สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของ Salicylic acid, β–aminobutyric acid และ Methyl jasmonate ต่อโรคใบจุดในต้นกล้ามะเขือเทศ

Effects of Salicylic acid, β–aminobutyric acid and Methyl jasmonate on leaf spot disease of tomato seedling

T 102927

โดย

นางสาวสุกัญญา อภิวงศ์

Miss Sukanya Aphiwong

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Plant Pest Management Technology

Faculty of Agricultural Technology

ปพ.
สภ391ผ
2550

เลขหมู่.....102927.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....20 ส.ค. 2552

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพ (10520)

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntaharn Ladkrabang
Bangkok, Thailand (10520)

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.12045160
i.....

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของ Salicylic acid, β–aminobutyric acid และ Methyl jasmonate ต่อโรคใบจุดในต้นกล้ามะเขือเทศ

Effects of Salicylic acid, β–aminobutyric acid and Methyl jasmonate on leaf spot disease of tomato seedling

โดย

นางสาวสุกัญญา อภิวงศ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ผลของ Salicylic acid, β–aminobutyric acid และ Methyl jasmonate ต่อโรคใบจุดในต้นกล้ามะเขือเทศ

Effects of Salicylic acid, β–aminobutyric acid and Methyl jasmonate on leaf spot disease of tomato seedling

โดย

นางสาวสุกัญญา อภิวงศ์

ได้รับความเห็นชอบโดย

.....

ผศ.ดร.พรหมมาศ คูหากาญจน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

รศ.ชวาลา บุรณศิริ

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 17 เดือน ม.ค. พ.ศ. 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ผลของ Salicylic acid, β–aminobutyric acid และ Methyl jasmonate ต่อโรคใบจุดในต้นกล้ามะเขือเทศ

โดย : นางสาวสุกัญญา อภิวงศ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..../...../.....

(ผศ.ดร.พรหมมาศ คูหากาญจน์)

ศึกษาการชักนำพืชให้เกิดความต้านทาน (induced resistance) กับมะเขือเทศทั้งที่ปลูกในดินและระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ด้วยสาร 3 ชนิด คือ Salicylic acid (SA), β–aminobutyric acid (BABA) และ Methyl jasmonate (MeJA) โดยการสเปรย์สารดังกล่าวลงบนใบพืชด้วยความเข้มข้น 3 ความเข้มข้น คือ 1 mM, 0.1 mM และ 0.01 mM ตามลำดับ ผลการทดสอบเบื้องต้นบนใบมะเขือเทศที่เก็บออกมาจากต้นพบว่าโรคใบจุดจะถูกยับยั้งดีที่สุดด้วย SA และที่ความเข้มข้น 0.01 mM เมื่อเปรียบเทียบกับ control ส่วนการทดสอบบนต้นกล้ามะเขือเทศพบว่า BABA ที่ความเข้มข้น 0.01 mM และ MeJA ที่ความเข้มข้น 1.0 mM มีผลในการยับยั้งโรคใบจุดได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Effects of Salicylic acid, β–aminobutyric acid and Methyl jasmonate on leaf spot disease of tomato seedling

By : Miss Sukanya Aphiwong

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : 17/3/2008

(Asst. Professor. Dr. Prommart Koohakan)

Induced resistance in tomato seedling by chemical elicitors, namely Salicylic acid (SA), β-aminobutyric acid (BABA) and Methyl jasmonate (MeJA) was studied. Those elicitors were applied into the experimental plants by spraying on the leaf at concentration of 1 mM, 0.1 mM and 0.01 mM, respectively. According to the pretest on detached leaf, leaf spot symptom was suppressed by SA at concentration of 0.01 mM compared with control. In the real experiment on tomato seedling, the result showed that the effective elicitors were BABA at concentration of 0.01 mM and MeJA at concentration of 1.0 mM, which suppressed leaf spot symptom clearly compared with control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.พรหมมาศ คูหากาญจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆและช่วยเหลือค่าใช้จ่ายต่างๆในระหว่างทำการทดลองจนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จลงอย่างเรียบร้อยและสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆ ที่สามารถทำให้ข้าพเจ้านำความรู้มาใช้ในปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอขอบคุณ บิดา มารดา และน้องสาว ที่เอื้อเฟื้อและสนับสนุนในด้านการอำนวยความสะดวกสำหรับเก็บตัวอย่างโรคในมะเขือเทศ และให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณพิสมัย เรืองบุบผา และ คุณชัชฎา ยังนิตย์ เจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการโรคพืชที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ต่างๆสำหรับใช้ในการทดลองและให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณจักรพงษ์ หรั่งเจริญ ที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทดลอง อุปกรณ์ต่างๆ และให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับปัญหาพิเศษนี้ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณศุภธร เป็นมั่นคง ที่ให้ช่วยเหลือในการจัดเตรียมต้นกล้ามะเขือเทศและวิธีการต่างๆในการทดลอง มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้**ขอขอบคุณ**เพื่อนๆทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการทำงานในห้องปฏิบัติการโรคพืช และให้คำแนะนำต่างๆจนปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวสุกัญญา อภิวงศ์

มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
คำนิยม	iii
สารบัญ	iv
สารบัญภาพ	v
สารบัญตาราง	vi
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	25
ผลการทดลอง	33
วิจารณ์ผลทดลอง	40
สรุปผลการทดลอง	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของใบมะเขือเทศที่นำมาแยกเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคใบจุด	27
2	ลักษณะต้นกล้ามะเขือเทศ (พืชทดสอบ)	30
3	ระดับความรุนแรงและค่าดัชนีการเกิดโรคของอาการบนใบมะเขือเทศ ตั้งแต่ 0 - 5	31
4	ระดับความรุนแรงและค่าดัชนีการเกิดโรคของอาการบนใบมะเขือเทศ ตั้งแต่ 0 - 4	32
5	ลักษณะเชื้อรา *Helminthosporium* sp.	33
6	ลักษณะของเชื้อราสาเหตุของโรคใบจุด	34
7	อาการของต้นพืชทดสอบหลังการปลูกเชื้อเมื่อปล่อยทิ้งไว้นานจะเกิดอาการเหลือง และไหม้	35
8	ความรุนแรงอาการเกิดโรคในแต่ละ treatment เมื่อทำการทรีตสาร 48 hr ก่อนการปลูกเชื้อที่โดยทำการเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 3 วันและ5 วันหลังการปลูกเชื้อ	37
9	ความรุนแรงอาการเกิดโรคในแต่ละ treatment เมื่อทำการทรีตสาร 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อที่โดยทำการเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 3 วันและ5 วันหลังการปลูกเชื้อ	37
10	อัตราการเกิดโรคของแต่ละ treatment สำหรับ crop1 เช็คผลที่ระยะเวลา 4 วัน และ 8 วันหลังการปลูกเชื้อ	38
11	อัตราการเกิดโรคของแต่ละ treatment สำหรับ crop2 เช็คผลที่ระยะเวลา 4 วัน และ 8 วันหลังการปลูกเชื้อ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายชื่อโรคของมะเขือเทศที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา	11
2	ค่าดัชนีการเกิดโรค (0-5) ของอาการบนใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารทั้ง 48 hr และ 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อโดยทำการตรวจเช็ค ที่ระยะเวลา 3 วันและ 5 วัน	36

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ข้อมูลดิบในการประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารทั้ง 48 hr และ 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อโดยทำการตรวจเช็ค ที่ระยะเวลา 3 วันและ 5 วัน	49
2	อัตราความรุนแรงของโรคที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารทั้ง 48 hr และ 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อโดยทำการตรวจเช็ค ที่ระยะเวลา 3 วันและ 5 วัน	53
3	ข้อมูลดิบในการประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารก่อนการปลูกเชื้อ โดยทำการตรวจเช็คที่ระยะเวลา 4 วันและ 8 วัน (การทดลองจริง crop1)	54
4	ข้อมูลดิบในการประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารก่อนการปลูกเชื้อ โดยทำการตรวจเช็คที่ระยะเวลา 4 วันและ 8 วัน (การทดลองจริง crop2)	58
5	การเปรียบเทียบอัตราความรุนแรงที่ทำให้เกิดโรคใบจุดบนใบมะเขือเทศ ของ crop1 และ crop2 โดยทำการทรีตสารก่อนการปลูกเชื้อ และทำการตรวจเช็คที่ระยะเวลา 4 วันและ 8 วัน	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

มะเขือเทศมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. เป็นพืชในวงศ์ Solanaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณอเมริกากลางและใต้ โดยมีการเพาะปลูกเป็นประเทศแรกที่ประเทศเม็กซิโก (นิพนธ์, 2523) มะเขือเทศเป็นผักที่มีความสำคัญอันดับที่ 3 ของโลกรองจากมันฝรั่งและมันเทศ เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการผลิตเป็นอันดับ 1 ของโลก ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามะเขือเทศเป็นผักที่มีความ สำคัญมากในเขตต่างๆ ของโลก เป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และเป็นแหล่งวิตามิน A, B, C, E และ ธาตุโพแทสเซียม (วีณา, 2543) ผลของมะเขือเทศสามารถนำมารับประทานสด และใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น ส้มตำ สลัดผัก ยำต่างๆ และในปัจจุบันยังมีการผลิตเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ และ ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น ดังนั้น ความต้องการของตลาดมะเขือเทศนั้นจึงมีอยู่ตลอดทั้งปี แต่ในบางฤดูมะเขือเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด เนื่องจากมะเขือเทศเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงในฤดูหนาว เพราะต้องการอากาศเย็นในการติดผลและในฤดูหนาวจะมีโรคและแมลงรบกวนน้อยกว่าฤดูอื่น ในช่วงการเพาะปลูกย่อมมีปัญหาที่เกิดจากโรคและแมลงเกิดขึ้น ซึ่งมีทุกระยะของการเพาะปลูก ส่งผลกระทบทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศต่ำลง อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนนั้น มะเขือเทศในตลาดจะมีราคาค่อนข้างสูงมากในช่วงเดือน มิถุนายน – ตุลาคม ดังนั้นหากเกษตรกรประสงค์ที่จะปลูกให้ได้ราคาดีมีปัญหาตลาดน้อยควรเพาะเมล็ดในปลายเดือนกุมภาพันธุ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม แต่อัตราเสี่ยงต่อการขาดทุนเนื่องจากโรคและแมลงจะสูงมาก (นิพนธ์, 2523)

ความเสียหายเนื่องมาจากเชื้อโรคนั้น มีผลอย่างมากต่อการเพาะปลูกมะเขือเทศ นอกจากจะทำให้ผลผลิตต่ำลงจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคโดยตรงแล้ว ยังทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของผลผลิต ทั้งทางด้านกายภาพ หรือคุณค่าทางอาหาร และอาจเกิดปัญหาทางการตลาดด้วย โดยส่วนใหญ่แล้ว โรคที่เข้าทำลายมะเขือเทศจะมีสาเหตุมาจากเชื้อรา โดยจะเข้าทำลาย ทั้งทางระบบราก ลำต้น ใบ และผล การป้องกันกำจัดนั้นมีหลายวิธีเช่น ชีววิธี เขตกรรม สารเคมี และพันธุ์พืชต้านทาน เป็นต้น ซึ่งการป้องกันกำจัดแต่ละวิธีนั้นให้ผลดีแตกต่างกันไป แต่ในปัจจุบันการเลือกใช้การป้องกันกำจัดโดยสารเคมีของเกษตรกรนั้นค่อนข้างจะแพร่หลายมากขึ้น ในสภาพความเป็นจริงนั้นแม้สารเคมีสามารถป้องกันกำจัดโรคได้จริง ให้ผลดีและรวดเร็วกว่าวิธีอื่น แต่ในอาจส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้สารเคมีจำนวนซ้ำๆ ในช่วงระยะเวลายาวนานติดต่อกัน จะทำให้เกิดสารตกค้างภายในดิน เมื่อปลูกพืชต่อก็อาจมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ต่อไปได้ ส่วนการป้องกันกำจัดโดยวิธีอื่นนั้นค่อนข้างเห็นผลช้า ไม่ทันใจ แต่สามารถรักษาสภาพแวดล้อม และคงความเป็นธรรมชาติได้ดีที่สุด ซึ่งเกษตรกรในปัจจุบันละเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงจุดนี้ จึงจำเป็นที่จะต้องหันมาเลือกใช้พันธุ์ปลูกประเภทต้านทานโรค แมลง ขึ้นซึ่งเป็นวิธีการป้องกันกำจัดที่ดีที่สุด

การชักนำพืชให้เกิดความต้านทาน (induced resistance) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้พืชสร้างความต้านทานต่อโรคได้อย่างรวดเร็ว โดยความต้านทานที่เกิดขึ้น จะเกี่ยวกับการส่งสัญญาณด้วยสารเคมีภายในพืช ที่เรียกว่า chemical comunication หรือ singnal transduction ทำให้ความต้านทานในพืชถูกกระตุ้นให้แสดงออกมา มีรายงานว่า สารโมเลกุลต่ำบางชนิดที่มีคุณสมบัติในการกระตุ้นความต้านทาน (chemical elicitors) เช่น Salicylic acid (SA), Methyl jasmonate (MeJA) และ β-aminobutyric acid (BABA) สามารถชักนำพืชให้เกิดความต้านทานในพืชบางชนิดได้ (Hammerschmidt et al., 2001) เนื่องจาก induced resistance เป็นเทคโนโลยีใหม่ยังไม่แพร่หลายมากนัก จึงได้มีการศึกษาเบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ เพื่อสามารถนำมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการควบคุมโรคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของ Salicylic acid (SA), Methyl jasmonate (MeJA) และ β-aminobutyric acid (BABA) ต่อโรคใบจุดในต้นกล้ามะเขือเทศ
2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอา chemical elicitors บางชนิด มาใช้ในการควบคุมโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1. มะเขือเทศ

อุดม (2530) ให้ความหมายของพืชผัก ตรงกับคำว่า vegetable ในภาษาอังกฤษ และ Olericulture ในภาษาลาตินอย่างไรก็ตามคำดังกล่าว มีความหมายกว้างมาก ไม่สามารถใช้เกณฑ์อะไรมาตัดสินได้แน่นอน ว่าพืชชนิดใดบ้างที่จัดเป็นพืชผัก แม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่ละประเทศยังจัดกลุ่ม ของพืชต่างกันออกไป เช่น มะเขือเทศ ในประเทศไทย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย และสหรัฐอเมริกาจัดเป็นพืชผัก แต่กลุ่มประเทศทางยุโรปจัดเป็นผลไม้โดยปลูกเพื่อใช้รับประทานเป็นผลไม้ชนิดหนึ่ง ส่วนสตรอเบอรี่ในประเทศญี่ปุ่นจัดอยู่ในกลุ่มของพืชผัก โดยนำมารับประทานเป็นสลัดเนื่องจากมีรสเปรี้ยว แต่ประเทศไทยเรานิยมปลูกเพื่อรับประทานเป็นผลไม้ สำหรับประเทศไทยคำว่า "พืชผัก" ที่นำมารับประทานนั้นมีหลายชนิดทั้งที่ มีชื่อเรียกว่า "ผัก" นำหน้าเช่น ผักกาดขาว ผักกาดหอม ผักบุ้ง ผักชี ผักกาดเขียวปลี เป็นต้น และที่ไม่มีคำว่า "ผัก"นำหน้า เช่น มันฝรั่ง มะเขือเทศ แตงกวา ฟักทอง ถั่วลันเตา ถั่วฝักยาว เป็นต้น รวมทั้งพืชชนิดอื่นๆที่ไม่ได้จัดเป็นผักสามารถนำมาใช้บริโภคเป็นพืชผักเช่น พืชไร่ ได้แก่ ใบปอกระเจาสามารถนำมาผัดเป็นอาหาร เป็นต้น ไม้ผล ได้แก่ มะละกอดิบ มะม่วงดิบ สามารถนำมาผัดเป็นอาหารได้ วัชพืช ได้แก่ ตำลึง ผักบุ้งไทย ผักกระเฉด สามารถนำมาประกอบอาหารได้

Watson and Dallwitz (1992) ได้จัดจำแนกมะเขือเทศออกเป็นหมวดหมู่ ดังนี้

Kingdom Plantae

Subkingdom Tracheobionta (Vascular Plants)

