอกจากนี้สารละลายซิลิคอนยังส่งผลทางด้านการเพิ่มผลผลิตแก่ต้นแตงกวายุโรป คือ ต้นแตงกวายุโรปทุกต้นที่ได้รับสารละลายซิลิคอนจะสามารถไว้ผลผลิตได้ 2 ผลต่อต้น [ซึ่งมากกว่าการทดลองที่ผ่านมาของ พรหมมาศ และคณะ (2539)] ในขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบจะมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถให้ผลได้ 2 ผลต่อต้น

ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองครั้งต่อไปน่าจะมีการศึกษาถึงเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

1. อิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อเชื้อรา *Phytophthora* species อื่นๆ และการศึกษาถึงความสามารถในการก่อให้เกิดโรคพืชของเชื้อราที่ได้รับสารละลายซิลิคอน

2. อิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชชนิดอื่นๆ ที่สามารถตรวจพบได้ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

3. การนำสารละลายซิลิคอนมาใช้กับการปลูกพืชชนิดอื่นๆ ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และศึกษาถึงวิธีการใช้ควบคู่ไปด้วย

4. ควรมีการปรับสภาพโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เพื่อที่จะได้สามารถเห็นถึงศักยภาพของสารละลายซิลิคอนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระบวน วัฒนปรีชานนท์. 2536. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน. เอกสารประกอบการบรรยายในการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ ครั้งที่ 3 ณ ห้องประชุมโรงแรมเสริมมิตรภัตตาคาร กรุงเทพฯ. 13 หน้า.

กระบวน วัฒนปรีชานนท์ และ เอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์. 2536. การปลูกผักกาดหอม คื่นฉ่าย และผักชี โดยไม่ใช้ดิน. ใน ประมวลผลงานวิจัยการประชุมเสนองานวิจัยเฉลิมฉลอง 80 ปี แห่งการสถาปันจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 729-734.

ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2541. บทบาทของ Soluble silicon ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบ Hydroponics. รายงานผลการวิจัย ปีงบประมาณ 2540. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 112 หน้า.

ถนิมนันต์ เจนอักษร และ ศุภชัย รตโนภาส. 2538. อิทธิพลความเข้มข้นสารละลายต่อการเจริญเติบโตของสะระแหน่ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน. รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 14. หน้า 103-123.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2530. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. *วารสารดินและปุ๋ย*. 10 (1) : 59-66.

พรหมมาศ คูหากาญจน์ ถนิมนันต์ เจนอักษร และศุภชัย รตโนภาส. 2539ก. ศักยภาพการปลูกแตงกวายุโรปในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22. กรุงเทพฯ. หน้า 678-679.

พรหมมาศ คูหากาญจน์ ศุภชัย รตโนภาส และถนิมนันต์ เจนอักษร. 2539ข. การแพร่กระจายของเชื้อราบางชนิดในสารละลายหมุนเวียนของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 14(2) : 26-37.

พรหมมาศ คูหากาญจน์ ถนิมนันต์ เจนอักษร และศุภชัย รตโนภาส. 2540. โรคที่พบบนแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในช่วงฤดูหนาว. ใน รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. หน้า 179-187.

พิมล เกษสยม. 2534. อิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และความเข้มข้นของธาตุอาหาร ใน พริกชี้ฟ้า คะน้า และผักกาดหัว ที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เมืองทอง ทวนทวี และ สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ ทวนทวี. 2532. สวนผักเล่ม 2. Agri book group. กรุงเทพฯ. 457 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพิน กสินเกษมพงษ์. 2534. โรคผลเน่าดำของโกโก้ ซึ่งเกิดจากเชื้อราไฟทอฟธอร่าในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

รติยา พงศ์พิสุทธา. 2535. โรคผลเน่าดำของทุเรียนหมอนทองที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* (Bult.) Bult. และการควบคุม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิจิตร ตันมาละ. 2535. การตอบสนองของแตงเทสต่อความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และวิธีการจัดการ ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิจัย รักวิทยาศาสตร์. 2526. ราเมือกและราชั้นต่ำ. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 440 หน้า.

ศุภชัย รตโนภาส และ ฉนิมนันต์ เจนอักษร. 2538. ศักยภาพการปลุกแคนตาลูปในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน : แบบใช้วัสดุปลูก. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 13(3) : 30-37.

ศูนย์เผยแพร่เทคโนโลยีทางการเกษตร สจล. 2537. เอกสารการอบรมเรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสน่ห์ เครือแก้ว. 2538. การปลูกพืชไร้ในสารละลายธาตุอาหารเพื่อการค้นคว้า. *วารสารข่าวสารสถาบันวิจัยพืชไร่*. (ตุลาคม-ธันวาคม) : 2-3.

อนงค์ จันทรศรีกุล. 2528. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรคและศัตรูบางชนิดของผักและการป้องกันกำจัด. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ. 141 หน้า.

Abney, T.S., Melgar, J.C., Richards, T.L., Scott, D.H., Grogan, J., and Young, J. 1997. New race of *Phytophthora sojae* with Rps 1-d virulence. *Plant Dis.* 81 : 653-655.

Belanger, R.R., P.A. Bowen, D.L. Ehret, and J.G. Menzies. 1995. Soluble silicon : Its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease*. 79 (4) : 329-336.

Benoit, F. 1992. Practical guide for simple soilless culture techniques. European Vegrtable R&D Center. 72 pp.

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

Bowen, J., J.G. Menzies, D.L. Ehret, L. Samuels, and A.D.M. Glass. 1992. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 177 : 906-912.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Café – Filho, A.C., and Duniway, J.M. 1996: Effect of lacation of drip irrigation emitters and position of *Phytophthora capsici* infection in root on Phytophthora root rot of pepper. *Phytopathology*. 86: 1364-1369.

Carlson, S.R., Wolff, M.F., Shew, H.D., and Wernswan, E.A.. 1997. Inheritance of resistance to race O of *Phytophthora parasitica* var. *nicotinae* from the flue-cured tobacco cultivar Coker 371-Gold. *Plant Dis*. 81:1269-1274.

Carver, T.L.W., R.J. Zeyen, and G.G. Ahlastrand. 1987. The relation between in soluble silicon and success of failure of attempted penetration by powdery mildew (*Erysiphe graminis*) on barley. *Physiol. Plant Pathol.* 31 : 133-148.

Cherif, M. and R. R. Belanger. 1992. Use of Potassium silicate amendments in recirculating nutrient solution to supress *Pythium ultimum* on Long English Cucumber. *Plant Dis*. 76 (10) : 1008-1011.

Cherif, M., J.G. Menzies, D.L. Ehret, C. Bogdanoff, and R. R. Belanger. 1994. Yield of cucumber infected by *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. *Hort Science* 91 : 11-17.

Cooper, L.E. 1990. Agriscience foundamentala and applications. Delmer Publismer INS. New York. 518 p.

Cooper, A. 1979. The ABC of NFT. Grower Books. London. 184 pp.

De Bary, A. 1876. Researches into the nature of the potato fungus, *Phytophthora infestans* . *J.R. Agric. Soc. Engl.* 12:239-269.