Division Magnoliophyta (Flowering Plants)

Class Magnoliopsida (Dicotyledons)

Subclass Asteridae

Order Solanales

Family Solanaceae

มะเขือเทศมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill Lycopersicon มาจากภาษากรีกหมายถึง wolf peach เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่แถบชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ แถบเปรู ชิลี และ อีเควเตอร์ อยู่ใน family Solanaceae หรือ night shade และอยู่ในกลุ่ม Solanaceous vegetable มีโครโมโซม 2n = 24 ตระกูล Lycopersicon ซึ่งเป็นตระกูลที่เล็กมาก มีเพียง 6 species และ 2 subgenera หรือ section (นิพนธ์, 2523)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัณฐานวิทยา

ลำต้น (stem) มะเขือเทศสร้างลำต้น และระบบกิ่งก้านที่แตกแขนง สลับกันเป็นจำนวนมาก ลำต้นอ่อนมีขน ปกคลุม ลำต้นแก่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ในระยะแรกของการเจริญลำต้นตั้งตรงระยะหนึ่ง ต่อมาเมื่อ ลำต้นสูง 1-2 ฟุต จะทอดไปในแนวราบในบางสายพันธุ์จะมีลำต้นสั้น โดยจะเจริญทางด้านลำต้นระยะหนึ่ง ต่อจากนั้นดอกจะเจริญตรงส่วนยอด ทำให้อัตราการเจริญหยุดชะงัก เรียกว่า การเจริญแบบจำกัด หรือสายพันธุ์พุ่ม (determinate type) เป็นพืชฤดูเดียว บางสายพันธุ์จะมีลำต้นทอดยาว การปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถเจริญได้หลาย ฤดู ดอกจะเจริญทางด้านข้างห่างกันทุก 3 ข้อ เรียกว่าการเจริญแบบไม่จำกัดสายพันธุ์ทอดยอดหรือขึ้นค้าง (indeterminate type)

ใบ (leaf) ใบเจริญสลับกันเป็นแบบ odd - pinnately compound leaves เป็นใบประกอบค่อนข้างใหญ่ บางพันธุ์มีใบย่อยกว้าง บางสายพันธุ์ใบจะยาวและแคบ มีขนอ่อนขึ้นบนใบและมีต่อม สารระเหยที่ขน เมื่อถูกรบกวนจะปลดปล่อยสารที่มีกลิ่นออกมา สายพันธุ์ส่วนใหญ่ขอบใบเป็นหยัก นอกจากกลุ่ม *Lycopersicon esculentum* L. *var. gradiforium* Bailey และ *L. pimpinelliforium* Mill จำนวนใบเจริญก่อนที่ช่อดอกเจริญแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสายพันธุ์ พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่จะมีใบประมาณ 7 ใบ ต่อจากนั้นจะปรากฏช่อดอกเจริญห่างกัน 3-5 ใบ

ราก (root system) ระบบรากมะเขือเทศเป็นระบบรากแก้วเจริญเติบโตได้เร็ว แข็งแรง โดยทั่วไปรากแก้ว จะ ขาดในระหว่างย้ายปลูก ทำให้เกิดรากแขนง และรากพิเศษ (adventitious and fibrous roots) เป็นจำนวนมาก ในสภาพแวดล้อมไม่ที่เหมาะสม มะเขือเทศจะสร้างรากแขนงพิเศษที่ลำต้น ซึ่งจะช่วยในการดูดอาหาร ไปเลี้ยงต้น รากมะเขือเทศจะเจริญในแนวดิ่งลึกลงไป 2-3 ฟุต ต่อจากนั้นจะเจริญในแนวนอน 4-5 ฟุต หรือกล่าวได้ว่ามีระบบรากกว้าง 4-5 ฟุต และลึก 2-3 ฟุต

ช่อดอก (truss or inflorescence or flower cluster) ดอกมะเขือเทศจะอยู่สลับกันในช่อเรียก raceme หรือ monochasialcyne ช่อดอกสามารถแตกกิ่งมากกว่าสองกิ่งและการเจริญของกิ่งจะดำเนินต่อไปจนกระทั้งดอกช่อแรกบาน การเพิ่มจำนวนช่อดอก อาจจะทำได้โดยการใช้อุณหภูมิต่ำ สายพันธุ์โดยทั่วไปจะมีจำนวน 4-5 ดอกต่อช่อแต่บางสายพันธุ์มีมากกว่าโดยเฉพาะสายพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก

ในสภาพอากาศที่เหมาะสมช่อดอกบางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ตลอดเวลา เรียกลักษณะช่อ ดอกแบบไม่จำกัด (indeterminate) บางสายพันธุ์มีจำนวนดอกต่อช่อมาก จนกระทั้งมีดอกเจริญบนยอด ช่อดอก ซึ่งจำกัดการเจริญของช่อดอกเรียกช่อดอกแบบจำกัด (determinate หรือ self running)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอก (flower) ดอกมะเขือเทศเป็นแบบสมบูรณ์เพศ (complete or perfect flower) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (calyx, sepal) สีเขียว กลีบดอก (corolla, petals) สีเหลือง จำนวน 5 - 6 กลีบ เกสรตัวผู้ (stamen) จำนวน 5 อัน อยู่ถัดจากกลีบรองดอก ล้อมรอบเกสรตัวเมีย (style) ปกติก้านเกสร ตัวเมีย (pistill) จะอยู่ต่ำกว่าถุง หรืออับละอองเกสรตัวผู้ (anther) เพื่อที่จะรองรับละอองเกสร เมื่อถุงละอองเกสรเปิดแต่ในบางกรณีที่ อุณหภูมิสูงมาก ทำให้ก้านเกสรตัวเมียเจริญสูงกว่าถุงละอองเกสร ทำให้อัตราการผสมเกสรต่ำ ปกติจะมีการติดผลร้อยละ 60 แต่ในกรณีที่เกสรตัวเมียยาวกว่าเกสรตัวผู้จะมีการติดผลเพียงร้อยละ 16 ตาดอกมะเขือเทศจะเริ่มพัฒนา 3-4 อาทิตย์ก่อนปรากฏออกมา หรือ 10 วันถึง 3 อาทิตย์หลังจาก ที่ใบเลี้ยงกางออกเต็มที่ในระยะนี้อุณหภูมิ ความเข้มและความยาวของแสง ปริมาณแร่ธาตุอาหารในบริเวณรากจะมีอิทธิพลต่อ จำนวนดอกและผลผลิต

การผสมเกสร (pollination) พันธุ์มะเขือเทศส่วนใหญ่ผสมตัวเอง (self pollination) ถุงหรืออับละอองเกสรเปิดหลังจากดอก บาน 24-48 ชั่วโมง เกสรตัวเมียพร้อมที่จะผสมได้ก่อนที่อับละอองเกสรเปิด 1-2 วัน

ผล (fruit) ผลเป็นแบบ berry สร้างเมล็ดใน fleshy mesocarp โดยเมล็ดจะเกิดขึ้นบน aplacenta อยู่ในโพรง (pocket or locule) ผลประกอบด้วยโพรง จำนวน 2-15 locules ผลมีลักษณะอวบ สด มีรูปร่าง ขนาด และสี แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ผิวของมะเขือเทศจะไม่มีสีผิว ส่วนผลสีชมพู หรือเหลือง เกิดจากสีของเนื้อ เช่นผิวสีแดง เกิดจากเนื้อสีเหลืองเป็นต้น ลักษณะรูปร่างแตกต่างกัน เช่น กลม (globe) กลมแป้น (oblate) กลมยาว (pear shape) หรือเป็นเหลี่ยม (square or blocky shape)

การจำแนกสายพันธุ์ตามลักษณะของผล และการใช้ประโยชน์

มะเขือเทศรับประทานสด (table tomato) ผลขนาดใหญ่มีโพรงในผลมาก รสชาติดี แต่จะมีปัญหาหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากเมื่อแป้ง เปลี่ยนเป็นน้ำตาล ผลจะนิ่มเร็ว (3-4 วัน) ปัจจุบันมีการปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถเก็บรักษาได้นาน

มะเขือเทศผลเล็ก (cherry tomato) ช่อดอกยาว มีจำนวนผล 15-20 ผลต่อช่อ

มะเขือเทศแปรรูป (processing tomato) ช่องในผลจะน้อย ผลแข็ง ขบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลจะช้ามี total soluble solid content สูง ใช้สำหรับโรงงานแปรรูป เช่น เนื้อมะเขือเทศเข้มข้น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ มะเขือเทศดอง ทั้งผล เป็นต้น

เมล็ด (seed) เมล็ดมีลักษณะรูปไข่ แบน และมีขนขนาดเล็กปกคลุมอยู่ ซึ่งแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ ในกลุ่ม solanaceae มีขนาด 1-4 มิลลิเมตร จำนวนเมล็ดต่อผลประมาณ 150-300 เมล็ด หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ เมล็ดหนัก 10 กรัมมีจำนวน 2,500-3,000 เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดประกอบด้วย ต้นอ่อน (embryo) ขนาดใหญ่เป็นรูปวงแหวน ล้อมรอบด้วยอาหารสำรอง (endosperm) ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถรักษาความงอกได้หลายปี เมล็ดมีน้ำมันร้อยละ 15 เมื่อสกัดน้ำมันออกมา จะมีสีเหลืองปนแดง มีกลิ่นฉุน เมื่อนำไปกลั่นจะได้น้ำมันสีเหลืองสามารถนำไปประกอบอาหารได้

การงอกของเมล็ด (seed germination) ในขณะที่เมล็ดเริ่มงอก ส่วนแรกที่ปรากฏออกมาคือรากสีขาวเส้นเล็กๆโผล่ออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ด รากจะเจริญในแนวดิ่ง ส่วนเจริญระหว่างรากและใบเลี้ยง (plumule) จะงอและดัน plumular hook ขึ้นมาเหนือดิน เมื่อได้รับแสง plumular hook จะเจริญในแนวตรงดันใบเลี้ยงขึ้นมาเหนือดิน

อรพรรณ (2537) ได้กล่าวถึงมะเขือเทศพันธุ์ เรด เลดี้ 252 (RED LADY 252) ว่าเป็นมะเขือเทศพันธุ์พุ่ม มะเขือเทศเป็นทรงลูกท้อ ผลใหญ่ เนื้อหนา ให้ผลดก น้ำหนักต่อผล 80-90 กรัม ผลสีแดงสม่ำเสมอ รสชาติดี เนื้อแน่น เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก ทนทานต่อการขนส่ง

นิพนธ์ (2523) ได้กล่าวไว้ว่า ฤดูหนาวเป็นฤดูที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโต ของมะเขือเทศและอุณหภูมิ ที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโต อยู่ระหว่าง 18-28 องศาเซลเซียส ซึ่งลำต้นจะแข็งแรงและติดผลมาก ถ้าความชื้นของอากาศและอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะมีผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพของมะเขือเทศลดลง และทำให้เกิดโรคต่างๆได้

อรษา (2532) มะเขือเทศต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส แต่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ 18.3-26.5 องศาเซลเซียส ควรมีการกระจายของฝนดีและได้รับแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน ความเป็นกรดของดินประมาณ 6.0-6.8 ชอบดินร่วนน้ำไม่ขัง หากเป็นดินเหนียว ต้องทำให้มีการระบายน้ำดี ดินที่มีอินทรียวัตถุมาก จะทำให้มะเขือเทศมีผลผลิตดี ส่วนดินทรายมักทำให้ได้ผลผลิตเร็ว

เกียรติเกษตร (2532) มะเขือเทศแต่ละพันธุ์มีอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันออกไปไม่พร้อมกันทุกพันธุ์ บางพันธุ์มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 60 วัน แต่บางพันธุ์อาจนานถึง 90 วัน นับตั้งแต่วันเพราะเมล็ด โดยทั่วไปแล้วมะเขือเทศเกือบทุกพันธุ์จะออกดอกหลังจากปลูกประมาณ 30-45 วัน และจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 70-90 วัน อายุของมะเขือเทศจาเริ่มปลูกถึงเก็บเกี่ยวจะกินเวลาทั้งหมด ประมาณ 4-5 เดือน การเจริญเติบโตของผล จะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือระยะที่ผลเจริญเต็มที่ จะใช้เวลาประมาณครึ่งหนึ่งของอายุผล เป็นระยะเวลาที่น้ำตาลของผลถูกเปลี่ยนเป็นแป้ง ผิวของผลยังคงมีสีเขียว และระยะที่สองคือระยะที่ผิวผลเริ่มเปลี่ยนสี ปริมาณคลอโรฟิลล์ในผลนั้นเริ่มลดลง เกิดกระบวนการสุกของผล ผลที่สุกแดงคาต้นจะมีปริมาณวิตามินซีและน้ำตาลสูงสุด การเก็บเกี่ยวมะเขือเทศในฤดูกาลจะเริ่มตั้งแต่เดือน มกราคมถึงพฤษภาคม แต่ปริมาณมะเขือเทศสดจะออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนกุมภาษพันธุ์ถึงพฤษภาคมของทุกปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมืองทอง และ สุรีรัตน์ (2534) กล่าวถึงวิธีการปลูกมะเขือเทศ โดยทั่วไปไม่ควรปลูกซ้ำที่เดิมหรือในพื้นที่ที่ปลูกในตระกูลเดียวกันกับมะเขือเทศมาก่อน เช่น พริก มะเขือ และยาสูบเป็นต้น เพราะอาจมีเชื้อโรคต่างๆสะสมอยู่ในดิน ซึ่งเป็นโอกาสให้มะเขือเทศเกิดโรคได้ง่าย

วีณา (2543) มะเขือเทศสามารถขึ้นได้กับดินแทบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินในช่วง 6.0-6.8 และความชื้นของดินพอเหมาะ ต้องการแสดงแดดเต็มที่ตลอดวัน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ระหว่าง 21-24 องศาเซลเซียส

กนกมณฑล (2533) สิ่งที่เป็นเครื่องชี้คุณภาพที่ดีของมะเขือเทศ คือ สี และที่รองลงมาคือความหนาแน่น การบริโภคและคุณภาพของมะเขือเทศจะสัมพันธ์กัน คือคุณภาพมะเขือเทศที่ดีที่สุดที่จะเหมาะแก่การรับประทานทันที

การแบ่งแยกคุณภาพโดยใช้สีของผลมะเขือเทศเป็นมาตรฐานมีอยู่ 6 ขั้น ดังนี้

1. mature green เขียวแก่จัดไม่มีสีอื่น ค่อนข้างกลมมนไม่มีเหลี่ยมยกเว้นลูกที่เบียดกัน
2. breaker น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10% ของพื้นที่จะมีสีชมพูหรือแดงหรือน้ำตาลเหลือง
3. turning มากกว่า 10-30% ของพื้นที่ผิวจะมีสีชมพูหรือแดงหรือเหลือง
4. pink ประมาณ 30-60% ของพื้นที่ผิวจะมีสีชมพูหรือแดง
5. light red มากกว่า 60% แต่น้อยกว่า 90% ของพื้นที่ผิวจะมีสีชมพูหรือแดง
6. red มากกว่า 90% ของพื้นที่ผิวเป็นสีแดง

พวกแรกนี้จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% ประมาณ 10 วัน มีผลเริ่มสุก 10% การเก็บที่มีออกซิเจน 4% และที่เหลือนอกนั้นเป็นไนโตรเจนจะช่วยให้การเก็บรักษาได้ดี ถ้าออกซิเจนสูงถึง 10% จะหมดประสิทธิภาพในการยืดอายุ หากออกซิเจนน้อยกว่า 3% สีของผลเวลาสุกจะไม่สวย รสชาติไม่ดี การเติมคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปไม่ทำให้เกิดผลดี ถ้าแก๊สนี้สูงกว่า 1% จะทำให้การเน่าเสื่อมเสียมากขึ้นอีก ถ้าแก๊สนี้สูงถึงหรือเกินกว่า 5% ขึ้นไปจะทำให้ผลมีสีซีดจางกลิ่นรสไม่ดีจืดชืด

สมภพ (2537) มะเขือเทศ ประเทศไทย ส่วนใหญ่จัดเป็นพืชผัก แต่ทางยุโรปจัดเป็นไม้ผล สตรอเบอรี่ ประเทศไทยจัดไว้เป็นไม้ผล แต่ประเทศญี่ปุ่นและอียิปต์จัดเป็นพืชผัก