Donnan, R.S. and A.C. Biggs. 1984. Horts culture Rockwool Australian experience. *ISOSC Proceeding (1984)* : 183-202.

Douglas, J.S. 1978. Hydroponics. Oxford University Press. 185 pp.

Douglas, J.S. 1988. Beginner's guide to Hydroponics. Durlet & Tanner Ltd, London. 140 pp.

Elliot, Verm J. 1983. Physiology of asexual reproduction Sporulation and Spore Germination in *Phytophthora* In : *Phytophthora* : Its Biology, Taxaomy, Ecology, and Pathology. D.C. Eirwin, S.Barthicki-Garcia, and P.H. Tsao, eds. American Pathological. Soceity, St. Paul, M.N.

Favrin, R. J., J. E. Rahe and B. Mouza. 1988. *Pythium* spp. Associated with crown rot of cucumber in Brittish Columbia greenhouse. *Plant Dis*. 72:683-687.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hui-lian Xu, Laurent. Gauthein and Andet. Gosselin. 1995. Effect of fertigation management on growth and Photosynthesis of Tomato Plant Grown in Peat Rockwool and NFT. *Scientia Hortico Hourae.* (63) : 11-12.

Jaenaksorn, T. 1998. Disease occurrence on English cucumber grown in hydroponics at Ladkrabang area , Bangkok, Thailand. The 7 th International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, Scotland : Offered Papers Abstract-Volume 3.

Jaenaksorn, T. and S. Ratanopas. 1996. Hydroponics at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Proceedings of the 10th Asian Agricultural Symposium on Sustainable Agriculture, Bangkok, Thailand. P.137-146.

Jaenaksorn, T. and S. Ratanopas. 1994. Effect of three substrates on growth and yield of two cantaloupe varieties. XXIV th International Horticultural Congress, Kyoto, Japan. (abstract 110, and oral presentation).

Jaenaksorn, T. and S. Ratanopas. 1994. Effect of three substrates on growth and yield of two cantaloupe varieties. XXIV th International Horticultural Congress, Kyoto, Japan (abstract 110, and oral presentation).

Jankins, S.F. and C.W. Averve. 1983. Root diseases of vegetable in Hydroponic culture system in North Carolina green houses. *Plant Dis.* 67(9) : 968-970.

Jensen, M.H., 1990. Hydroponics Culture for the Tropics : opportunities and Alternatives. Paper presented for International seminar on hydroponic culture of high value crops in the tropics on November 25-27. Malaysia.

Jones, L., 1977. Home Hydroponics. Crown Publishers inc. New York. 142 pp.

Iwaro, A.D., Srcenirasan, T.N. and Umaharan, P. 1997. Folair resistance to *Phytophthora palmivora* an indicator of pod resistance in *Theobroma cacoa. Plant. Dis.* 81:619-624.

Katsumi , Ohta. Norihiro-Takashi. Hosoki and Hideyuki. Higashimusa, 1991. Influence of the Concentration on Nutrient Sobtion and Salt Supplement on Quality and Yield of Cherry Tomato Grown Hydroponically. *Japan. Hortscienece.* 60(1) : 89-95.

Linde, C., Drenth, A., Kemp, G.H.J., Wingfield, M.J., and von Broembsen, S.L. 1997. Population structure of *Phytophthora cinnanomi* in South Africa. *Phytopathology.* 87:822-827.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Menzies, D.L., P. Bowen, D.L. Ehret, and A.D.M. Glass. 1992. Foliar application of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117 : 902-905.

Menzies, D.L., D.L. Ehret, A.D.M. Glass, and A.L. Samuels. 1990. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fulginea* and *Cucumis sativus*. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.* 39 : 403-414.

Miyake, Y., and E. Takahashi. 1983a. Effect of silicon on the growth of solution cultured cucumber plant. *Soil. Sci. Plant Nutr.* 29 : 71-83.

Miyake, Y., and E. Takahashi. 1983b. Effect of silicon on the growth of cucumber plant in soil culture. *Soil. Sci. Plant Nutr.* 29 : 463-471.

Mortley, D.G., P.A. Loretan., W.A. Hill.,C.K. Bonsi and C.E. Morris. 1996. Growth Responses of Hydroponically Grown Sweetpotato Tolerance and Intolerance of a Continuous Daily Light Period. *Hortscience.* 31(2) : 209-212.

Pegg, G.F. and M. Holderness. 1984. Infection and disease development in NFT-Grown tomato. ISOSC proceeding (1984) : 493-509.

Peg, K.G. 1977. Soil application of elemental Sulphur as a control of *Phytophthora cinnamomi* root rot and heart rot of pineapple. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17 : 859-865.

Resh, H.M. 1981. Hydroponics Food Production. Woodbridge. Press publishing company. 325 pp.

Ribeiro, Olt K. 1983. Physiology of asexual Reproduction Sporulation and Spore Germination in *Phytophthora* In : *Phytophthora* : Its Biology, Taxaomy, Ecology, and Pathology. D.C. Eirwin, S.Barthicki-Garcia, and P.H. Tsao, eds. American Pathological. Soceity, St. Paul, M.N.

Stanghellini, M.E. and W.C. Kronland. 1986. Yield loss in hydroponically growth hattae attributed to subclinial infection of feeder rootlets by *Pythium dissotocum*. *Plant Dis.* 70(11) : 1053-1056.

Stanghellini, M.E., S.L. Rasmussen, D.H. Rim, and P.A. Rorabaugh. 1996a. Control of root rot of peppers caused by *Phytophthora capsici* with a nonionics surfactant. *Plant Dis.* 80 : 1113-1116.

Stanghellini, M.E., S.L. Rasmussen, D.H. Rim, and P.A. Rorabaugh. 1996b. Efficacy of nonionics surfactants in the control of zoospore spread of *Pythium aphanidermatum* in a recirculating hydroponic system. *Plant Dis.* 80 : 422-428.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suzui, T., U. Kueprakone and T. Kamhangridthrong. 1976. Phytophthora diseases on some economic plants in Thailand. *Plant pathol. Div., Dept. of Agr.*, Thailand. 112 p.