กฤษฎา (2531) กล่าวถึงลักษณะของมะเขือเทศที่รับประทานสด ควรมีลักษณะดังนี้

1. ต้านทานโรค anthracnose, fusarium wilt, mosaic, alternaria stem canker, stemphylium และ root knot mematode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตลาดขายส่งต้องการพวกที่มีเนื้อแน่น สามารถทนต่อแรงกระทบได้ดี
3. ร้านอาหารต้องการมะเขือเทศเนื้อแน่นเพื่อใส่แฮมเบอเกอร์ หรือมะเขือเทศสีแดงสดสำหรับทำสลัด
4. ตลาดอาหารสดต้องการมะเขือเทศผลโต สีสดใส ผิวเรียบ รสชาติดี
5. ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการลักษณะแปลกและสวยงาม ผลมีน้ำหนักดี ผิวเรียบ ผิวไม่มีตำหนิ ลักษณะผลโตผิวเรียบมีคะแนนเหนือรสชาติ

ลักษณะของมะเขือเทศเพื่อการแปรรูปที่ต้องการ

1. คุณภาพในการแปรรูป เช่น การปอกเปลือกง่าย มีเนื้อเยอะ มีความหนืดสูง มีกลิ่นและสีสวย
2. ต้านทานต่อโรคเหมือนกับมะเขือเทศที่ใช้รับประทานสด
3. มีเถาหรือต้นแข็งแรง มีใบเป็นพุ่มต่ำทำให้เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักรได้ง่าย มีผลสุกแก่พร้อมๆกัน

โรคที่สำคัญของมะเขือเทศ

ประสาทพร (2542) ให้คำจำกัดความไว้ว่า พืชปกติ (healthy plant) ย่อมมีระบบต่างๆที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต เช่น การหายใจ (respiration) การคายน้ำ (transpiration) การสืบพันธุ์ (reproduction) การสังเคราะห์แสง (photosynthesis) การคายน้ำและแร่ธาตุอาหาร (nutrient) การเคลื่อนย้ายของอาหารดิบ (translocation) ตลอดจนการแบ่งเซลล์เป็นไปอย่างปกติส่วนพืชที่เป็นโรค (diseases plants) หมายถึง พืชที่ถูกรบกวนหรือถูกทำลายระบบต่างๆ ทำให้ระบบทำงานขัดข้องหรือปวนแปรไป สิ่งที่ทำให้พืชเป็นโรคหรือสาเหตุของโรค(causal agents) อาจเป็นสภาพแวดล้อมที่พืชขึ้นอยู่ อาจจะมีสาเหตุมาจากน้ำหรืออากาศก็ได้ สาเหตุของโรคดังกล่าวเป็นสิ่งไม่มีชีวิต สำหรับสิ่งมีชีวิตได้แก่ เชื้อรา(fungi) แบคทีเรีย(bacteria) ไวรัส(virus) มายโคพลาสมา (mycoplasma) หรือไส้เดือนฝอย(nematodes) เป็นต้น เมื่อแรกของการทำลายพืชย่อมไม่มีปรากฏอาการให้เห็น ต่อเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของพืชอาศัย(host) มากขึ้นอาการจึงจะแสดงออกมาเนื้อเยื่อของพืชมักจะอ่อนแอหรือถูกทำลายไป ซึ่งทำให้ความสามารถในการทำงานของเซลล์ต่างๆในเนื้อเยื่อนั้นลดน้อยลงหรือหมดประสิทธิภาพในการทำงานลงไป เช่นหากการทำลายเกิดขึ้นที่รากสมมติว่ารากเน่าก็จะทำให้รากไม่สามารถดูดอาหารและแร่ธาตุจากดินได้ตามปกติ หากการทำลายเกิดขึ้นที่ท่อน้ำท่ออาหารก็จะกระทบกระเทือนการขนส่งน้ำและอาหารภายในต้นพืช หากการทำลายเกิดขึ้นที่ใบก็จะกระเทือนการสังเคราะห์แสง และหากการทำลายเกิดขึ้นที่ดอกก็จะกระทบกระเทือนการผสมพันธุ์ ซึ่งจะส่งผลไปยังผลผลิตด้วย การติดเชื้อของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชผักที่อวบน้ำ เช่น แตง มันฝรั่ง กะหล่ำปลี เกิดขึ้นในขณะที่อยู่ในไร่การเก็บรักษา ขนส่ง และวางตลาด

สุดฤดี (2535) กล่าวถึงเชื้อจุลินทรีย์ (microorganism) ที่เป็นสาเหตุของโรคพืช (causal organism or pathogen) มีขนาดเล็กมาก เช่น เชื้อรา(fungi) แบคทีเรีย(bacteria) ไวรัส(virus) มายโคพลาสมา (mycoplasma) หรือไส้เดือนฝอย(nematodes) เป็นต้น การศึกษารูปร่างลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ของเชื้อพวกนี้จึงต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน (electron microscope) ลักษณะของราส่วนใหญ่จะเป็นเส้นใยเรียก hypha หรือเกิดรวมเป็นกลุ่มเรียก mycelium ในราบางชนิดอาจพบลักษณะที่เป็นเซลเดียว เช่น ราน้ำ (water fungi) และยีสต์ (yeast) บางชนิดโครงสร้างของราชั้นนอกสุดเป็นผนังเซล (cell wall) ประกอบด้วยสาร chitin หรือ cellulose อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างรวมกันมี nuclear membrane ห่อหุ้มนิวเคลียสและมี nucleolus มีการขยายพันธุ์ทั้งแบบใช้เพศ (sexual reproduction) และไม่ใช้เพศ (asexual reproduction) ส่วนที่ใช้ในการแพร่พันธุ์ ได้แก่ สปอร์ (spore) ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิดของเชื้อรามีการดำรงชีพได้หลายแบบเช่น obligate parasite, facultative parasite หรือ facultative saprophyte และ saprophyte จุลินทรีย์มีลักษณะดังกล่าวมานี้จัดอยู่ใน division Mycota

กนกมณฑล (2533) กล่าวถึงโรค blossom end rot เกิดจากการขาดน้ำและขาดแคลเซียม มะเขือเทศในเมืองไทยไม่ค่อยมีปัญหาในเรื่องนี้ การแตกร้าวของผลเนื่องมาจากอัตราการขยายตัวของผลเน่าไม่สม่ำเสมอ ขยายตัวรุนแรงเนื่องมาจากน้ำมากหรือให้ปุ๋ยมาก ถ้าผลเริ่มแตกร้าวบ้างแล้วห้ามส่งขายเพราะเชื้อโรคจะลุกลามไปยังผลอื่น

ศุภลักษณ์ (2533) โรคของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรามีหลายโรค บางโรคมีความสำคัญมากและพบระบาดเป็นประจำในทุกแหล่งปลูก และก่อความเสียหายทางเศรษฐกิจ บางโรคพบระบาดเป็นครั้งคราว แต่ก็ทำความเสียหายอย่างรุนแรงได้ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการพัฒนาของโรค ตัวอย่างรายชื่อโรคที่เกิดจากเชื้อราดังกล่าวไว้ในตารางที่ 1 ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 แสดงรายชื่อโรคของมะเขือเทศที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา

ชื่อโรค	ชื่อเชื้อสาเหตุ
โรคเน่าคอดิน (damping - off)	*Pythium spp. Rhizoctonia solani* Kuehn
	Sclerotium rolfsii Sacc.
	Phytopthora spp.
โรคเหี่ยวเหลือง (Fusarium wilt)	*Fusarium oxysporum* (Schl.) f.sp.
	Lycopersici (Sacc.) Sntd.& Hans.
โรคโคนเน่า (Fusarium crown rot)	*Fusarium oxysporum* f.sp.
	Radicislycopersici Jarvie & Shoemaker
โรคเหี่ยวเหลือง(Sounthen blight, Sclerotium wilt)	*Sclerotium rolfsii* Sacc.
โรคเหี่ยว (Verticillium wilt)	*Verticillium dahliae* Kled.
	V.albo-atrum Reinke&Berth
โรครากเน่า (Phytopthora root rot)	*Phytopthora nicotianae* B. de Haan var.
	parasiitica (Dastur)
	P.capsici Leonian
โรครากเน่า (corky root rot, brown root rot)	*Pyrenochaeta lycopersici* Schn.& Ger.
โรคลำต้นเน่า (stem rot)	*Didymella lycopersici* Kleb.
	Syn.*Diplodina lycopersici* Hollos
โรคลำต้นเน่า (Sclerotinia stem rot)	*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary
โรคใบจุดวง (early blight)	*Alternaria solani* Sorauer
โรค Alternaria stem canker	*A.alternaria* (Fr.) Keissler f.sp.Lycopersici
โรคใบไหม้ (late blight)	*Phytopthora infestans* (Mont.) de Bary
โรครากำมะหยี่สีเทา (black leaf mold)	*Pseudocercospora fuligena* (Roldan)
	Dieghton
โรคกำมะหยี่สีเขียว (leaf mold)	*Folvia fulva* (Cooke) Ciferi
	Syn.*Cladosporium fulvum* Cooke
โรคใบจุด (Stemphylium leaf spot)	*Stemphylium solani* Weber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 (ต่อ)

ชื่อโรค	ชื่อเชื้อสาเหตุ
โรคใบจุด (Septoria leaf spot)	*Septoria lycopersici*
โรคใบจุด (Nail-head spot)	*Alternaria tomato* (Cooke) Weber
โรคใบจุดเป้ากระสุน (corynespora leaf spot)	*Corynespora cassiicola* (Berk.&Curt.) Wei
โรคราแป้ง (Powder mildew)	*Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud Asexual stage: *Oidiopsis taurica* (Lev.) Salmon
<u>โรคที่ทำให้เกิดผลเน่า</u>	
Alternaria rot	*Alternaria alternaria* (Fr.) Keissler (Syn.*A.tenuis* Nees)
ghost spot, gray mold rot	*Botrytis cinerea* Pers. Ex Pers.
Cladosporium rot	*Cladosporium herbarum* (Pers.)Link ex Fr.
Anthracnose	*Colletotrichum phonoides* (Sacc.) Chester
Phomopsis rot	*Phomopsis* sp.
Fusarium rot	*Fusarium* sp.
sour or watery rot	*Geotrichum candidum*
Helminthosporium rot	*Helminthosporium carposaprum*
ring rot	*Myrothecium roridum* tode ex Fr.
buckeye rot	*Phytopthora nicotianae* B.de Haan Var.*parasitiva* (Dastur) *Phytopthora* spp.
Pleospora rot	*Pleospora herbarum* (Pers.Ex.Fr.)
Pythium rot	*Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.
soil rot	*Rhizoctonia solani* Kuehn
Rhizopus rot	*Rhzopus stolonifer* (Fr.)Lind.
Phoma rot	*Phoma destruciva* Plowright
yeasty rot	*Oospora* sp.

ที่มา ดัดแปลงจาก ศุภลักษณ์ (2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การชักนำความต้านทาน (Induced resistance)

ธัญญพจน์ และคณะ (2007) กล่าวว่า พืชที่เกิดการติดเชื้อแสดงปฏิกิริยาการตอบสนองออกมาในสองลักษณะคือ การแสดงอาการของโรค (compatible reaction) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อพืชพันธุ์อ่อนแอถูกรุกรานด้วยเชื้อก่อโรคที่รุนแรง และไม่แสดงอาการของโรค (incompatible reaction) เมื่อพืชพันธุ์ต้านทานถูกรุกรานด้วยเชื้อก่อโรคที่ไม่รุนแรง ถึงแม้ว่าพืชพันธุ์ต้านทานไม่แสดงอาการเมื่อติดเชื้อแต่มีกลไกในการป้องกันตนเอง (defense mechanism) ที่เกิดขึ้นเพื่อต่อต้านเชื้อโรคที่เข้ามารุกราน ได้แก่ การสร้างลิกนิน (lignification) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์พืชและกั้นเชื้อโรคไม่ให้ลุกลามหรือแพร่กระจายออกไป การสังเคราะห์ pathogenesis-related proteins (PR-proteins) พบได้ในพืชมากขึ้นเพื่อต่อต้านและยับยั้งการรุกรานของเชื้อโรค หรือภายใต้สภาวะกดดันอื่นๆเช่น การเกิดบาดแผล (wounding) หรือจากสารเคมีบางชนิด (chemical treatment) *Phytophthora* spp. เกือบทุกสปีชีส์สามารถผลิตโปรตีนชนิดหนึ่งแล้วหลั่งออกมานอกเซลล์เรียกรวมว่า อิลิซิติน (elicitin) มีขนาดเล็กประกอบด้วยกรดอะมิโน 98 ตัว มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10 กิโลดาลตัน (kDa) (Ricci et al, 1989) สารดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็นอิลิซิเตอร์ (elicitor) กล่าวคือเป็นสารที่สามารถกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองในพืชและช่วยชักนำให้พืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อก่อโรคได้ จากการศึกษาพบว่าอิลิซิตินสามารถชักนำให้เกิด Ca^{2+} fluxes medium alkalization การสร้าง reactive oxygen species (ROS) lipid peroxidation การสะสมของไฟโตอเล็กซิน การแสดงออกของ PR gene รวมถึงการเกิดการตายของเซลล์ มีรายงานว่าอิลิซิตินสามารถกระตุ้นให้เกิดกลไกการป้องกันตนเองแบบ systemic acquired resistance (SAR) ในระบบท่อลำเลียงของพืช ช่วยเพิ่มการต้านทานเชื้อก่อโรคในพืชได้แบบไม่จำเพาะเจาะจง (Baillieul et al., 2003; Cordelier et al., 2003, Keller et al., 1996) PAL genes (phenylalanine - ammonia - lyase genes) ในพืชถูกกระตุ้นให้แสดงออกได้โดยการทำให้เกิดแผล การลดอุณหภูมิ สภาวะเครียดอื่นๆหรือการรุกรานของเชื้อก่อโรค เอนไซม์ PAL มีบทบาทสำคัญในกลไกการป้องกันตัวเองของพืชที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสารในกลุ่ม *phenylpropanoids* ส่วนใหญ่แล้วกิจกรรมของ PAL จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อพืชพันธุ์อ่อนแอถูกรุกรานด้วยเชื้อก่อโรคที่รุนแรง เอนไซม์ POD (peroxidase) ในพืชเป็นไกลโคโปรตีนที่มีฮีมมาเกาะแน่นด้วยพันธะโควาเลนต์ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารต่างๆโดยใช้ H_2O_2 เป็นตัวรับอิเลคตรอน บทบาทของ peroxidase ในกลไกป้องกันตัวของพืชเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาโพลีเมอไรซ์สารประกอบฟีนอลโดยใช้ hydroxyl - *cinnamyl alcohols* เป็นสารตั้งต้น การสร้างลิกนินและซูเบอริน (GÓmez-Vásquez et al., 2004)

Richard and Joseph (2000) กล่าวไว้ว่า ในอดีตหลายสิบปีที่ผ่านมา นักโรคพืชและนักกีฏวิทยา ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาการชักนำ (induced responses) ของพืชต่อการเข้าทำลายของแมลงและโรคทั่วไปและในปัจจุบันเริ่มมีความสนใจมากขึ้น ในด้านการส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับพืช หรือสื่อในการชักนำปฏิกิริยา ซึ่งปฏิกิริยาการชักนำมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ ปฏิกิริยาการชักนำของพืชเกิดขึ้นได้ทั้งแมลงและโรคพืช และ การชักนำสามารถเกิดได้หลายๆแบบร่วมกัน การชักนำความต้านทานให้กับพืชต่อโรคและแมลงจะมีความจำเพาะเจาะจงสูงทางด้านตัวที่ทำให้เกิดการชักนำ (inducing agent) และระบบที่ส่งผลทำให้เกิดปฏิกิริยา ส่วนระบบการส่งสัญญาณ (transduction pathway) ให้กับพืชนั้นทำให้พืชใช้กิจกรรมการชักนำความต้านทานต่อโรคและแมลงต่างกัน ความเข้าใจเกี่ยวกับ pathways จะอยู่ระหว่างการพิสูจน์ที่ใช้การทดลองจริงในการชักนำความต้านทานโดยใช้สารเคมีที่เรียกว่า chemical elicitors สำหรับการค้าเกษตรในปัจจุบัน กระบวนการเหล่านี้มีแนวโน้มว่าจะใช้กันอย่างแพร่หลายและเพิ่มขึ้นอีกในแต่ละปี