Zinnen, T.M. 1988. Assessment of plant diseases in hydroponic culture. *Plant Dis.* 72(2) : 96-99.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 1

เชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur

Kingdom Myceteae

Division Eumycota

Subdivision Mastigomycotina

Class Oomycetes

Order Peronosporales

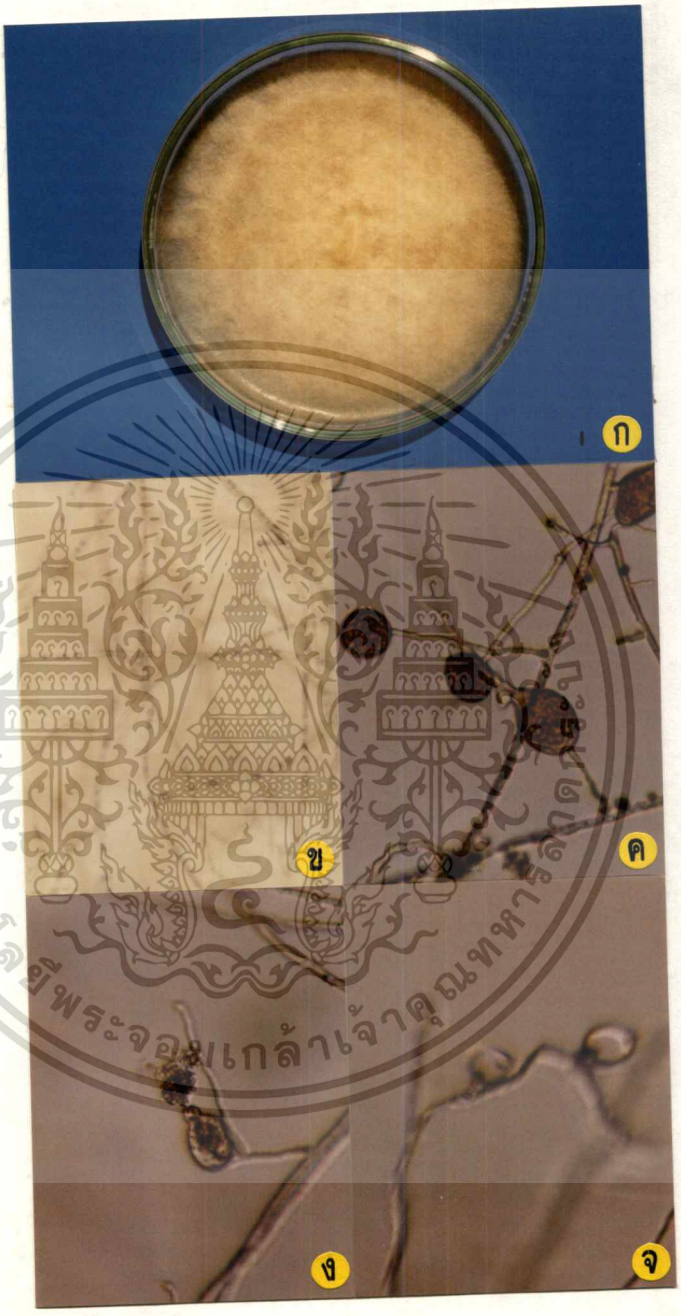
Family Pythiaceae

Genus *Phytophthora*

species *parasitica*

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA มีสีขาว เจริญลึกลงในอาหาร เมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า เชื้อรามีลักษณะของเส้นใยใส ไม่มีสี ไม่มีผนังกั้น สามารถสังเกตเห็นเม็ด protoplast อยู่ภายใน เส้นใยเรียบ ไม่มีการโป่งพองของเส้นใย (hyphal swellen) ความกว้างของเส้นใยโดยเฉลี่ย 5.5 ไมครอน สร้าง sporangium ที่ส่วนปลายของ sporangiophore sporangium มีรูปร่างไข่ถึงกลม มีขนาดเฉลี่ย 36x28 ไมครอน อัตราส่วนความยาว : ความกว้าง ไม่เกิน 1.4 pedicle สั้น ภายใน sporangium จะเป็นที่อยู่ของ zoospore โดย zoospore จะถูกปลดปล่อยออกจาก sporangium ผ่านทาง papillae หลังจากนั้น zoospore จะ encyst เข้าสู่พืชอาศัยเพื่อทำลายต่อไป (idirect germination) แต่ในบางครั้งพบว่า sporangium จะงอก germtube ออกมาโดยตรง (direct germination) (ภาพที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 เชื้อรา *Phytophthora parasitica* Dastur

ก. การเจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน ข. ลักษณะเส้นใย (x100)

ค. sporangium ง. การปลดปล่อย zoospore

จ. sporangium ที่ปลดปล่อย zoospore แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 2

- สูตรอาหาร selective media : BNPRAH
- สูตรอาหาร selective media : BNPRA + Rb
- สูตรอาหาร Oat meal agar
- สูตรสารละลายธาตุอาหาร (ความเข้มข้น 100 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรอาหาร selective media : BNPRAH (Masago *et al.*,1977)

Antimicrobial agent

Benomyl	10 ppm
Nystatin	25 ppm
PCNB	25 ppm
Rifampicin	10 ppm
Ampicillin	500 ppm
Hymyxazol	25-50 ppm

Basal media

PDA

สูตรอาหาร selective media : BNPRA + Rb (Masago *et al.*,1977)

Antimicrobial agent

Benomyl	10 ppm
Nystatin	25 ppm
PCNB	25 ppm
Rifampicin	10 ppm
Ampicillin	500 ppm
Rose bengal	5 ppm

Basal media

PDA

สูตรอาหาร Oat meal agar

ข้าว Oat	60 กรัม
น้ำตาล Dextrose	20 กรัม
วุ้นผง	17 กรัม
น้ำ	1 ลิตร

สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกา
ม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใ

สูตรสารละลายธาตุอาหาร (ความเข้มข้น 100 เท่า)

สารละลาย A (ต่อน้ำ 25 ลิตร)

Potasium nitrate (14 % N , 46% K_2O)	0.742 kg.
Calsium nitrate (15.5 % N , 20 % Ca)	2.080 kg.
Chelate (EDDHA 6%)	0.035 kg.

สารละลาย B (ต่อน้ำ 25 ลิตร)

Potasium nitrate (14 % N , 46% K_2O)	0.692 kg.
Potasium chloride (60% K_2O)	0.1125 kg.
Magnesium sulphate (16.7 % MgO)	0.827 kg.
Mono-potassium phosphate (35 % K_2O , 53% P_2O_5)	0.4775 kg.
Magnesium nitrate (7 % N , 10 % MgO)	0.7225 kg.
Manganese sulphate (32 % Mn)	1.3375 g.
Copper sulphate (25 % Cu)	0.39 g
Zinc sulphate (23 % Zn)	1.615 g.
Borax (11.3% B)	5.8475 g.
Sodium molybdate (40 % Mo)	0.3 g.

ที่มา : พรหมมาศและคณะ (2539ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 3

ข้อมูลดิบและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน

ซิลิคอน	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. parasitica* (ซม.)						
(ppm)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
0	4.1	3.5	4.2	3.8	4.0	4.4	4.00
1,000	2.1	2.4	2.3	2.1	2.5	2.2	2.27
1,500	1.8	2.0	1.6	1.9	1.7	1.8	1.80
2,000	1.1	1.4	1.2	0.9	1.3	1.4	1.22
2,500	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	1.1	0.90

ตารางภาคผนวกที่ 1.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	4	35.57	8.89	217.59**	2.76	4.18
Error	25	1.02	0.04			
Total	29	36.59				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 9.81 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน

ซิลิคอน (ppm)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. parasitica* (ซม.)						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
0	7.5	6.5	6.5	7.5	7.0	7.0	7.00
1000	6.5	4.5	5.0	5.5	6.0	5.5	5.50
1500	4.5	6.0	6.0	5.5	5.5	5.0	5.42
2000	5.5	6.0	5.0	0.9	1.3	1.4	5.08
2500	4.5	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	5.08

ตารางภาคผนวกที่ 2.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	4	15.21	3.80	7.84 **	2.76	4.18
Error	25	12.13	0.49			
Total	29	27.34				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 12.41 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงน้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

ซิลิคอน	น้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* (กรัม)										
(ppm)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	เฉลี่ย
0	0.923	0.966	1.242	1.083	1.090	2.223	0.882	1.708	0.979	1.440	1.254
500	0.939	0.944	1.265	0.904	1.261	0.958	1.245	1.165	1.233	0.962	1.088
1,000	1.236	1.205	0.822	1.228	0.503	0.548	0.971	0.743	0.881	1.001	0.914
1,500	0.789	0.590	1.078	1.066	1.202	0.719	1.231	0.721	0.574	0.711	0.868
2,000	1.238	1.118	0.939	0.250	0.177	0.451	0.284	0.219	0.843	0.531	0.605
2,500	0.555	0.766	0.353	0.252	0.662	0.274	0.001	0.586	0.510	0.003	0.396
3,000	0.175	0.290	0.155	0.213	0.013	0.230	0.262	0.155	0.012	0.140	0.165

ตารางภาคผนวกที่3.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	8.97	1.50	18.11**	2.25	3.10
Error	63	5.20	0.08			
Total	69	14.17				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 37.33 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

ซิลิคอน	น้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *P. parasitica* (กรัม)										
(ppm)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	เฉลี่ย
0	0.160	0.189	0.252	0.187	0.256	0.229	0.189	0.181	0.184	0.181	0.201
500	0.098	0.166	0.138	0.138	0.130	0.141	0.097	0.192	0.097	0.091	0.129
1,000	0.125	0.093	0.090	0.127	0.126	0.10	0.127	0.104	0.096	0.097	0.109
1,500	0.089	0.059	0.151	0.145	0.155	0.046	0.167	0.072	0.121	0.071	0.108
2,000	0.104	0.092	0.131	0.060	0.043	0.152	0.052	0.043	0.152	0.076	0.091
2,500	0.069	0.082	0.059	0.048	0.199	0.188	0.045	0.072	0.038	0.057	0.086
3,000	0.032	0.033	0.046	0.036	0.041	0.178	0.031	0.032	0.036	0.032	0.050

ตารางภาคผนวกที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	0.132	0.022	13.09**	2.25	3.10
Error	63	0.106	0.00168			
Total	69	0.238				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 36.36 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*				
(ppm)	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
0	15.5	14.8	7.9	16.2	13.6
1,000	2.2	2.5	2.1	1.9	2.18
1,500	1.1	1.8	1.4	1.3	1.40
2,000	0.5	0.5	0.7	1.1	0.70
2,500	0.6	0.6	0.5	0.7	0.60

ตารางภาคผนวกที่ 5.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	4	496.94	124.24	41.40**	3.06	4.89
Error	15	45.01	3.00			
Total	19	541.95				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 27.12 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 28 ชั่วโมง

ซิลิคอน (ppm)	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*				
	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
0	12.2	13.2	11.8	14.8	13.00
1,000	7.8	10.5	6.4	10.4	8.78
1,500	2.9	2.7	3.3	2.6	2.88
2,000	2.5	2.3	2.6	2.2	2.40
2,500	2.3	2.0	2.1	1.9	2.08

ตารางภาคผนวกที่ 6.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 28 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	4	378.72	94.68	78.71**	3.06	4.89
Error	15	18.04	1.20			
Total	19	396.76				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 18.70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงจำนวน sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 32 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*				
(ppm)	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
0	11.8	16.1	14.0	10.6	13.13
1,000	6.6	5.3	7.6	5.3	6.20
1,500	3.7	4.9	4.0	4.2	4.20
2,000	3.9	3.6	3.5	3.2	3.55
2,500	3.3	3.4	2.9	3.1	3.18

ตารางภาคผนวกที่ 7.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 32 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	4	272.06	68.02	45.01**	3.06	4.89
Error	15	22.67	1.51			
Total	19	294.73				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 20.33 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงจำนวน sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง

ซิลิคอน (ppm)	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*				
	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
0	15.5	13.6	14.4	14.6	14.53
1,000	8.0	8.2	5.5	5.2	6.73
1,500	6.7	6.8	5.7	8.1	6.83
2,000	3.5	4.1	4.6	3.8	4.00
2,500	3.5	3.0	3.0	3.4	3.23

ตารางภาคผนวกที่ 8.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	4	319.86	79.96	90.66**	3.06	4.89
Error	15	13.23	0.88			
Total	19	333.09				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 13.17 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 40 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*				
(ppm)	R1	R2	R3	R4	เฉลี่ย
0	16.0	15.2	14.8	13.3	14.83
1,000	9.0	8.6	8.4	7.6	8.40
1,500	6.9	7.1	7.4	8.3	7.43
2,000	5.5	6.1	4.9	5.1	5.40
2,500	5.2	5.4	4.8	5.6	5.25

ตารางภาคผนวกที่ 9.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 40 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	4	244.22	61.06	126.56**	3.06	4.89
Error	15	7.23	0.48			
Total	19	251.45				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 13.17 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางภาคผนวกที่10 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 60 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*			
(ppm)	R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	27.2	25.1	22.8	25.03
500	17.3	15.1	16.4	16.27
1,000	1.5	2.1	1.4	2.83
1,500	1.2	1.7	1.6	1.70
2,000	0	0	0	0.43
2,500	0.	0	0	0.33
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 10.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 60 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	1776.80	296.13	339.45**	2.85	4.46
Error	14	21.21	0.87			
Total	20	1789.01				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 14.11 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*			
(ppm)	R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	39.5	41.3	38.2	39.67
500	20.1	23.5	26.6	11.03
1,000	2.6	1.9	2.1	2.70
1,500	1.7	1.8	1.6	1.63
2,000	0.2	0.3	0.2	0.37
2,500	0.	0	0	0.40
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 11.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	3781.88	630.31	589.60**	2.85	4.46
Error	14	14.97	1.07			
Total	20	3796.84				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 14.11 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 84 ชั่วโมง

ซิลิคอน (ppm)	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*			
	R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	72.3	68.5	74.4	71.73
500	7.5	8.4	8.3	8.07
1,000	2.6	1.9	2.1	2.20
1,500	1.7	1.8	1.6	1.70
2,000	0.2	0.3	0.2	0.23
2,500	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 12.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 84 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	12636.38	2106.06	1580.11**	2.85	4.46
Error	14	18.66	1.33			
Total	20	12655.04				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 14.11 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 96 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*			
(ppm)	R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	75.1	74.8	79.2	76.37
500	5.2	8.4	7.5	7.03
1,000	1.5	2.1	1.4	1.67
1,500	1.2	1.7	1.6	1.50
2,000	0	0	0	0
2,500	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 13.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 6 วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 96 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	14447.47	2407.91	1876.99**	2.85	4.46
Error	14	17.96	1.28			
Total	20	14465.43				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 14.11 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 60 ชั่วโมง

ซิลิคอน (ppm)	จำนวน sporangium ใน 1 field (x100) ของเชื้อรา *P. parasitica*			
	R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	20.1	22.4	21.2	21.23
500	13.4	12.8	13.1	13.10
1,000	1.4	1.5	1.7	1.53
1,500	0.2	0.4	0.4	0.33
2,000	0.2	0.3	0.3	0.27
2,500	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 14.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 60 ชั่วโมง