การชักนำความต้านทานโรคให้กับพืชนั้นเกิดขึ้นตั้งแต่ร้อยกว่าปีที่ผ่านมาแต่ทางกลับกันการชักนำความต้านทานให้กับพืชต่อแมลงนั้นเพิ่งจะค้น พบเมื่อไม่นานมานี้ (Green and Ryan, 1972) ทั้งสองกรณี ยังคงละเลยถึงทางด้านวิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิตทั่วๆไปด้านการสร้างความต้านทานให้พืชในการควบคุมโรคและแมลงแน่นอนว่าเทคนิคในเรื่องของ “Vaccination” มีผลในการลดความเสียหายที่เกิดจากโรคและแมลงได้ เนื่องจากไปป้องกันความเสียหายให้กับผลผลิตจากพวก parasite ได้ เทคนิคดังกล่าวยังจำเป็นต้องพัฒนา ดังนั้นจึงมีบางกรณีที่ประสบความสำเร็จและในบางกรณีที่ไม่ประสบความสำเร็จ อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องเข้าใจถึงกลไกและตัวทำให้เกิดความต้านทาน (elicitors) ว่าจะสามารถชักนำความต้านทานได้หรือไม่ ที่สำคัญทางด้านการเกษตร การชักนำความต้านทานให้กับพืช (induced resistance) ทางด้านโรคพืชได้มีการอธิบายเกี่ยวกับพืชในปัจจุบันมากกว่า 30 species และ เกี่ยวกับแมลงมากกว่า 100 species โดยความต้านทานเหล่านี้จะรวมถึงการชักนำด้วยเชื้อโรคและผลิตภัณฑ์ที่สามารถชักนำความต้านทานพืชโดยแต่ละชนิดนั้นอาจจะประกอบไปด้วยสารประกอบอินทรียสารหรืออนินทรียสารก็ได้ (Beauverie and Ray, 1901)

Gary and Robert (2004) กล่าวว่าขบวนการป้องกันตัวเองของพืช คือ ปฏิกิริยาที่พืชแสดงต่อเชื้อโรค และปรสิตต่างๆ ซึ่งปรสิตแบ่งเป็นหลายระดับ ตั้งแต่ไวรัสไปจนถึงแมลง เวลาที่เหมาะสมของการป้องกันจากอันตรายเหล่านี้ คือช่วงเวลาวิกฤต และพืชจะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างการต่อสู้หรือยอมจำนนต่อเชื้อโรคและแมลงต่างๆได้ ความต้านทานมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบคือ ระบบ systemic acquired resistance (SAR) และระบบ induced systemic resistance (ISR) ทั้ง 2 รูปแบบ เป็นความต้านทานเบื้องต้นสำหรับพืช โดยจะต้องติดเชื้อหรือถูกแมลงรบกวนก่อนแล้วจึงเกิดความต้านทานขึ้น การศึกษาถึงความต้านทานต้องใช้เวลานานกว่า 20 ปีในการเข้าใจทางด้านกายภาพและชีวภาพ ของ SAR และ ISR ยิ่งศึกษามากก็จะนำไปสู่การจัดจำแนกตัวกระตุ้นทางด้านเคมีและชีวภาพได้ ซึ่งบางตัวได้นำมาใช้แล้วทางการเกษตร อย่างไรก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามผลที่เกิดจากตัวกระตุ้นในการชักนำทั้งระบบ SAR และ ISR ควรจะต้องเป็นประโยชน์ทางด้านการควบคุมโรคได้หลายๆโรคในความเป็นจริง

Matthew (1999) กล่าวว่า การชักนำความต้านทานให้กับพืช ที่รู้จักกันดีอีกชนิดหนึ่ง คือ systemic acquired resistance (SAR) เป็นความต้านทานซึ่งที่มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อโรคได้ดีอีกชนิดหนึ่ง เป็นระบบที่มีความไวในการต่อต้านเชื้อโรคที่ทำให้เกิดอาการ necrosis บริเวณเนื้อเยื่อพืช systemic acquired resistance (SAR) ยังสามารถชักนำความต้านทานให้กับพืชจำพวก arabidopsis (Ward et al,1991) ที่ต้านทานโรคที่เกิดจากเชื้อ *Alternaria* sp.และยาสูบ (White,1979) ที่ต้านทานโรค tobacco necrosis virus โดยระบบ SAR จะใช้ฮอร์โมนพืช Salicylic acid (SA) เป็นตัวชักนำต้านทานให้กับพืชซึ่ง SA มีส่วนสำคัญในการส่งสัญญาณให้กับโมเลกุลในพืชให้สร้างความต้านทานในการต่อต้านเชื้อโรคได้

Cheong and Choi (2003) ได้ทดลองใช้ Methyl jasmonate (MeJA) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติควบคุม การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชตามธรรมชาติ ทำให้พืชเกิดกลไกการป้องกันตัวเองเมื่อเกิดบาดแผล หรือมีการเข้าทำลายของแมลงและโรค จากการศึกษาพบว่าสารดังกล่าวมีผลต่อการงอกและการเจริญของเชื้อสาเหตุโรค (Liechti and Farmer, 2002) นอกจากนี้ยังพบว่าสารดังกล่าวสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ (Meir et al, 1998)

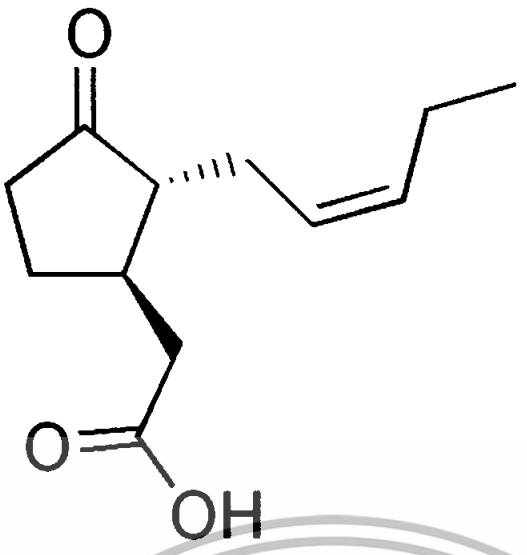
2.1. Jasmonates

นพดล (2537) ได้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับ Jasmonate ไว้ดังนี้

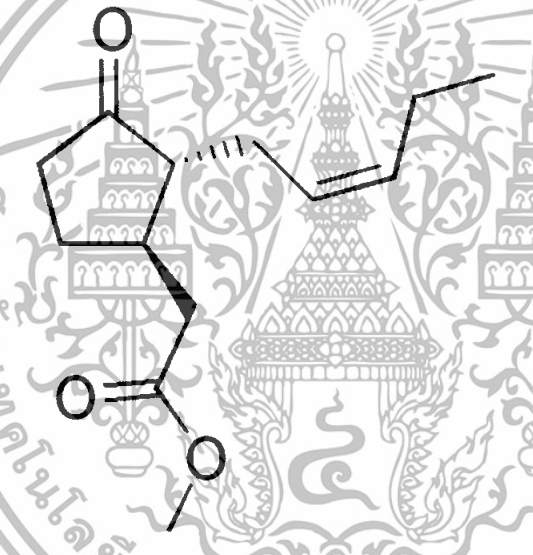
การค้นพบ Jasmonates

Demole et al. (1962) เป็นบุคคลแรกที่ได้แยกสาร (-)-Jasmonic acid methyl ester จากน้ำมันหอมระเหยของต้น *Jasminum grandiflorum* ปัจจุบันสาร Jasmonic acid (-)-JA และ stereoisomer ของมันคือ (+)-7-iso-JA เป็นตัวแทนที่สำคัญของสารกลุ่ม Jasmonates นี้ แม้ว่าได้พบสารอื่นๆ จำนวนหนึ่งที่มีโครงสร้างทางเคมีที่เกี่ยวข้องกัน โดยอยู่ในรูป cyclopentane fatty acid ก็ตาม เมื่อแรกพบสาร Jasmonic acid จะพบว่ามีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์เป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโต และในปัจจุบันพบว่าสามารถพบได้ในพืชทั่วไป นอกจากนี้ ประเด็นใหม่ที่น่าสนใจคือ สารนี้สามารถเพิ่มการแสดงออกของยีนพืชโดยเฉพาะบางยีนได้ ซึ่งยีนเหล่านี้บางส่วนรับผิดชอบในด้านการสมานแผลของพืช (Staswick, 1992; Sembdner and Parthier, 1993) Jasmonates เป็นสารกลุ่มเฉพาะของสารประกอบ cyclopentanone ที่มีฤทธิ์เช่นเดียวกับ (-)-Jasmonic acid และหรือ methyl ester ของมัน แสดงโครงสร้างของ Jasmonates ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Jasmonic acid



Methyl jasmonate

ที่มา http://www.answers.com/topic/jasmonic-acid?cat=technology

Meyer et al. (1984); Sembdner and Parthier (1993) กล่าวว่าสาร Jasmonates สามารถตรวจพบได้ในพืช 206 ชนิด (species) ใน 150 family ประกอบด้วย เฟิร์น มอส และรา แสดงว่าสารนี้มีอยู่ทั่วไปในพืช แม้ว่าเราทราบถึงการสังเคราะห์ Jasmonates น้อยมาก แต่พบว่าในตายอด ใบอ่อน ผลที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่และปลายราก จะมีสาร Jasmonates นี้ในระดับที่สูงที่สุด Jasmonates มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชอย่างมาก เมื่อให้สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Jasmonic acid จากภายนอกกับพืช จะส่งเสริมให้เกิดการแก่ชรา การหลุดร่วงของก้านใบ การเกิดราก การม้วนงอของ tendril (มือจับ) การสังเคราะห์ ethylene และการสังเคราะห์ β-carotene (Staswick, 1992) นอกจากฤทธิ์ในทางส่งเสริมแล้ว Jasmoic acid ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของ callus การเจริญเติบโตของราก การสร้าง chlorophyll และการงอกของละอองเกสร (Anderson, 1989) Jasmonic acid ยังสามารถกระตุ้นให้ gene ทำงานได้ในพืชหลายชนิด โปรตีนที่เกิดจากการกระตุ้นของ Jasmonic acid ที่ทราบการทำหน้าที่แล้วคือ โปรตีนชนิดที่พบในถั่วเหลือง (vegetable storage protein of soybean) ตัวยับยั้งเอนไซม์ proteinase ที่เกิดจากการกระตุ้นของบาดแผล (wound-induced proteinase inhibitions) ที่พบในมะเขือเทศและมันฝรั่ง (Farmer and Ryan, 1992) โปรตีนที่สะสมในเมล็ด และโปรตีน oil body membrane (oleosins) (Wilen et al. 1991)

ระดับของ Jasmonic acid ภายในพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก ได้แก่ การเกิดบาดแผล จากแรงทางกายภาพ เมื่อเชื้อโรคเข้าทำลาย และความเครียดทาง osmotic ปัจจุบันยังไม่มีสาร Jasmonates ในรูปของสารสังเคราะห์สำหรับใช้ประโยชน์ทั่วไป (Sembdner and Partyhier, 1993)

ชีวสังเคราะห์ ขบวนการเมตาโบลิซึมและการลำเลียง Jasmonates

พืชทำการชีวสังเคราะห์ Jasmonate ขึ้นจาก linolenic acid โดยผ่านขั้นตอนของปฏิกิริยาต่างๆ และขบวนการเมตาโบลิซึม (Sembdner and Parthier, 1993) การลำเลียง ตำแหน่งที่อยู่ภายในเซลล์ และการ ควบคุมการชีวสังเคราะห์ของ Jasmonic acid ยังไม่เป็นที่เข้าใจชัดเจน ปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานใดระบุว่ามีการลำเลียง Jasmonate จากตำแหน่งการสังเคราะห์ ไปสู่บริเวณอื่นที่มีการตอบสนอง (Stasaick, 1992; Sembdner and Parthier, 1993)

อิทธิพลทางสรีรวิทยาของ Jasmonates ในพืช

Jasmonate (JA) มีอิทธิพลได้ทั้งในแง่การส่งเสริม และยับยั้งในทางสรีรวิทยาและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในพืช ซึ่งมีลักษณะบางส่วนคล้ายกับ abscisic acid และ ethylene การให้ JA จากภายนอกกับพืชจะมีผลในแง่การยับยั้ง ได้แก่ การเจริญเติบโตในทางความสูงของต้นกล้า การยืดยาวของราก การเจริญของรา mycorrhiza การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อในการเพาะเลี้ยง การเกิดต้นอ่อน การงอกของเมล็ด การงอกของละอองเกสรตัวผู้ การสร้างตาดอก การเปิดออกของโคนก้านใบ (pulvinule) การชีวสังเคราะห์ของ carotenoid การสร้าง chlorophyll การชีวสังเคราะห์ของ rubisco และกิจกรรมการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ ยังมีผลในแง่การส่งเสริมหรือกระตุ้นให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

102927

เกิดการตอบสนอง ได้แก่ การยืดยาวของกิ่งปักชำอ้อย การเปลี่ยนแปลงรูปร่างในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช การเกิดรากพิเศษ (adventitious roots) การทำลายการพักตัว การงอกของละอองเกสรตัวผู้ การงอกของหน่อ การสุกของผลไม้ การแก่ชราของ pericarp การแก่ชราของใบ การร่วงของใบ การสร้างหัว การขดตัวของ tendril การปิดของปากใบ การขัดขวาง microtubule การสลายตัวของ chlorophyll การหายใจ การชีวสังเคราะห์ของ ethylene และการสังเคราะห์โปรตีน (Sembdner and Parthier, 1993)

เมื่อให้ Jasmonate จากภายนอกกับพืช จะส่งเสริมการแก่ชราของใบโดยจะมีการสลายตัวของ chlorophyll และกิจกรรมอื่นๆ อีกหลายอย่าง ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก่ชรา ปัจจุบันพบว่า บทบาทของ JA ต่อการแก่ชราของใบนั้นเป็นไปในทางอ้อม คือ JA จะมีฤทธิ์ในทางตรงข้ามกับของ cytokinin ซึ่งจะชะลอการแก่ชราโดยเกี่ยวข้องกับการสลายตัวของ chlorophyll และ rubisco นอกจากนี้ยังพบว่า MeJA จะกระตุ้นให้เกิดชีวสังเคราะห์ของ ethylene ได้โดยการเพิ่มกิจกรรมของการ oxidase แต่การออกฤทธิ์ของ MeJA นี้จะขึ้นกับชนิดของพืช และระยะของการพัฒนาของพืช เป็นไปได้ว่าอิทธิพลของ JA ชนิดต่างๆ ที่มีต่อการแก่ชราของใบ การสุกของผล และกระบวนการอื่นๆ อาจเกิดขึ้นเนื่องจาก JA ไปกระตุ้นชีวสังเคราะห์ของ ethylene นอกจากนี้ยังพบว่าทั้ง Jasmonic acid และ abscisic acid มีทั้งความคล้ายคลึงกันและความแตกต่างกัน ในด้านโครงสร้างเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และการออกฤทธิ์ต่างๆ โดยที่สามารถส่งเสริมการปิดปากใบ และกระตุ้นสารยับยั้ง proteinase และโปรตีนที่เก็บรักษาไว้ในเมล็ด Brassica แต่ JA เท่านั้นที่สามารถกระตุ้น vegetative storage protein ในถั่วเหลือง (Sembdner and Parthier, 1993)