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	1305.07	217.51	1047.65**	2.85	4.46
Error	14	2.91	0.21			
Total	20	1307.98				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 8.64 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*			
(ppm)	,R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	40.5	42.9	46.7	43.37
500	10.7	10.5	9.7	10.30
1,000	1.9	1.7	1.3	1.63
1,500	0.4	0.3	0.3	0.33
2,000	0.4	0.1	0.2	0.23
2,500	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 15.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	4631.17	771.86	531.10**	2.85	4.46
Error	14	20.35	1.45			
Total	20	4651.51				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 15.16 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 84 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*			
(ppm)	R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	70.1	64.3	65.7	66.7
500	7.5	8.3	7.8	7.87
1,000	1.2	1.4	1.6	1.4
1,500	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0
2,500	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 16.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthiora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 84 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	11064.95	1844.16	1378.69**	2.85	4.46
Error	14	18.73	1.34			
Total	20	11083.67				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 10.60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 96 ชั่วโมง

ซิลิคอน	จำนวน sporangium ของเชื้อรา *P. parasitica*			
(ppm)	R1	R2	R3	เฉลี่ย
0	79.1	71.28	78.3	76.236
500	5.1	4.2	4.2	4.5
1,000	0.1	0.1	0.3	0.17
1,500	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0
2,500	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 17.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวน Sporangium ที่สร้างโดยเชื้อรา *Phytophthora parasitica* อายุ 12วัน ที่เจริญในอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 96 ชั่วโมง

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	14687.89	2447.98	911.70 **	2.85	4.46
Error	14	37.59	2.69			
Total	20	14725.48				

** = Highly significant at 1% Level

C.V. = 13.93 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงความสูงของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 21 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	22	20	18	18	18	21	20	17	16	16
	Ventura	22	20	19	25	19	17	21	23	23	22
100	Jessica	16	22	23	17	26	23	22	21	22	17
	Ventura	24	24	23	24	23	22	23	23	20	20
200	Jessica	23	20	23	21	21	20	22	20	22	21
	Ventura	21	24	18	23	21	21	22	20	20	20

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	18	19	20	18	18	19	20	17	18.61
	Ventura	19	18	22	19	25	26	23	22	20.56
100	Jessica	24	21	14	24	18	22	21	17	20.56
	Ventura	24	20	20	20	24	21	18	21	21.89
200	Jessica	21	23	20	21	23	20	19	19	21.06
	Ventura	21	21	21	21	18	20	19	18	20.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงต้นแตงกวาญี่ปุ่น 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 21 วัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	115.79	23.16	4.94**	2.31	3.21
A	2	27.56	13.78	2.94^{ns}	3.09	4.82
B	1	37.93	37.93	8.09**	3.93	6.89
AxB	2	50.30	25.15	5.36**	3.09	4.82
Error	102	8732.39	4.69			
Total	107	12039.66				

C.V. = 10.48 %

ns = non significant

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวาญี่ปุ่น 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวาญี่ปุ่นพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวาญี่ปุ่นพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงความสูงของต้นแตงกวาขุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 28 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	66	49	56	54	53	61	53	51	51	46
	Ventura	45	61	69	79	68	57	57	80	72	60
100	Jessica	51	47	71	59	79	71	63	65	67	49
	Ventura	76	79	80	86	76	77	72	80	61	70
200	Jessica	66	63	79	89	66	61	66	62	62	63
	Ventura	83	71	59	73	73	73	57	61	64	61

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	51	59	54	63	45	62	50	47	53.94
	Ventura	68	64	71	61	65	71	69	71	66.00
100	Jessica	73	47	47	66	52	54	56	55	59.56
	Ventura	73	59	71	65	74	56	70	66	71.72
200	Jessica	58	62	48	42	55	53	46	50	60.61
	Ventura	61	50	42	48	62	61	56	47	61.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวาญี่ปุ่น 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 28 วัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	3307.27	661.45	7.73**	2.31	3.21
A	2	663.63	331.81	3.88*	3.09	4.82
B	1	1850.08	1850.08	21.61**	3.93	6.89
AxB	2	793.56	396.78	4.63*	3.09	4.82
Error	102	8732.39	85.61			
Total	107	12039.66				

C.V. = 14.89 %

* = significant at 5% level

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวาญี่ปุ่น 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวาญี่ปุ่นพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวาญี่ปุ่นพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงความสูงของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 30 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	89	66	76	76	72	77	75	66	70	64
	Ventura	63	80	82	100	92	78	75	99	97	76
100	Jessica	70	61	90	77	95	93	84	81	85	65
	Ventura	91	102	100	106	99	102	96	94	81	88
200	Jessica	86	85	101	81	85	82	85	75	78	77
	Ventura	110	94	81	95	94	94	61	86	87	76

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	73	80	75	89	64	79	69	63	73.50
	Ventura	86	87	94	80	87	90	89	91	76.17
100	Jessica	90	58	67	81	68	67	71	68	76.17
	Ventura	92	76	93	84	94	71	89	88	91.44
200	Jessica	73	83	59	58	71	66	61	65	76.17
	Ventura	78	63	6 2	61	74	72	73	58	78.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวาฮุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 30 วัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	4306.19	861.24	7.22**	2.31	3.21
A	2	735.24	367.62	3.08^{ns}	3.09	4.82
B	1	2780.59	2780.59	23.30**	3.93	6.89
AxB	2	790.35	395.18	3.31*	3.09	4.82
Error	102	12174.44	119.36			
Total	107	16480.63				

C.V. = 13.66 %

ns = non significant

* = significant at 5% level

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวาฮุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวาฮุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวาฮุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงความสูงของต้นแตงกวาชุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่าง ๆ อายุ 32 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	106	87	95	98	92	97	93	88	88	82
	Ventura	82	103	98	99	109	93	97	122	123	98
100	Jessica	89	82	109	100	115	116	104	103	114	86
	Ventura	102	110	120	133	116	117	118	117	104	116
200	Jessica	117	97	114	97	113	107	111	101	100	95
	Ventura	131	120	107	115	119	116	89	109	102	94

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	92	95	96	110	89	100	93	80	93.39
	Ventura	103	109	113	99	108	114	111	113	105.22
100	Jessica	112	77	87	103	83	92	96	90	96.67
	Ventura	106	101	114	108	117	86	104	111	111.11
200	Jessica	91	100	82	76	93	85	78	78	96.39
	Ventura	100	81	75	72	98	93	97	70	99.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวาฮุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 32 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	3800.82	760.16	5.18**	2.31	3.21
A	2	820.35	410.18	2.80^{ns}	3.09	4.82
B	1	2436.75	2436.75	16.61**	3.93	6.89
AxB	2	543.72	271.86	1.85^{ns}	3.09	4.82
Error	102	14959.72	146.66			
Total	107	18760.55				