โปรตีนที่ได้รับการกระตุ้นจาก Jasmonate และการควบคุมการแสดงออกของยีน

JA สามารถกระตุ้นโปรตีนชนิดต่างๆ ได้ในพืชหลายชนิดที่ใช้ทดสอบ แม้ว่าปัจจุบันความรู้เกี่ยวกับการทำงานของโปรตีนเหล่านี้ยังไม่เป็นที่เข้าใจ แต่เป็นที่ทราบกันแล้วว่ามีโปรตีนสองกลุ่มที่ถูกควบคุมโดย JA ในแง่การทำงาน ซึ่งได้แก่ โปรตีนที่ทำหน้าที่เก็บสะสมไว้ (storage protein) และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันตัวของพืชจากโรค จากสัตว์กินพืช และความเครียดอันเนื่องมาจากสารเคมีและทางกายภาพ นอกจากนี้ยังเป็นที่ทราบกันแล้วว่า JA มีอิทธิพลในระดับโมเลกุล ในด้านการแสดงออกของยีนในพืชหลายชนิด และในกระบวนการต่างๆ อีกหลายกระบวนการ (Sembdner and Parthier, 1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศักยภาพของ Jasmonates ในแง่การเป็นระบบสัญญาณ และห่วงโซ่การส่งผ่านสัญญาณ

ศักยภาพของ Jasmonates ในแง่การเป็นระบบสัญญาณ และห่วงโซ่การส่งผ่านสัญญาณที่เกิดจากความเครียด Methyl jasmonate (MeJA) ในรูปก๊าซ สามารถออกฤทธิ์ให้เกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยาได้ ซึ่งสารยับยั้ง proteinase และโปรตีนที่สะสมในกิ่งใบ จะได้รับการกระตุ้นโดย MeJA ในระดับความเข้มข้นเพียง nanomolar เท่านั้น ต้น sagebrush (*Artemesia tridentata*) สามารถปลดปล่อย MeJA เข้าไปในบรรยากาศได้ ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการกระตุ้นสารยับยั้ง proteinase ในพืชที่เก็บไว้ในห้องปิดทึบเดียวกัน (Farmer and Ryan, 1992) ปรากฏการณ์นี้คล้ายกับการตอบสนองที่พบโดย Zimmerman and Wilcoxon (1935) ซึ่งพบว่า indole – acetic acid (IAA) ที่ให้กับต้นมะเขือเทศต้นหนึ่งแล้วก่อให้เกิดการสร้าง ethylene ขึ้น จะส่งเสริมให้พืชต้นอื่น ๆ ที่อยู่ในห้องเก็บเดียวกันเกิดการหุบของใบขึ้นได้ (epinasty) เป็นที่น่าสังเกตว่า MeJA ซึ่งเป็นสารละลาย จะสามารถออกฤทธิ์เป็นสัญญาณตามธรรมชาติของพืชส่งที่ใช้ส่งระหว่างกันได้หรือไม่

ยังมีข้อน่าสังเกตอีกว่า สัญญาณการเกิดบาดแผลที่พืชได้รับนี้ จะสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างเอนไซม์ lipases และไปโจมตี membrane และทำให้ปลดปล่อยสาร polyunstaturated fatty acid (linolenic acid) ซึ่งสารนี้จะสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็น Jasmonates ได้โดยผ่านทาง Jasmonic acid biosynthesis pathway จากนั้นจึงกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองต่อไป ข้อสนับสนุนแบบจำลองนี้คือ มีการพบว่าในการสังเคราะห์สารยับยั้ง proteinase และ การขดตัวของ tendril จะถูกกระตุ้นได้โดยสาร jasmonate ต่างๆ และสารตั้งต้น (precursor) ของสาร Jasmonate เหล่านี้ (Staswick, 1992; Scmbdner and Parthier, 1993)

Jasmonic acid เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดใหม่หรือไม่

ได้มีการจัด Jasmonic acid ให้เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มใหม่ (Staswick, 1992) ทั้งนี้เนื่องจากทราบโครงสร้างทางเคมี และสามารถพบได้ในอวัยวะส่วนใหญ่ของพืช และในพืชหลายชนิด อีกทั้งมีการออกฤทธิ์ทางสรีรวิทยาในระดับความเข้มข้นต่ำมาก มีการลำเลียงได้ตลอดภายในต้นพืช แม้ว่าจะมีความก้าวหน้าในความเข้าใจถึงกลไกต่างๆ ของ Jasmonic acid ภายในพืชก็ตาม แต่ยังมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไป (Sembder and Parthier, 1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. Salicylates

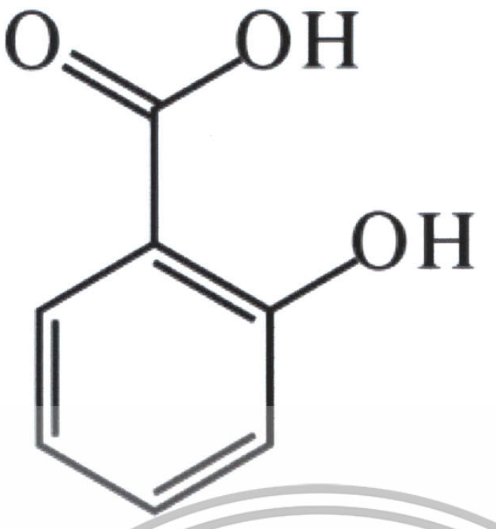
นพดล (2537) ได้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับ Salicylates ไว้ดังนี้

การค้นพบ Salicylates

ชาวอียิปต์โบราณและชาวอินเดียแดงในทวีปอเมริกา ค้นพบว่าใบและเปลือกของต้น willow สามารถใช้รักษาอาการปวดและอาการไข้ที่ไม่รุนแรงได้ ในปี ค.ศ.1828 Johann Buchner ซึ่งทำงานในเมือง Munich ประเทศเยอรมัน เป็นบุคคลแรกที่สกัดแยกสาร salicin ได้ในปริมาณเล็กน้อย ซึ่งสารนี้เป็น glucoside ของสาร Salicyl alcohol และเป็น Salicylate ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในเปลือกของต้น willow (Weissman, 1991) ในปี ค.ศ. 1838 Raffaele Piria ได้ตั้งชื่อสารออกฤทธิ์ในเปลือกของต้น willow ว่า Salicylic acid (SA) จากคำในภาษาลาติน โดยคำว่า salix หมายถึงต้น willow ในปี ค.ศ. 1874 ผลิตภัณฑ์ทางการค้าชนิดแรกของ SA เริ่มวางจำหน่ายในประเทศเยอรมัน และในปี ค.ศ. 1898 Aspirin ซึ่งเป็นชื่อการค้าของ acetylsalicylic acid ได้วางจำหน่ายโดยบริษัท Bayer Co. มีเอกสารอ้างอิงมากมายที่กล่าวถึงนักวิทยาศาสตร์สายพืชได้ใช้ aspirin และ Salicylic acid อย่างกว้างขวาง ในการทดลองของพวกเขา อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า aspirin ไม่เคยถูกระบุว่าเป็นสารที่ได้จากพืชธรรมชาติ ซึ่งอาจเป็นเพราะ acetylsalicylic acid มีการเปลี่ยนรูปไปเป็น Salicylic acid ในกระบวนการทางเคมีที่มีน้ำร่วมด้วยได้อย่างง่ายดาย ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันแล้วว่าสามารถพบ Salicylic acid ได้ในพืชทั่วไป และสารนี้ได้รับการระบุว่ามีส่วนสำคัญในแง่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตด้วย (Raskin, 1992)

Raskin (1992) ยังได้กล่าวอีกว่า Salicylic acid พบได้อย่างกว้างขวางในพืชและสามารถพบได้ในพืชแล้วกว่า 34 ชนิด (species) Salicylic acid พบได้ในใบ และโครงสร้างที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์ของพืช โดยพบว่ามีระดับสูงสุดได้ในช่อดอกของพืชที่สร้างความร้อนได้ (thermogenic plants) และพืชที่เกิดโรคโดยได้รับ necrolizing pathogens สาร Salicylic acid นี้พบว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ของพืชมากมาย ได้แก่ การออกดอก การสร้างความร้อนในพืช thermogenic การส่งเสริมความต้านทานโรค เหล่านี้เป็นกระบวนการที่สารนี้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นหลักใหญ่ๆ aspirin (acetylsalicylic acid) ออกฤทธิ์ได้ในลักษณะเดียวกับ Salicylic acid เพราะมันสามารถเปลี่ยนรูปไปเป็น Salicylic acid ในสารละลายน้ำได้ทันทีในพืช Salicylates เป็นกลุ่มของสารประกอบที่ออกฤทธิ์เหมือน Salicylic acid (ortho-hydroxybenzoic acid) ซึ่งเป็นสารประกอบ phenolic ชนิดหนึ่งของพืช สารประกอบ phenolics มีลักษณะเป็นสารประกอบที่มี aromatic ring หนึ่งวง และมี hydroxyl group 1 กลุ่ม หรืออนุพันธ์ของมัน ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Salicylic acid

ที่มา http://www.answers.com/Salicylic+acid?cat=health

ชีวสังเคราะห์ของ Salicylic Acid

Raskin (1992) ได้เสนอขั้นตอนการสังเคราะห์ Salicylic acid (SA) ในพืชโดยใช้ shikimic acid pathway ในการสังเคราะห์ cinnamic acid ซึ่งจะสามารถเปลี่ยนรูปไปเป็น Salicylic acid ได้ 2 ทางคือ ทางหนึ่งไปเป็น o-coumaric acid และ อีกทางหนึ่งไปเป็น benzoic acid

การลำเลียงและการทำให้ Salicylic acid ไม่ออกฤทธิ์

ปัจจุบันยังไม่ทราบว่ามีการลำเลียง SA อย่างไรในพืช แต่โดยลักษณะทางกายภาพแสดงให้เห็นว่า SA สามารถลำเลียงได้ทั่วทั้งต้นพืช การทำให้ SA ไม่ออกฤทธิ์อาจทำได้ใน 2 ลักษณะคือ โดยการจับกับอนุพันธ์ ซึ่งพืชมีความสามารถในการสร้าง o-glucosides หรือ glucose esters ของ SA ได้ และโดยขบวนการเมตาโบลิซึม ซึ่งทำได้โดยการเพิ่ม hydroxylation ของ aromatic ring (Raskin, 1992)

การออกฤทธิ์ทางสรีรวิทยาของ Salicylic Acid

1. อิทธิพลในด้านการออกดอก

มีรายงานหลายฉบับระบุว่า SA สามารถกระตุ้นการออกดอกได้ โดยมีการระบุว่า SA สามารถกระตุ้นการออกดอก โดยกระตุ้นการสร้างอวัยวะ (organogenic) ใน callus ของยาสูบ โดยที่มี SA ร่วมกับ kinetin และ IAA เป็นตัวส่งเสริมการเกิดตา แต่การค้นพบนี้ไม่ใช่หลักฐานชี้ชัดว่า SA เกี่ยวข้องกับการออกดอก เนื่องจากมีสารประกอบอื่นๆ อีกหลายชนิดร่วมอยู่ด้วย ซึ่งสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบเหล่านี้สามารถกระตุ้นการออกดอกในการเพาะเลี้ยงเซลล์ของยาสูบได้อีกทั้งในรายงานอีกหลายฉบับมีการรายงานผลที่ขัดแย้งกันเอง (Raskin, 1992)

2. ความสัมพันธ์ระหว่าง Salicylic acid และการสร้างความร้อนในพืช

ผู้ที่กล่าวถึงการสร้างความร้อนในพืช (thermogenicity) เป็นคนแรกคือ Lamarck (1778) ในพืช genus Arum ปัจจุบันพบว่า การสร้างความร้อนเกิดขึ้นในโครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของพืชตระกูลปรง (cycads) และในดอก หรือช่อดอกของพืช anigosperm หลายชนิดในหลายๆ ตระกูล การเกิดความร้อนนี้เชื่อว่าเป็นการเกิดร่วมกับการเพิ่มขึ้นของ cyanide-resistant nonphosphorylating pathway ซึ่งจะเกิดเฉพาะใน mitochondria

van Herk (1937) สันนิษฐานว่ากิจกรรมทางเมตาโบลิซึมที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน appendix ของดอก Arum lilies (voodoo lily) ซึ่งจะสร้างช่อดอกที่ยาวถึง 80 ซม. จะได้รับการกระตุ้นโดยสาร calorigen ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ และสร้างขึ้นใน primordia ของดอกตัวผู้ที่อยู่ใต้ appendix นั้น ในความพยายามที่จะสกัดสาร calorigen พบว่า SA คือสารประกอบนั้นซึ่งสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างความร้อนในดอก voodoo lilies นั่นเอง โดย SA จะเคลื่อนที่จากดอกตัวผู้ของ voodoo lily ไปยังส่วน appendix หนึ่งวันก่อนดอกบาน จากนั้นจะกระตุ้นให้เกิดความร้อนซึ่งเป็นผลผลิตจากการหายใจแบบ cyanide-insensitive และก่อให้เกิดขบวนการ volatization ของ amines ที่มีกลิ่นเหม็นและ indole ขึ้น ซึ่งจะดึงดูดแมลงผสมเกสร อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นใน appendix นี้อาจสูงได้ถึง 14 องศาเซลเซียส จากอุณหภูมิปกติ (Raskin, 1992)

3. ความสัมพันธ์ของ Salicylic acid และความต้านทานโรคของพืช

ในพืชบางชนิดที่มีความทนทานต่อโรค สามารถจำกัดการกระจายตัวของโรคที่เข้าทำลายได้ไว้ในบริเวณเล็กๆ เฉพาะจุดที่โรคเข้าทำลายได้ ซึ่งจะปรากฏเป็นแผลที่เซลล์พืชตาย (necrotic lesion) การป้องกันตัวเองของเซลล์โดยการฆ่าตัวตายนี้เรียกว่า ปฏิกิริยา hypersensitive reaction (HR) ซึ่งปฏิกิริยา HR นี้สามารถนำไปสู่ความต้านทานที่เป็นระบบได้ (systemic acquired resistance) ส่วนประกอบโดยทั่วไปของ HR และความต้านทานที่เป็นระบบนี้ จะประกอบขึ้นจากการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับโรค (PR) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ความต้านทานโรคและการสร้างโปรตีน PR บางชนิดในพืช สามารถถูกกระตุ้นโดย SA หรือ acetylsalicylic acid แม้ว่าจะไม่มีตัวเชื้อโรคก็ตาม (Raskin, 1992) ในระหว่างการพัฒนาของการตอบสนองแบบ HR ต่อโรค จะพบว่ามีการสร้าง SA เป็นปริมาณมากจาก cinnamic acid ภายในบริเวณใกล้กับแผลที่เซลล์พืชตายนั้น (Yalpani et al, 1993) ปริมาณของ SA ส่วนใหญ่ที่ไม่เคลื่อนย้าย จะอยู่ในรูป b-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

O-D-glycosylsalicylic acid และ SA ที่เป็นอิสระจะเข้าไปใน phloem ซึ่งจะพบได้ในบริเวณใบที่อยู่ด้านบนของพืช การเพิ่มขึ้นของ SA จะมากเพียงพอสำหรับการกระตุ้นโปรตีน อย่างเป็นระบบและจะต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อ

Salicylic acid จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดใหม่ได้หรือไม่

มีผู้ระบุว่า SA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มใหม่ โดยมีคุณสมบัติคือ เป็นสารประกอบที่ทราบโครงสร้างทางเคมี พบได้โดยทั่วไปในพืชหลายชนิด และมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชในระดับความเข้มข้นต่ำ ปัจจุบันกลไกการทำงานของ SA ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่เท่าที่ทราบคือ SA ควบคุมคุณลักษณะบางอย่างในการต้านทานโรค และการเกิดความร้อนขึ้นในพืช ความสัมพันธ์ทางชีวเคมีระหว่างการทำงานของ SA ในการต้านทานโรคของพืชและการสร้างความร้อน ตลอดจนการสร้างกลิ่น ใน Arum lilies ยังไม่ทราบแน่ชัด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาวิจัย SA อีกมากทั้งในขั้นตอนของการชีวสังเคราะห์ SA ขบวนการเมตาโบลิซึม และการศึกษาระดับโมเลกุลที่เกี่ยวกับการส่งผ่านสัญญาณ เพื่อให้เข้าใจถึงกลไกและการทำงานของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญชนิดนี้

2.3. β – Aminobutyric acid (BABA)