C.V. = 10.96 %

ns = non significant

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวาฮุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวาฮุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวาฮุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงความสูงของต้นแตงกวาขุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 34 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	134	115	119	123	119	115	120	118	102	101
	Ventura	104	131	129	125	130	115	119	144	154	119
100	Jessica	110	101	133	120	148	143	134	130	138	108
	Ventura	138	137	150	155	137	146	144	140	128	138
200	Jessica	142	115	158	125	136	138	138	126	121	110
	Ventura	140	146	137	140	142	133	113	124	128	116

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	110	116	121	131	115	117	120	101	116.50
	Ventura	126	130	139	125	131	142	139	139	130.06
100	Jessica	144	95	105	128	101	117	120	121	122.00
	Ventura	138	127	141	124	138	107	127	126	135.61
200	Jessica	115	127	103	90	117	107	97	97	120.11
	Ventura	126	103	95	97	111	110	116	82	119.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวาญุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 34 วัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	8344.43	1668.89	7.91**	2.31	3.21
A	2	1418.02	709.01	3.36*	3.09	4.82
B	1	2187.00	2187.00	10.37**	3.93	6.89
AxB	2	1134.39	567.19	2.69^{ns}	3.09	4.82
Error	102	21514.44	210.93			
Total	107	26253.85				

C.V. = 11.70 %

ns = non significant

* = significant at 5% level

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 ; Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวาญุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวาญุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวาญุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงความสูงของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 36 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	159	143	144	149	146	140	149	131	130	125
	Ventura	133	160	152	152	155	139	141	168	180	147
100	Jessica	137	132	160	155	180	180	160	155	179	136
	Ventura	170	161	181	190	170	190	180	182	153	172
200	Jessica	179	146	172	149	158	173	164	148	154	143
	Ventura	186	181	162	161	169	155	140	160	164	147

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	132	143	150	158	140	155	146	130	142.78
	Ventura	155	155	170	152	165	162	168	177	157.28
100	Jessica	182	122	130	156	131	142	151	143	151.72
	Ventura	159	154	194	158	192	130	158	172	170.33
200	Jessica	143	150	130	123	142	140	128	120	147.89
	Ventura	150	128	124	120	149	137	150	105	149.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 36 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	8354.56	1670.91	6.09**	2.31	3.21
A	2	3326.17	1663.08	6.06**	3.09	4.82
B	1	3582.26	3582.26	13.05**	3.93	6.89
AxB	2	1446.13	723.06	2.63^{ns}	3.09	4.82
Error	102	28006.11	274.57			
Total	107	36360.67				

C.V. = 10.80 %

ns = non significant

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงความสูงของต้นแตงกวาอุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 38 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	192	174	177	180	178	168	169	155	154	154
	Ventura	160	198	192	197	190	168	155	203	208	174
100	Jessica	170	161	199	185	202	202	185	188	194	162
	Ventura	203	195	215	220	198	202	202	192	182	195
200	Jessica	245	200	240	212	232	222	231	206	219	196
	Ventura	213	250	191	197	184	184	165	192	193	181

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	168	176	181	198	178	185	177	165	173.83
	Ventura	186	189	202	186	193	200	205	205	189.50
100	Jessica	199	150	150	185	150	172	174	174	177.89
	Ventura	189	199	210	190	204	158	191	189	196.33
200	Jessica	197	226	183	187	199	192	195	185	209.28
	Ventura	176	147	154	147	181	170	171	126	176.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวา ยุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 38 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	17207.78	3441.56	11.54**	2.31	3.21
A	2	2267.56	1133.78	3.80*	3.09	4.82
B	1	5.33	5.33	0.02^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	14934.89	7467.44	25.04**	3.09	4.82
Error	102	30418.89	298.22			
Total	107	47626.67				

C.V. = 9.19 %

ns = non significant

* = significant at 5% level

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงความสูงของต้นแตงกวาฮุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 40 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	204	205	200	212	210	200	215	195	182	188
	Ventura	200	204	223	231	213	195	155	240	240	202
100	Jessica	200	188	223	214	228	222	227	212	228	193
	Ventura	238	216	260	240	250	237	251	236	225	210
200	Jessica	245	200	240	212	232	222	231	206	219	196
	Ventura	232	240	227	230	216	198	214	235	214	203

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	200	206	216	230	220	219	203	198	205.72
	Ventura	220	228	236	220	250	235	244	219	220.83
100	Jessica	235	176	186	210	178	215	218	193	208.11
	Ventura	240	206	209	230	207	223	236	225	230.11
200	Jessica	197	226	183	187	199	192	195	185	207.61
	Ventura	216	185	180	176	214	199	206	152	207.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูง ของต้นแตงกวาฤโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 40 วัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	8791.78	1758.36	4.67**	2.31	3.21
A	2	2380.67	1190.33	3.16*	3.09	4.82
B	1	4131.70	4131.70	10.98**	3.93	6.89
AxB	2	2279.41	1139.70	3.03^{ns}	3.09	4.82
Error	102	38366.22	376.14			
Total	107	47158.00				

C.V. = 9.07 %

ns = non significant

* = significant at 5% level

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวาฤโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวาฤโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวาฤโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงความสูงของต้นแตงกวาชุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 42 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	243	222	234	239	220	230	236	213	216	209
	Ventura	210	249	241	229	244	219	155	247	253	217
100	Jessica	238	216	260	240	250	237	251	236	225	210
	Ventura	236	260	273	275	245	263	260	236	235	245
200	Jessica	272	226	264	228	240	244	260	220	242	221
	Ventura	260	226	237	263	228	210	233	240	248	235

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	224	238	241	241	228	238	225	216	228.50
	Ventura	234	240	256	240	256	240	265	250	235.83
100	Jessica	240	206	209	230	207	223	236	225	229.94
	Ventura	238	234	254	231	250	211	238	233	245.39
200	Jessica	231	240	213	192	223	219	201	202	229.89
	Ventura	234	218	212	198	229	219	214	177	227.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวา ยุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 42 วัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	4320.19	864.04	2.39*	2.31	3.21
A	2	1602.30	801.15	2.21^{ns}	3.09	4.82
B	1	1160.33	1160.33	3.20^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	1557.56	778.78	2.15^{ns}	3.09	4.82
Error	102	36944.33	362.20			
Total	107	41264.52				

C.V. = 8.17 %

ns = non significant

* = significant at 5% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงความสูงของต้นแตงกวาชุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 44 วัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	270	246	262	252	257	251	265	264	249	242
	Ventura	238	274	258	265	253	250	155	277	276	242
100	Jessica	255	254	284	265	270	281	276	283	276	255
	Ventura	287	286	305	300	282	314	283	259	269	260
200	Jessica	295	249	290	250	260	265	288	267	266	242
	Ventura	292	280	277	284	263	245	266	265	256	260

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความสูงต้นแตงกวา (ซม./ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	252	270	262	249	249	268	250	230	254.89
	Ventura	261	270	277	271	261	288	272	260	258.22
100	Jessica	260	237	245	260	239	252	261	258	261.72
	Ventura	279	270	290	268	279	234	270	285	278.89
200	Jessica	249	265	240	233	252	245	229	236	256.72
	Ventura	255	242	252	226	256	238	242	210	264.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของต้นแตงกวา ยุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ อายุ 44 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	7349.42	1469.88	3.84**	2.13	3.21
A	2	4593.17	2296.58	6.00**	3.09	4.82
B	1	1180.08	1180.08	3.08^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	1576.17	788.08	2.06^{ns}	3.09	4.82
Error	102	39048.83	382.83			
Total	107	46398.25				

C.V. = 7.50 %

ns = non significant

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงอายุการออกดอกของต้นแตงกวาชุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	อายุการออกดอก (วัน)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	49	36	48	52	52	48	49	52	51	36
	Ventura	45	51	49	42	48	49	48	51	52	51
100	Jessica	51	51	52	52	52	53	53	52	52	55
	Ventura	47	52	52	52	52	52	52	53	54	52
200	Jessica	47	52	49	47	49	52	48	52	49	41
	Ventura	39	50	52	52	53	41	52	51	49	42

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	อายุการออกดอก (วัน)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	52	52	52	42	49	43	49	52	48
	Ventura	51	50	42	48	48	48	45	48	48
100	Jessica	50	59	59	53	52	51	54	53	53
	Ventura	52	53	52	55	54	52	40	45	51
200	Jessica	43	50	48	48	52	41	48	48	48
	Ventura	51	46	48	41	52	51	51	43	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 28.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของแสดงอายุการออกดอกของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	42.16	85.03	5.71**	2.13	3.21
A	2	394.80	197.40	13.24**	3.09	4.82
B	1	8.90	8.90	0.60^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	21.46	10.73	0.72^{ns}	3.09	4.82
Error	102	1520.28	14.90			
Total	107	1945.44				

C.V. = 7.84 %

ns = non significant

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงอายุการเก็บเกี่ยวของต้นแตงกวาชุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

สารละลายซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	66	53	65	69	69	65	66	69	68	53
	Ventura	62	66	66	59	65	66	65	68	69	68
100	Jessica	68	68	69	69	69	70	70	69	69	72
	Ventura	64	69	69	69	69	69	69	70	71	69
200	Jessica	64	69	66	64	66	69	65	69	66	58
	Ventura	56	67	69	69	70	58	69	68	66	59

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	69	69	69	59	66	60	66	69	65
	Ventura	68	67	59	65	65	65	62	65	65
100	Jessica	67	76	76	70	69	68	71	70	70
	Ventura	69	70	69	72	71	69	57	62	68
200	Jessica	60	67	65	65	69	58	65	65	65
	Ventura	68	63	65	58	69	68	68	60	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุการเก็บเกี่ยวของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	430.42	86.08	5.80**	2.13	3.21
A	2	400.17	200.08	13.49**	3.09	4.82
B	1	10.08	10.08	0.68^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	20.17	10.08	0.68^{ns}	3.09	4.82
Error	102	1512.50	14.82			
Total	107	1942.92				

C.V. = 5.80 %

ns = non significant

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงน้ำหนักต้นสดของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักต้นสด (กรัม/ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	183	171	172	175	174	177	0	180	181	185
	Ventura	190	175	219	170	160	161	169	178	167	217
100	Jessica	168	185	122	155	177	185	174	175	199	151
	Ventura	159	178	204	193	151	180	175	222	174	155
200	Jessica	168	185	122	155	177	185	174	175	199	151
	Ventura	174	184	189	192	152	151	150	161	174	168

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักต้นสด (กรัม/ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	182	195	176	183	179	186	185	190	170.78
	Ventura	179	182	181	173	183	199	190	188	171.61
100	Jessica	150	165	174	190	160	162	131	166	172.44
	Ventura	206	144	186	179	170	146	197	163	176.78
200	Jessica	179	182	196	181	173	176	177	149	172.44
	Ventura	185	170	194	186	165	170	165	155	171.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 30.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักต้นสดของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	418.73	83.75	0.09 ns	2.13	3.21
A	2	233.46	116.73	0.13 ns	3.09	4.82
B	1	134.57	50.70	0.06 ns	3.93	6.89
AxB	2	93171.67	67.29	0.07 ns	3.09	4.82
Error	102	93590.41	913.45			
Total	107	1942.92				

C.V. = 17.58 %

ns = non significant

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงน้ำหนักต้นแห้งของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม/ต้น)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	22	21	18	23	20	18	0	26	26	24
	Ventura	20	23	24	21	20	21	0	24	22	20
100	Jessica	23	24	21	21	19	22	21	22	22	23
	Ventura	22	22	26	25	20	21	19	30	19	19
200	Jessica	20	22	22	20	24	23	24	22	24	20
	Ventura	23	25	28	28	23	18	19	20	20	18

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม/ต้น)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	20	29	16	23	20	27	22	21	20.89
	Ventura	22	22	24	22	22	20	21	22	20.56
100	Jessica	22	22	21	22	20	21	19	22	21.50
	Ventura	27	20	20	19	17	26	21	20	21.82
200	Jessica	21	24	22	22	25	19	19	19	21.78
	Ventura	26	18	25	20	18	20	20	20	21.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักต้นแห้งของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	24.02	4.80	0.30^{ns}	2.13	3.21
A	2	21.87	10.94	0.68^{ns}	3.09	4.82
B	1	0.10	0.10	0.01^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	2.05	1.03	0.06^{ns}	3.09	4.82
Error	102	1639.20	16.07			
Total	107	1663.22				

C.V. = 18.48 %

ns = non significant

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 32 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางผลที่ 1 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักผลที่ 1 (ซม./ผล)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	4.4	4.1	4.5	4.7	4.3	4.8	4.6	4.2	4.3	3.9
	Ventura	3.0	4.5	4.3	3.3	4.8	4.1	4.0	3.8	4.5	4.2
100	Jessica	4.1	4.3	4.4	4.4	4.2	4.4	4.3	4.6	4.5	4.1
	Ventura	3.9	4.4	4.6	4.8	4.6	3.8	4.5	4.1	3.6	4.2
200	Jessica	4.5	4.0	3.8	4.5	4.3	4.2	4.2	4.2	4.1	3.9
	Ventura	4.6	4.4	4.2	4.3	4.0	3.9	4.3	3.9	4.0	2.9

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	เส้นผ่าศูนย์กลางผลที่ 1 (ซม./ผล)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	4.4	4.2	4.5	4.4	4.2	4.8	4.5	4.9	4.43
	Ventura	4.1	4.2	3.0	4.0	4.4	3.9	4.2	4.6	4.05
100	Jessica	4.1	4.3	3.6	4.4	4.2	3.8	4.3	4.1	4.23
	Ventura	4.3	3.5	4.6	3.8	4.4	4.4	3.0	3.8	4.13
200	Jessica	3.7	4.3	4.0	4.0	4.1	3.6	4.7	4.2	4.26
	Ventura	4.0	3.5	4.2	2.7	3.0	4.3	3.4	4.7	4.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 32.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่าศูนย์กลางผลที่ 1 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	3.37	0.67	3.96**	2.13	3.21
A	2	0.95	0.47	2.77^{ns}	3.09	4.82
B	1	1.47	1.47	8.57**	3.93	6.89
AxB	2	0.95	0.17	1.02^{ns}	3.09	4.82
Error	102	17.50	0.17			
Total	107	20.27				