Oort and Van Andel (1960) ได้บันทึกเกี่ยวกับการชักนำความต้านทานขึ้นเป็นครั้งแรกในการต่อต้าน โรค tomato late blight โดยเลือกใช้สาร BABA เป็นทรีตเมนต์สำหรับการทดลอง และในปี 1963 มีรายงานเกี่ยวกับสารเกี่ยวกับ aminobutrates 2 กลุ่ม คือ D-AABA และ AIB (2 – amino isobutyric acid) โดยแสดงให้เห็นว่าสามารถต่อต้านโรค scab ในแอปเปิ้ลได้ (MacLennan et al., 1963) ความสนใจเกี่ยวกับ amino acid – mediated (กรดอมิโนที่เป็นสื่อกลาง) ในการชักนำความต้านทานนั้นเพิ่งจะเป็นเทคโนโลยีใหม่เมื่อไม่นานมานี้ราวๆ 30 ปีที่ผ่านมาคือมีการค้นพบความสามารถของ BABA ในการต่อต้านโรคในมันฝรั่ง มะเขือเทศและยาสูบ (Cohen, 2000) ซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีรายงานมากมายที่เป็นหลักฐานยืนยันว่า BABA นั้นสามารถ induced resistance ในพืชได้

Cohen et al. (1994) กล่าวว่า BABA ต่อต้านเชื้อโรคที่เข้าทำลายที่ ใบ ราก และผล ส่วนการต่อต้านไส้เดือนฝอยนั้นไม่ใช่จะทำเฉพาะในดินที่เปียกเท่านั้นแต่จะมีการสเปรย์สาร BABA ลงบนใบด้วยโดยสารจะเคลื่อนย้าย ^{14}C – BABA จากใบไปยังรากเพื่อต่อต้านไส้เดือนฝอย วิธีการใช้ BABA โดยอาจจะทำการสเปรย์ที่ใบพืช การผสมในดินเปียก และการแช่เมล็ดก่อนปลูก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BABA จะมีประสิทธิภาพมากเมื่อสามารถรวมตัวเข้ากับดิน การฉีดเข้าไปในลำต้นพืช หรือผสมลงไปพร้อมกับการให้สารละลายทางรากก็ได้

ความเข้มข้นของ BABA มีความสำคัญมากต่อประสิทธิภาพในการชักนำความต้านทานภายใต้สภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ยาก โดยปกติจะใช้ในปริมาณ 250 – 1000 $\mu g\ ml^{-1}$ สำหรับการฉีดพ่นที่ใบ ส่วนในดินจะใช้ 20 – 100 $\mu g\ ml^{-1}$ เพราะจะมีประโยชน์สำหรับการ uptake ไปยังราก (Cohen, 1996)

Mode of action of BABA

Cohen (2000) ได้รวบรวมเกี่ยวกับกลไก BABA ไว้ดังนี้

1. Physical barriers

Zimmerli et al. (2000) ได้กล่าวว่า เมื่อนำ BABA ไปสเปรย์ลงบนใบพืชส่วนใหญ่จะต้านทานต่อใบจุด และจะเกี่ยวกับความต้านทานแบบ SAR (systemic acquired resistance) โดยอาจจะเพิ่มประสิทธิภาพของผนังเซลล์ (callose) หรือไปส่งเสริมการสร้าง papillae ในพืชจำพวก Arabidopsis โดยจะไปต่อต้านเชื้อ *Peronospora parasitica* ส่วนในมะเขือเทศจะมีการสร้าง callose และ lignin ในการป้องกันมะเขือเทศจาก *Phytophthora infestans* เป็นต้น

2. Pathogenesis – related proteins (PR proteins)

ในมะเขือเทศและพริก จะมีการสะสมโปรตีนหลังจากฉีดพ่น BABA ที่ใบหรือผสมลงไปในดิน เมื่อพิจารณาแล้วพบว่ามีเชื้อโรคเข้าทำลายน้อยมาก โดยการเพิ่ม PR proteins จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อ *Phytophthora infestans* และ *Phytophthora capsici* ให้กับมะเขือเทศและพริกไทยตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ทั้งหมดจะเกี่ยวกับข้องระบบความต้านทานแบบ SAR ทั้งหมด

3. Phytoalexins

BABA ทำให้สาร phytoalexin เกิดการตกตะกอนซึ่งมีประโยชน์ต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค การศึกษาพบว่าไม่มี phytoalexins บนใบพืชหรือลำต้นเลย เมื่อทรีตด้วย BABA

4. Hypersensitive reaction (HR) and reactive oxygen

การชักนำความต้านทานของ BABA เมื่อมี cell พืชตายหรือมีบาดแผล จากการเข้าทำลายของเชื้อโรค โดย BABA จะเข้าร่วมกับ reactive oxygen species (ROS), superoxide และ H_2O_2 ทำให้เกิด HR ขึ้นโดยพืชจะมีการป้องกันตัวเองจากเชื้อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ถุงพลาสติกขนาด 8x12, 30x50
2. ยางรัดพลาสติก
3. ตู้เขี่ยเชื้อ
4. แอลกอฮอล์ 70%
5. Clorox 10%
6. น้ำกลั่น
7. slide, cover slide
8. Lactophenol
9. น้ำยาเคลือบเล็บ
10. ชิ้นส่วนของใบมะเขือเทศที่แสดงอาการผิดปกติ เช่น ใบจุด ใบไหม้
11. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเขี่ยเชื้อ เช่น มีดโกน เข็มเขี่ยเชื้อ ฯลฯ
12. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose agar), WA (water Agar) และ V8 juice agar
13. Salicylic acid (SA), Methyl jasmonate (MeJA) และกรด β-aminobutyric acid
14. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น จานเลี้ยงเชื้อ หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่ ขวดอาหาร กระบอกตวง ปิเปต ฯลฯ
15. ตะเกียงแอลกอฮอล์
16. cork borer เบอร์ 3
17. กล้องจุลทรรศน์
18. กล้องถ่ายรูป
19. บัวรดน้ำ
20. ถุงเพาะชำสีดำ
21. ถาดหลุมพลาสติกสีดำ
22. ขวดสเปรย์สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การแยกเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุดมะเขือเทศ

1.1. วิธีเก็บตัวอย่างของชิ้นส่วนมะเขือเทศที่เป็นโรคใบจุด

เลือกเก็บชิ้นส่วนของใบมะเขือเทศที่เป็นโรคใบจุดในลักษณะที่แตกต่างกัน ดังภาพที่1และ ทำการถ่ายรูปอาการของใบมะเขือเทศ จากนั้นนำมาใส่ถุงพลาสติกแยกตามลักษณะอาการที่เป็นโรคที่แตกต่างกัน แล้วใช้หนังยางรัดปากถุงพลาสติก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่น จากนั้นนำมาเก็บไว้ในตู้เย็น เพื่อทำการแยกเชื้อราสาเหตุของโรคพืชต่อไป

1.2. การแยกเชื้อราจากชิ้นส่วนของใบมะเขือเทศที่เป็นโรค

โดยทำการเก็บตัวอย่างส่วนของพืชที่เป็นโรค และนำมาตัดเนื้อเยื่อบริเวณขอบแผลเพื่อให้ได้ทั้งส่วนที่เป็นโรคและไม่เป็นโรคขนาดประมาณ 2x2 ตารางมิลลิเมตร นำชิ้นส่วนมาฆ่าเชื้อที่ผิวนอก (surface sterilization) โดยการแช่ใน clorox 10% นานประมาณ 1-2 นาที จากนั้นใช้เข็มเขี่ยหรือปากคีบที่สะอาดลนไฟฆ่าเชื้อรอให้เย็น แตะหรือคีบชิ้นส่วนพืชมาวางบนอาหาร WA (water agar) ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จานละ 4 ชิ้น แต่ละชิ้นให้ห่างกันพอสมควร นำไปบ่มไว้อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) เมื่อเชื้อราเริ่มเจริญด้วยการสร้างเส้นใยออกมาจากเนื้อเยื่อพืชบน WA จึงทำการย้ายเชื้อโดยใช้เข็มเขี่ยที่สะอาดลนไฟฆ่าเชื้อและรอให้เย็นแล้วตัดอาหารบริเวณปลายของกลุ่มเส้นใยเป็นชิ้นเล็กๆ และนำมาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose agar) บ่มไว้ในอุณหภูมิห้อง เพื่อให้เจริญเป็นเชื้อบริสุทธิ์ และเก็บไว้โดยการย้ายเชื้อลงใน agar slant หลังจากนั้นนำเชื้อที่ได้ไปศึกษาถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่1 แสดงลักษณะของใบมะเขือเทศที่นำมาแยกเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคใบจุด

A ลักษณะใบจุดวงใหญ่

B ลักษณะใบจุดวงเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเตรียมเชื้อรา

การทดลอง pretest เตรียมเชื้อราสาเหตุของโรคใบจุดมะเขือเทศ ซึ่งแยกได้จากข้อ 1.2 โดยทำการเลี้ยงเชื้อราลงบนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 1 อาทิตย์ ซึ่งเชื้อราที่ได้นั้น ได้นำไปทดสอบกับต้นกล้ามะเขือเทศเพื่อทดสอบความสามารถในการเกิดโรค หลังจากนั้นย้ายเชื้อราที่เลี้ยงบนอาหาร PDA มาเลี้ยงลงบน อาหาร V8-agar เป็นเวลา 2 อาทิตย์ จะพบว่าเส้นใยมีการเจริญเติบโต และสามารถสร้างสปอร์ได้จำนวนมากกว่าเดิม เพื่อเตรียมไว้สำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป ส่วนการทดลองจริง เตรียมเชื้อราสาเหตุของโรคใบจุดมะเขือเทศ ซึ่งแยกได้จากข้อ 1.2 ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคใบจุด โดยนำเชื้อราเลี้ยงลงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 1 อาทิตย์ นำเชื้อราไปทดสอบความสามารถในการเกิดโรค พบว่าสามารถทำให้ใบของมะเขือเทศเกิดแผล และเป็นโรคใบจุดได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นจึงย้าย เชื้อราไปเลี้ยงบนอาหาร V8-agar เพื่อกระตุ้นให้เชื้อราสร้างสปอร์เพิ่มมากขึ้น เป็นระยะเวลา 2 อาทิตย์ เพื่อเตรียมไว้สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

3. การเตรียมพืชทดสอบ (มะเขือเทศ)

การทดลอง pretest ทำการทดลองในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soilless culture) โดยเพาะกล้ามะเขือเทศลงในถาดหลุมพลาสติกสีดำที่บรรจุวัสดุปลูก peat moss ไว้แล้ว เพาะกล้าเป็นระยะเวลา 4-5 สัปดาห์ หลังจากนั้น ย้ายกล้ามะเขือเทศลงระบบปลูกดังกล่าว เช่นกัน จำนวน 66 กระถาง (1 กระถางปลูก 2 ต้น ดังนั้น จำนวนต้นทั้งหมดเท่ากับ 132 ต้น) โดยให้สารละลายธาตุอาหารในช่วงเวลาเดียวคือ ช่วงระยะเวลาระหว่าง 6:00 – 6:15 นาฬิกา ของทุกวัน เป็นระยะเวลาหลังย้ายกล้า 2 สัปดาห์ เพื่อเตรียมไว้สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

การทดลองจริง ทำการทดลองในดิน โดยจะเพาะต้นกล้ามะเขือเทศในถาดหลุมพลาสติกสีดำที่บรรจุด้วยดินไว้แล้ว เพาะกล้าเป็นระยะเวลา 4-5 สัปดาห์ หลังจากนั้นย้ายต้นกล้าลงในถุงเพาะพลาสติกสีดำ จำนวน 144 ต้น เพื่อเตรียมไว้สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การชักนำพืชให้เกิดความต้านทาน (induced resistance)

4.1. การเตรียมสารชักนำความต้านทาน

การทดลอง pretest และ การทดลองจริงจะมีการเตรียมสารชักนำเช่นเดียวกัน โดยการเตรียมสาร 3 ชนิด คือ Salicylic acid (SA), Methyl jasmonate (MeJA) และ β-aminobutyric acid (BABA) (เพื่อเตรียมเป็น stock solution) เริ่มจาก ชั่งน้ำหนัก SA 1.4 mg, MeJA 2.2 mg และ BABA 1.3 mg ตามลำดับ จากนั้นนำแต่ละสารมาละลายใน ethanol 10% (95%) โดย ปิเปต ethanol 10% จำนวน 1 ml ใส่ในหลอดทดลอง 3 หลอด แล้วนำสารที่ชั่งในตอนแรก ใส่ลงไปในแต่ละหลอด เติมน้ำให้ครบ 10 ml จากนั้น dilution solution เป็น 3 ความเข้มข้น คือ 1 mM 0.1 mM และ 0.01 mM, ตามลำดับ

4.2. การฉีดพ่นสารชักนำความต้านทานลงบนพืชทดสอบ (มะเขือเทศ)

การทดลอง pretest ฉีดพ่นสาร 2 ระยะคือ ระยะแรก ฉีดพ่นเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมงก่อนการปลูกเชื้อ และระยะสอง คือ ฉีดพ่นเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมงก่อนการปลูกเชื้อ (การฉีดพ่นโดยฉีดสารที่เตรียมไว้ใน ข้อ 4.1 ให้ชุ่มใบ)

การทดลองจริง ฉีดพ่นสารจะฉีดพ่น 2 ครั้งห่างกัน 4 วัน ก่อนการปลูกเชื้อ (ฉีดพ่นลงบนใบพืชและลำต้นให้ชุ่ม)

5. การปลูกเชื้อสาเหตุ

การทดลอง pretest นำเชื้อราสาเหตุที่เตรียมไว้ในข้อ 2 นำมาปั่นกับน้ำกลั่นให้เป็นสารละลาย แล้วนำสารละลายเชื้อราที่ได้ มาป้ายลงบนใบมะเขือเทศต้นแรก 2 ใบ (ในกระถางมีต้นมะเขือเทศ 2 ต้น) ส่วนต้นที่สอง นั้นเด็ดใบจำนวน 2 ใบ นำมาวางไว้บนเพลท แล้วนำ ชิ้นวุ้นของเชื้อรา มาวางไว้ในตำแหน่งสองจุดในลักษณะที่เยื้องกัน ทำการทดลองทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 3 วัน จากนั้น เช็คผลการทดลอง

การทดลองจริง นำเชื้อราที่ได้จากข้อ 2 มาปลูกเชื้อลงบนใบมะเขือเทศ ทั้งหมด 3 ใบ โดยนำชิ้นวุ้นของเชื้อรา วางไว้บนใบมะเขือเทศ หลังจากนั้น เอาพลาสติกคลุม ดังภาพที่2 เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือชักนำให้เชื้อราสร้างสปอร์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการเกิดโรคของเชื้อรา ส่วน control healthy จะไม่มีการปลูกเชื้อ แต่สร้างสภาพแวดล้อมให้เหมือนกัน ทำการทดลองทิ้งไว้สามวัน จากนั้นเช็คผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่2 แสดงลักษณะต้นกล้ามะเขือเทศ (พืชทดสอบ)

A มะเขือเทศในกระถางที่เตรียมไว้สำหรับการปลูกเชื้อ

B การนำถุงพลาสติกคลุมหลังการปลูกเชื้อเพื่อสร้างสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การบันทึกผล

การทดลอง pretest ทำการบันทึกข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโต โดยนำต้นพืชจำนวน 1 ต้นของแต่ละกระถาง (replication) ไปชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 เป็นเวลา 3 วัน เพื่อหาน้ำหนักแห้ง ส่วนการบันทึกข้อมูลทางด้านโรคโดยการนำใบพืชทดสอบที่เก็บจากต้นที่เหลือของในแต่ละกระถาง ไปแสกนภาพภายใต้เครื่องแสกน จากนั้น ประเมินความรุนแรง ดังภาพที่3 โดยกำหนดให้

0 = ใบมะเขือเทศมีอาการปกติ, ยังคงมีสีเขียวเต็มใบ

1 = ใบมะเขือเทศมีอาการเหลืองซีดไปจากเดิม

2 = ใบมะเขือเทศมีอาการเหลืองซีดและเริ่มมีบาดแผลหรือร่องรอยจากการเข้าทำลายของโรค จะมีมีลักษณะแผลสีน้ำตาล/สีน้ำตาลดำ