C.V. = 9.99 %

ns = non significant

** = highly significant at 1% level

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางผลที่ 2 (ซม./ผล) ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	เส้นผ่าศูนย์กลางผลที่ 2 (ซม./ผล)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	-	4.2	4.2	-	3.8	4.6	-	-	-	4.0
	Ventura	3.2	4.0	4.4	4.6	4.1	4.3	-	-	4.5	4.1
100	Jessica	4.1	4.2	4.1	3.8	4.4	4.3	4.3	3.8	4.1	4.2
	Ventura	4.3	4.4	4.3	4.2	4.0	3.6	4.0	4.9	3.9	3.9
200	Jessica	4.6	3.8	3.7	4.0	4.4	4.2	3.6	3.7	4.7	4.1
	Ventura	4.7	4.2	4.0	4.2	3.9	3.8	4.1	3.6	4.0	4.2

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	เส้นผ่าศูนย์กลางผลที่ 2 (ซม./ผล)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย 1/
0	Jessica	-	4.0	4.0	4.9	-	3.9	4.4	3.9	4.17
	Ventura	4.1	4.2	2.4	4.1	3.1	3.9	3.8	3.8	4.09
100	Jessica	2.8	3.9	4.0	4.4	4.0	3.6	4.2	4.2	4.04
	Ventura	4.1	4.2	4.4	3.9	3.9	4.1	5.0	4.3	4.16
200	Jessica	4.3	3.7	4.0	3.9	4.6	4.2	3.8	3.7	4.06
	Ventura	4.5	4.2	4.0	4.0	4.1	4.2	3.9	3.5	4.06

1/ = เฉลี่ยจากจำนวนผลที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 34 แสดงความยาวผลที่ 1 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความยาวผลที่ 1 (ซม./ผล)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	32	25	32	33	31	30	31	32	36	23
	Ventura	22	30	34	22	37	31	32	34	36	33
100	Jessica	32	32	30	30	31	25	31	37	33	31
	Ventura	29	29	30	34	34	34	33	33	33	36
200	Jessica	31	33	35	33	32	32	30	32	30	19
	Ventura	34	33	32	32	29	31	26	27	34	24

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความยาวผลที่ 1 (ซม./ผล)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	30	31	35	32	30	35	30	31	30.92
	Ventura	32	34	15	33	30	32	35	34	30.86
100	Jessica	30	30	29	30	27	31	30	29	30.46
	Ventura	34	26	36	31	30	33	21	32	31.58
200	Jessica	19	30	28	32	31	24	31	31	29.6
	Ventura	31	23	34	25	30	32	29	22	29.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 34.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่าศูนย์กลางผลที่ 1 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	66.77	13.35	0.83 ^{ns}	2.13	3.21
A	2	54.62	27.31	1.69 ^{ns}	3.09	4.82
B	1	1.76	1.76	0.11 ^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	10.39	5.20	0.32 ^{ns}	3.09	4.82
Error	102	1646.16	16.14			
Total	107	1712.93				

C.V. = 13.17 %

ns = non significant

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงเส้นความยาวผลที่ 2 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความยาวผลที่ 2 (ซม./ผล)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	-	30	30	-	25	31	-	-	-	28
	Ventura	19	30	34	36	27	35	-	-	32	31
100	Jessica	30	30	30	29	21	21	29	30	32	31
	Ventura	32	28	35	36	35	28	31	33	32	31
200	Jessica	29	30	31	29	18	33	29	32	32	26
	Ventura	31	29	30	32	29	31	31	30	27	32

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	ความยาวผลที่ 2 (ซม./ผล)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย 1/
0	Jessica	-	32	31	31	-	30	20	29	28.84
	Ventura	36	31	23	33	34	30	31	28	32.33
100	Jessica	21	30	27	31	30	30	33	28	28.46
	Ventura	29	31	30	30	32	32	32	30	31.54
200	Jessica	32	28	29	29	30	30	31	31	29.38
	Ventura	30	31	32	30	28	34	31	29	30.33

1/ = เฉลี่ยจากจำนวนผลที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 36 แสดงน้ำหนักผลที่ 1 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักผลที่ 1 (กรัม/ผล)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	371	215	395	386	376	321	399	395	433	172
	Ventura	128	371	475	136	544	351	335	366	452	408
100	Jessica	362	360	389	363	443	334	395	445	440	370
	Ventura	313	360	356	458	455	354	460	376	307	409
200	Jessica	416	415	383	461	422	389	355	389	375	181
	Ventura	475	493	367	393	395	361	411	306	356	256

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักผลที่ 1 (กรัม/ผล)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย
0	Jessica	369	360	445	423	355	417	321	444	366.51
	Ventura	371	420	112	438	370	346	432	473	362.68
100	Jessica	364	349	251	390	319	331	367	303	365.28
	Ventura	399	255	443	309	323	349	136	349	356.17
200	Jessica	156	389	300	425	492	192	411	378	362.72
	Ventura	331	235	371	248	221	344	231	256	336.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 36.1 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักผลที่1 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

SOV	Df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	5	11755.84	2351.17	0.31^{ns}	2.13	3.21
A	2	4490.19	2245.09	0.30^{ns}	3.09	4.82
B	1	4699.20	4699.20	0.63^{ns}	3.93	6.89
AxB	2	2566.45	1283.23	0.17^{ns}	3.09	4.82
Error	102	763330.10	7483.63			
Total	107	775085.90				

C.V. = 24.17 %

ns = non significant

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ คือ

a1 : Si 0 ppm

a2 : Si 100 ppm

a3 : Si 200 ppm

ปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวายุโรป 2 พันธุ์ คือ

b1 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Jessica

b2 : แตงกวายุโรปพันธุ์ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 37 แสดงน้ำหนักผลที่ 2 ของต้นแตงกวายุโรป 2 พันธุ์ ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักผลที่ 2 (กรัม/ผล)									
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	Jessica	-	351	340	-	328	314	-	-	-	394
	Ventura	111	341	432	489	266	452	-	-	391	351
100	Jessica	369	400	343	241	337	379	332	390	362	145
	Ventura	359	340	436	356	410	305	396	359	373	269
200	Jessica	404	395	391	240	189	462	369	371	461	288
	Ventura	376	327	337	367	317	328	396	281	282	367

ซิลิคอน (ppm)	พันธุ์	น้ำหนักผลที่ 2 (กรัม/ผล)								
		ต้นที่ 11	12	13	14	15	16	17	18	เฉลี่ย 1/
0	Jessica	-	370	385	343	-	290	165	336	337.8
	Ventura	389	330	117	401	394	325	314	197	331.2
100	Jessica	351	330	359	317	269	371	352	388	335.3
	Ventura	318	321	303	311	344	341	453	330	351.3
200	Jessica	436	304	310	312	338	369	367	351	353.2
	Ventura	316	368	352	342	345	399	322	284	339.2

1/ = เฉลี่ยจากจำนวนผลที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้