3 = ใบมีอาการเหลืองซีด, บาดแผลสีน้ำตาลดำ และเริ่มเกิดอาการเน่าเป็นสีน้ำตาลทั้งใบ

4 = ใบมะเขือเทศ เน่าเกือบจะทั้งใบ แต่ยังเห็นร่องรอยของพื้นที่สีเขียวอยู่

5 = ใบมะเขือเทศเน่า ทั้งใบ

ภาพที่3 แสดงระดับความรุนแรงและค่าดัชนีการเกิดโรคของอาการบนใบมะเขือเทศ ตั้งแต่ 0 - 5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองจริงจะทำการบันทึกข้อมูลการเกิดโรคบนใบที่อยู่บนต้นพืช โดยทำการเช็คผล 2 ครั้ง แต่ละครั้ง ห่างกัน 4 วัน เพื่อดูการต้านทานของพืชต่อความรุนแรงของโรค และให้ระดับความรุนแรงของโรคดังนี้ คือ

0 = ไม่เป็นโรคเลย

1 = ใบมะเขือเทสมีจุดสีน้ำตาล (แสดงถึงการเข้าทำลายของเชื้อโรคโดยเชื้อจะยังไม่ลุกลามไปยังบริเวณอื่นในพื้นที่ใบเดียวกัน)

2 = ใบมะเขือเทศมีจุดสีน้ำตาล และเชื้อได้ลุกลามไปยังบริเวณพื้นที่ใบมะเขือเทศใบเดียวกันจนมีสีเหลืองทั่วทั้งใบ

3 = ใบมะเขือเทศมีอาการเหี่ยวแห้ง, ลีบ แสดงอาการไหม้ไปยังส่วนของก้านใบ ซึ่งเป็นก้านใบที่ถูกเชื้อเข้าทำลายนั้น

4 = ใบมะเขือเทศมีอาการเหี่ยวแห้ง ลีบ ไหม้ไปยังบริเวณก้านไป และยังมีอาการเหลืองลุกลามไปยังบริเวณอื่นของใบข้างเคียง

* หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณดังนี้

$$\text{ความรุนแรงของการเกิดโรค(\%)} = \frac{\text{ผลรวมของต้นพืชที่เป็นโรค} \times \text{ดรรชนีการเกิดโรค}}{\text{จำนวนต้นที่เป็นโรคทั้งหมด}} \times 25$$

ภาพที่4 แสดงระดับความรุนแรงและค่าดัชนีการเกิดโรคของอาการบนใบมะเขือเทศ ตั้งแต่ 0 - 4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1.การจัดจำแนกและทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค

ลักษณะสัณฐานของเชื้อราจากการทดลอง pretest พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีลักษณะสีดำเข้ม เมื่อนำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40x พบว่า เชื้อรามีการสร้างสปอร์สีดำ ลักษณะเรียวแหลม มีผนังกั้นตามขวาง 6-7 septa ซึ่งลักษณะดังกล่าวตรงกับลักษณะของเชื้อรา *Helminthosporium* sp. ที่ทำให้เกิดโรคใบจุด (เกษม, 2525) และเมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคโดยการนำชิ้นวุ้นของเชื้อราที่เจริญเต็มที่ไปวางไว้บนใบพืชทดสอบ ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า เชื้อราชนิดนี้มีความสามารถทำให้เกิดโรคได้ ดังภาพที่5

ภาพที่5 แสดงลักษณะเชื้อรา *Helminthosporium* sp (pretest)

A ลักษณะ conidia ของเชื้อที่กำลังขยาย 40x

B ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุได้ 7 วัน

C ลักษณะอาการบนใบพืชที่เชื้อราเข้าทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะสัณฐานของเชื้อราจากการทดลองจริง พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีลักษณะสีน้ำตาลค่อนข้างดำ เมื่อนำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายขนาด 40x พบว่า เชื้อราจะสร้างโครงสร้างชนิดหนึ่งใช้ในการห่อหุ้มสปอร์ที่เรียกว่า pycnidium ซึ่งมีลักษณะคล้ายคนโทปากปิด ภายในจะบรรจุสปอร์ไว้ ซึ่งสปอร์ที่อยู่ภายในผนังของ pycnidium สามารถหลุดออกมาได้เมื่อผนังแตกออก และเมื่อผนัง pycnidium แตก พบว่าภายในมีของเหลวไหลออกมา ซึ่งประกอบไปด้วย conidia ใส ไม่มีสี มีลักษณะกลมขนาดเล็กมาก หลังจากนั้นนำเชื้อราดังกล่าวมาทำการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคโดยนำชิ้นวุ้นที่ประกอบไปด้วยเชื้อราที่เจริญเต็มที่ ไปวางไว้บนใบของต้นพืชทดสอบ ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า ต้นพืชทดสอบ จะแสดงอาการเป็นจุดสีน้ำตาลจนถึงดำ เมื่อปล่อยไว้นานจะแสดงอาการไหม้ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ปลูกเชื้อ (control) ดังภาพที่ 6,7

ภาพที่6 แสดงลักษณะของเชื้อราสาเหตุของโรคใบจุด (การทดลองจริง)

A ลักษณะ conidia ของเชื้อที่กำลังขยาย 10x

B ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุได้ 7 วัน

C ลักษณะอาการบนใบพืชที่เชื้อราเข้าทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่7 แสดงอาการของต้นพืชทดสอบหลังการปลูกเชื้อเมื่อปล่อยทิ้งไว้นานจะเกิดอาการเหลือง และไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการชักนำความต้านทาน ในการทดลอง pretest

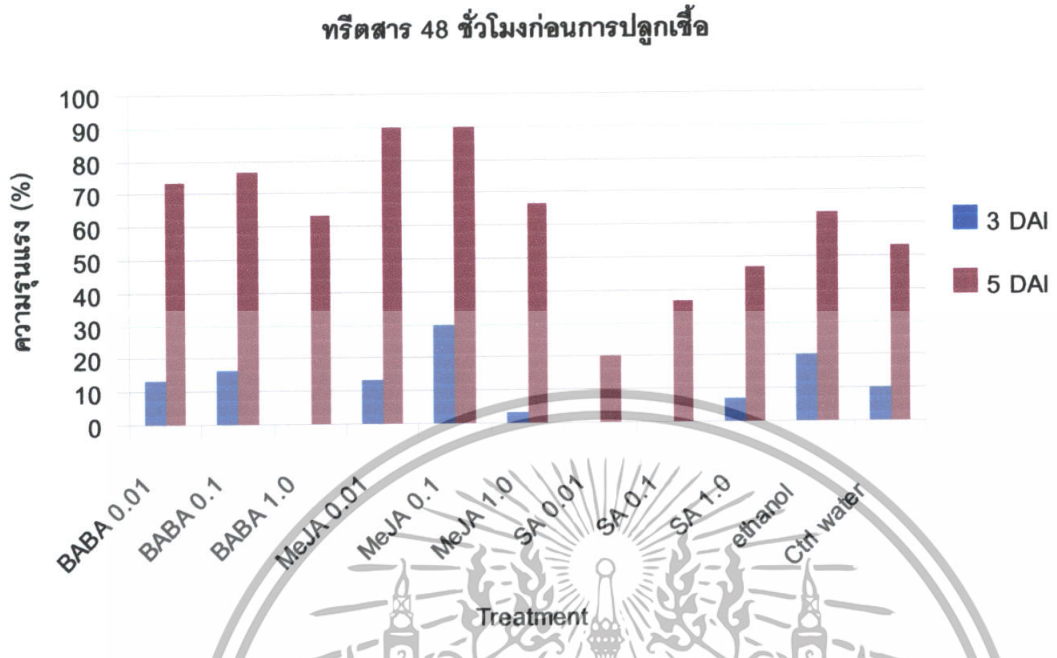
ผลของ SA, BABA และ MeJA ในการยับยั้งโรคใบจุดมะเขือเทศ พบว่า ในการทดลองเบื้องต้นนั้น เมื่อเราเด็ดใบจากต้นมะเขือเทศ จำนวน 2 ใบ มาวางไว้บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ระยะเวลาในการทรีตสารก่อนการปลูกเชื้อทั้ง 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง จะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และ ความสามารถในการเกิดโรคหลังการปลูกเชื้อ ค่อนข้างให้ผลในลักษณะไม่แตกต่างจาก control หมายความว่า ความสามารถของพืชในการชักนำให้เกิดการต้านทานต่อเชื้อโรค ให้ผลเช่นเดียวกันกับ control แต่มีเพียงสารเดียว คือ SA ที่ความเข้มข้น0.01 mM จะมีความแตกต่างจาก control ในทางสถิติ ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 8

ตารางที่ 2 แสดงค่าดัชนีการเกิดโรค (0-5) ของอาการบนใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารทั้ง 48 hr และ 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อโดยทำการตรวจเช็ค ที่ระยะเวลา 3 วันและ 5 วัน ตามลำดับ

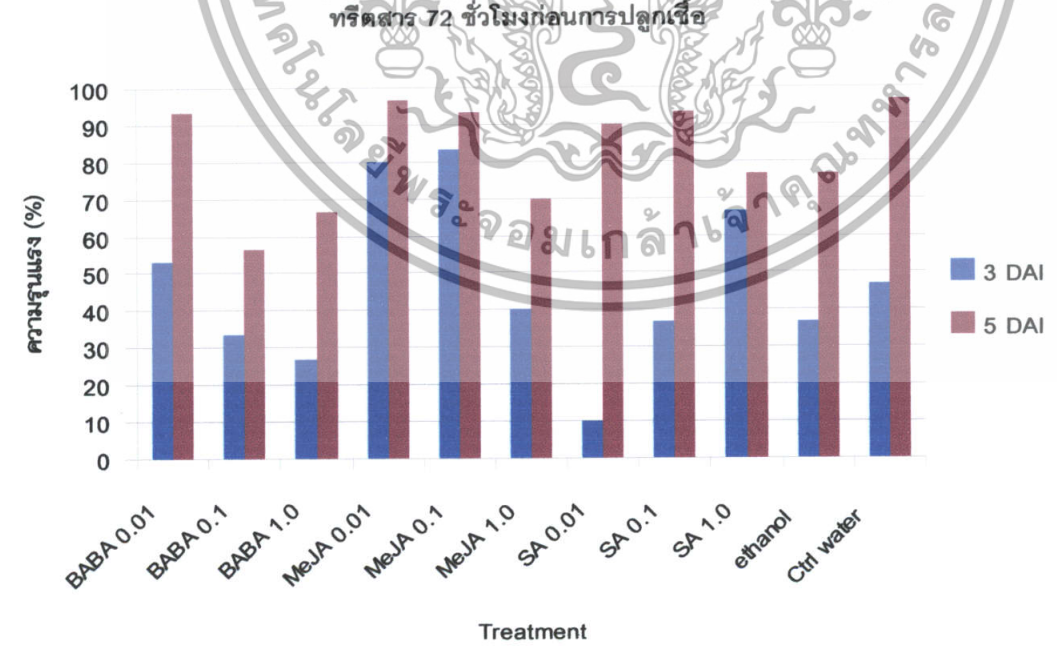
Treatment	สเปรย์สาร 48 ชั่วโมง				สเปรย์สาร 72 ชั่วโมง			
	3 DAI[1]	SE	5 DAI	SE	3 DAI	SE	5 DAI	SE
BABA 0.01	0.7	0.2	3.7	0.6	2.7	0.6	4.6	0.3
BABA 0.1	0.8	0.4	3.8	0.8	1.7	0.7	2.8	0.9
BABA 1.0	0.0	0.0	3.2	0.2	1.3	0.6	3.3	0.5
MeJA 0.01	0.7	0.4	4.5	0.2	4.0	0.5	4.8	0.2
MeJA 0.1	1.5	0.2	4.5	0.4	4.8	0.6	4.6	0.3
MeJA 1.0	0.2	0.2	3.3	0.3	2.0	0.4	3.5	0.4
SA 0.01	0.0	0.0	1.0	0.4	0.5	0.5	4.5	0.2
SA 0.1	0.0	0.0	1.8	0.5	1.8	0.5	4.6	0.2
SA 1.0	0.3	0.2	2.3	0.3	3.3	1.0	3.8	0.7
ethanol	1.0	0.5	3.2	0.5	1.8	0.5	3.8	0.4
Ctrl water	0.5	0.3	2.6	0.8	2.3	0.7	4.8	0.2

[1] DAI = day after inoculation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่8 แสดงความรุนแรงอาการเกิดโรคในแต่ละ treatment เมื่อทำการทรีตสาร 48 hr ก่อนการปลูกเชื้อที่โดยทำการเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 3 วันและ5 วันหลังการปลูกเชื้อ (DAI) ตามลำดับ

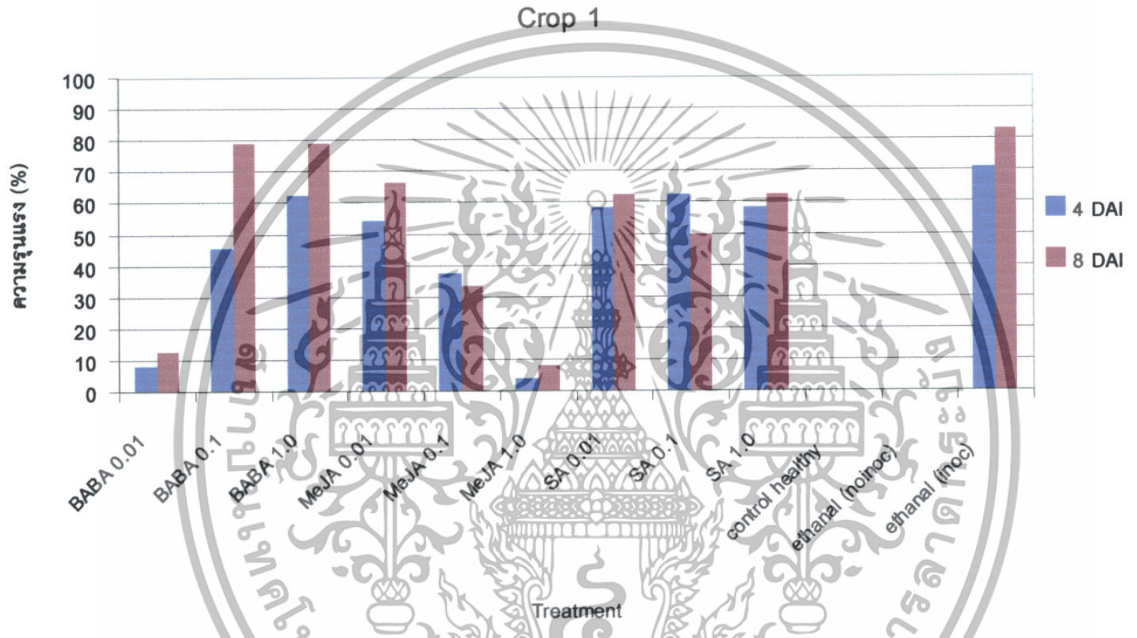


ภาพที่9 แสดงความรุนแรงอาการเกิดโรคในแต่ละ treatment เมื่อทำการทรีตสาร 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อที่โดยทำการเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 3 วันและ5 วันหลังการปลูกเชื้อ (DAI) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการชักนำความต้านทานในการทดลองจริง

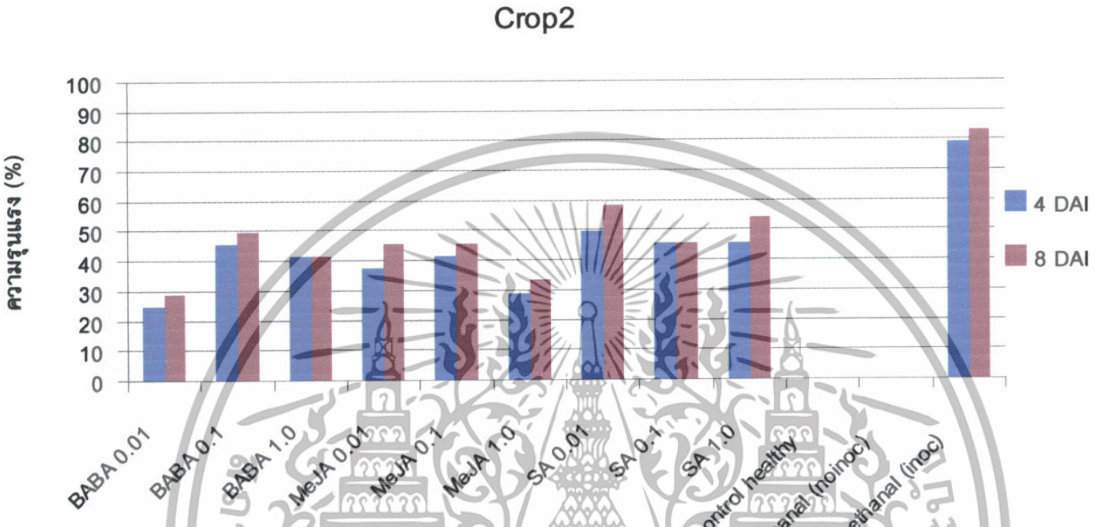
ส่วนการทดลองจริงนั้น แบ่งเป็น 2 crop สำหรับ crop แรกให้ผลการทดลอง ดังนี้ จากทั้งหมด 12 ทรีตเมนต์ พบว่า BABA ที่ความเข้มข้น 0.01 mM และ MeJA ที่ความเข้มข้น 0.1 mM ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ กล่าวคือ ให้ผลแตกต่างจาก control ส่วนทรีตเมนต์อื่นจะไม่ค่อยให้ผลแตกต่างจาก crotrol มากนัก ดังแสดงไว้ในภาพที่ 10



ภาพที่10 แสดงอัตราการเกิดโรคของแต่ละ treatment สำหรับ crop1 เช็คผลที่ระยะเวลา 4 วัน และ 8 วันหลังการปลูกเชื้อ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทดลองจริง ใน crop2 นั้นจะเป็นการทดลองแบบ CRD จะแสดงผลไว้ดังภาพที่ 11 ซึ่งให้ผลดังนี้ คือ BABA ที่ความเข้มข้น 0.01 mM และ MeJA ที่ความเข้มข้น 1.0 mM จะให้ผลที่แตกต่างกันทางนัยสำคัญในทางสถิติ ส่วนทรีตเมนต์อื่นจะไม่แตกต่างกัน



ภาพที่11 แสดงอัตราการเกิดโรคของแต่ละ treatment สำหรับ crop2 เช็คผลที่ระยะเวลา 4 วัน และ 8 วันหลังการปลูกเชื้อ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการทดลองที่ค่อนข้างเป็นเทคโนโลยีใหม่ ประกอบกับระยะเวลาที่ค่อนข้างจำกัด จึงส่งผลให้การทดลองคลาดเคลื่อนบ้างในบางกรณี ตั้งแต่การแยกเชื้อสาเหตุ จากโรคใบจุดมะเขือเทศ ซึ่งเชื้อสาเหตุที่ใช้ในการทดลองทั้ง crop1 และ crop2 ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นเชื้อชนิดใด ทราบแต่เพียงว่าเป็นสาเหตุของโรคใบจุด ซึ่งอยู่ในกลุ่มของเชื้อราที่สร้างโครงสร้างชนิดหนึ่งขึ้นเพื่อใช้ในการห่อหุ้มสปอร์ (สร้าง conidia ใน fruiting structure) หรือที่เรียกว่า pycnedium ดังนั้น เวลาจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับขั้นตอนการจัดจำแนกเชื้อ และการเข้าทำลายของเชื้อชนิดนี้ค่อนข้างรุนแรงเมื่อนำมาทดสอบ จึงเหมาะแก่การทดลองที่มีเวลาค่อนข้างจำกัด

ส่วนผลการทดลองเบื้องต้น (pretest) นั้นไม่ค่อยเป็นไปตามทฤษฎี อาจเพราะ พืชในช่วงทดสอบ โตเกินไป สำหรับการชักนำความต้านทาน ประกอบกับช่วงเวลานั้นเป็นช่วงหน้าร้อน ทำให้เกิดการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีร่วมกับวิธีนี้ด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ผลการทดลองจึงให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร แต่ก็มีที่แตกต่างคือ SA ที่ความเข้มข้น 0.01 mM ให้ผลได้ดีที่สุด สามารถลดการเกิดโรค ได้เกือบ 100% นั่นก็อาจเป็นเพราะ ความเหมาะสมของสารทางด้าน ความเข้มข้น เวลาที่ใช้ชักนำก่อนการปลูกเชื้อ และสภาพแวดล้อม เหล่านี้ล้วนมีส่วนทำให้ SA ส่งสัญญาณแก่พืช ให้ต้านทานต่อโรคที่เข้าทำลายได้ทั้งหมดผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Matthew et al. (1999); Enkerli et al. (1993); Coquoz et al. (1995) ได้รายงานว่า SA สามารถชักนำความต้านทานได้เช่น มะเขือเทศ โดยต้านทานต่อเชื้อ *Alternaria solani* ยาสูบต้านทานไวรัส (tobacco mosaic virus) มันฝรั่ง ต้านทานต่อโรค *Phytophthora infestans* และ *A. solani* เป็นต้น

สำหรับการทดลองจริงนั้น สิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องควบคุมมากที่สุดคือ สภาพแวดล้อม เนื่องจาก เชื้อสาเหตุที่ใช้ทดสอบอาจหมดประสิทธิภาพในการเข้าทำลายได้ จึงจำเป็นต้องใช้ถุงพลาสติกคลุม ในแต่ละทรีตเมนต์ทั้งหมด ตลอดในช่วงระหว่างการทดลอง และผลที่เกิดขึ้นทั้ง crop1 และ crop2 เป็นไปทำนองเดียวกัน ดังภาพที่ 3 และ 4 คือ BABA ที่ความเข้มข้น 0.01 mM และ MeJA ที่ความเข้มข้น 1.0 mM มีความสามารถในการส่งสัญญาณ (กระตุ้น) พืชให้สร้างความต้านทานต่อเชื้อโรคได้

ส่วนการทดลองที่ไม่สอดคล้องกัน ที่เกิดขึ้นคือ การทดลองเบื้องต้น SA ที่ความเข้มข้น 0.01 ให้ผลได้ดีที่สุด สำหรับการทดลองจริง BABA ที่ความเข้มข้น 0.01 mM และ MeJA ที่ความเข้มข้น 1.0 mM ให้ผลได้ดีที่สุด ในส่วนของ BABA ได้มีรายงานว่า สามารถชักนำความต้านทานให้กับพืชได้เช่น ในกรณีของ มะเขือเทศ มันฝรั่ง และยาสูบ โดยทำให้พืชต้านทานต่อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phytophthora infestans และ *Peronospora tabacina* ตามลำดับ (Cohen, 1994; Cohen and Gisi, 1994) นอกจากนั้นยังมีรายงานในพืชจำพวกองุ่น โดยจะไปชักนำให้องุ่นเกิดความต้านทานต่อโรคราแป้ง (Downy Mildew) (Mollah et al., 2005) เป็นต้น ดังนั้นความแตกต่างกันสำหรับ 2 การทดลองนี้ก็คือ การทดลองเบื้องต้นกระทำกับพืชหลังจากเด็ดใบออกจากต้น (detached leaf) และ การทดลองจริงกระทำกับพืชบนต้นพืช เราอาจจะสรุปได้ว่า Salicylic acid (SA) ชักนำพืชให้เกิดความต้านทานได้แตกต่างจาก Methyl jasmonate (MeJA) และกรด β-aminobutyric acid (BABA) อาจเนื่องมาจากกลไกที่แตกต่างกัน และอาจจะมีกลไกบางประการที่ไม่สามารถระบุได้ในขณะนี้ ซึ่งจำเป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยสำหรับเรื่อง induced resistance กันต่อไป

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สารเคมี 3 ชนิดที่มีคุณสมบัติเป็น elicitor คือ Salicylic acid (SA), Methyl jasmonate (MeJA) และ β-aminobutyric acid (BABA) มีผลในการชักนำพืชให้เกิดความต้านทานโรคได้แตกต่างกัน คือ ในการทดลองเบื้องต้น พบว่า เมื่อนำใบมะเขือเทศ 2 ใบ มาทดสอบการชักนำความต้านทานโรคในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ระยะเวลาในการชักนำ (ฉีดพ่นสาร) ก่อนการปลูกเชื้อที่ 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง มีผลต่อการชักนำความต้านทานค่อนข้างน้อย หรือแทบจะไม่มีผลเลย ซึ่งสิ่งที่จะมีผลต่อการทดลองเบื้องต้นนี้ คือ ตัวสาร ซึ่งสารที่ดีที่สุดในการทดลองนี้คือ SA และดีที่สุดที่ความเข้มข้น 0.01 mM ในทางสถิติ ส่วนสารอื่นๆ จะมีผลน้อยต่อการชักนำพืชให้เกิดความต้านทาน เนื่องจากให้ผลไม่แตกต่างจาก control สำหรับการทดลองจริงให้ผลคล้ายกันทั้ง crop1 และ crop2 พบว่า สารที่ดีที่สุด ในการชักนำพืชให้เกิดความต้านทาน คือ BABA ที่ความเข้มข้น 0.01 mM และ MeJA ที่ความเข้มข้น 1.0 mM พบว่า อัตราการเกิดโรคลดลงจนเกือบจะเป็นศูนย์ เป็นไปได้ว่าสารทั้งสองมีส่วนช่วยให้พืชเกิดความต้านทานโรค หรือมีส่วนช่วยให้พืชแข็งแรงขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2533. การเก็บรักษาผลผลิตการเกษตรหลังเก็บเกี่ยว: เทคโนโลยีและสรีรวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 166 หน้า.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2531. การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศ. ภาควิชาไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 57 หน้า.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2532. มะเขือเทศผักอุตสาหกรรม สวนผักชุดที่ 4. ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. นนทบุรี. 63 หน้า.

เกษม สร้อยทอง. 2535. บทปฏิบัติการราวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 162 หน้า

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพมหานคร.124 หน้า

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2523. มะเขือเทศ. สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 70 หน้า.

ธัญญพจน์ นรสิทธิ์, พิทักษ์ วสัณณ์ เพชรรัตน์ และ วิจิตรา ลีละศุภกุล. 2007. การเหนี่ยวนำเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอสในใบส้มที่มีแผลที่เวลาต่างกัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.38: 1-5

ประสาทพร สมิตะมาน. 2542. โรคพืชวิทยา. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 146 หน้า.

เมืองทอง ทวนทวี และสุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2534. สวนผัก1. กลุ่มหนังสือเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1.

วีณา จิรัจฉริยากูล. 2543. มะเขือเทศ. จุลสารข้อมูลสมุนไพร. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 17(3): 3-11.

ศุภลักษณ์ ฮอกะวัด. 2533. โรคของผักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงาน การประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรภาคอีสาน ครั้งที่ 1. 25-26 มกราคม 2533. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 81-93.

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2537. หลักการผลิตผัก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 217 หน้า.

สุดฤดี ประเทืองวงศ์. 2535. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 364 หน้า.

อรพรรณ วิเศษสังข์. 2537. เอกสารวิชาการเรื่องมะเขือเทศ. กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. 32 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรษา แสงอุทัย. 2532. **พืชผัก.ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพมหานคร.** 261. หน้า.

อุดม โกสัยสุก.2530. การปลูกผักกินผล. สำนักพิมพ์อักษราพิพัฒน์ . กรุงเทพ. 46 หน้า.

Anderson J.M. 1989. Membrane-derived fatty acids as precursors to second messen gers. In W.F. Boss, D.J., Morri., eds, Second Messengers in Plant Growth and Development. Alan R Liss. New York. 58 :1000-1004.

Anfoka G. and Buchenauer H. 1997. Systemic acquired resistance in tomato against *Phytophthora infestans* by pre-inoculation with tobacco necrosis virus. Physiol. Mol. Plant Pathol. 50:85-101.

Baillieul F., de Ruffray P.and Kauffmann S. 2003. Molecular cloning and biological activity of alpha-beta- and gamma-megaspermin, three elicitins secreted by *Phytophthora megasperma* H_20. Plant Physiolology 131: 155-166.

Beauverie J. 1901. d' imunization des vegetaux contre les maladies cryptogamiques comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Acadamie des Sciences, Paris 133:107-110.

Cheong J. and Choi Y. D., 2003. Methyl jasmonate as a vital substance in plants. TRENDS in Genetics 19(7):409-413.

Cordelier S., de Ruffray P., Fritig B. and Kauffmann S. 2003 Biological and molecular comparison between localized and systemic acquired resistance induced in tobacco by a *Phytophthora megasperma* glycoprotein elicitin. Plant Molecular Biology 51:109-118.

Cohen Y. 1994. 3-Aminobutyric acid induces systemic resistance against *Peronospora tabacina*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 44:273-288.

Cohen Y. and Gisi U. 1994. Systemic translocation of 14C-DL-3-aminobutyric acid in tomato plants in relation to induced resistance against *Phytophthora infestans*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 45:441-456.

Cohen Y. 1996. Induced resistance against fungal diseases by aminobutyric acids. Pages 461-466 in: Modern Fungicides and Antifungal Compounds. H. Lyr, P. E. Russel, and H. D. Sisler, eds. Intercept, Andover, UK.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cohen Y. 2000. Methods for protecting plants from fungal infection. U.S. Patent 6,075,051.

Coquoz J.-L., Buchala A. J., Meuwly P. and Métraux J.-P. 1995. Arachidonic acid induces local but not systemic synthesis of salicylic acid and confers systemic resistance in potato plants to Phytophthora infestans and Alternaria solani. Phytopathology 85:1219-1224.

Demole E., Lederer E., Mercier D. 1962. Isolement et détermination de la structure du jasmonate de méthyle. constituant odorant charactéristique de l'essence de jasmin. Helv Chim Acta 45: 645–685.

Enyedi A. J. and Raskin I. 1993. Induction of UDP-glucose: Salicylic acid glucosyltransferase activity in tobacco mosaic virus-inoculated tobacco (Nicotiana tabacum) leaves. Plant Physiol 101:1375-1380.

Enkerli J., Gisi U.and Mosinger E. 1993. Systemic acquired-resistance to Phytophthora-infestans in tomato and the role of pathogenesis-related proteins. Physiol Mol Plant Pathol. 43: 161–171.

Farmer E. E. C and Ryan A. 1992. Octadecanoid precursors of jasmonic acid activate the synthesis of wound-inducible proteinase inhibitors. Plant Cell 4:129–134.

Gary E. Vallad and Robert M. Goodman. 2004. Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic Resistance in Conventional Agriculture. Crop Science Society of America. 44:1920-1934.

Green T.R. and C. A.Ryan. 1972. Wound-induced proteinase inhibitor in plant leaves:A possible defense mechanism against insects. Science 175:776-777.

GÓmez-Vásquez R., Day R., Buschmann H., Randles S., Beeching J. R. and Cooper R. M. 2004. Phenylpropanoids, phenylalanine ammonia lyase and peroxidases in elicitor-challenged cassava (Manihot esculenta) suspension cells and leaves. Annals of Botany. 94: 87-97.

González-Aguilar G. A., Tiznado-Hernández M. E., Zavaleta-Gatica R. and Martnez-Tellez M. A. 2004. Methyl jasmonate treatments reduces chilling injury and activates the defense response of guava fruits. Biochemical Biophysical Research Communications 313(3): 694-701.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hammerschmidt R., metraux J.-P. and van Loon L.C.. 2001. Inducing resistance: a summary of papers presented at the First International Symposium on Induced Resistane to Plant Diseases, Corfu, May 2000. European Journal of Plant Pathology 107: 1-6.

Keller H., Blein, J-P., Bonnet, P. and Ricci, P., 1996, Physiological and molecular characteristics of elicitininduced systemic acquired resistance in tobacco, Plant Physiology 110: 365-276.

Lamarck de M. M. 1778. Encyclopédie méthodique – Botanique. Tome 3. Panckoucke. Paris.

Liechti, R. and Farmer, E. E. 2002. The jasmonate pathway. Science 296: 1649-1650.

MacLennan D. H., Kuc J. and Williams E. B. 1963. Chemotherapy of the apple scab disease with butyric acid derivatives. Phytopathology 53: 1261-1266.

Matthew E., Spletzer and Alexander J. Enyedi. 1999. Salicylic Acid Induces Resistance to *Alternaria solani* in Hydroponically Grown Tomato. Western Michigan University . Phytopathology 89:722-727.

Meir S., Droby S., Davidson H., Alsevia S., Cohen L., Horev B. and Philosoph-Hadas S. 1998. Suppression of Botrytis rot in cut rose flowers by postharvest application of methyl jasmonate. Postharvest Biology and Technology 13: 235-243.

Meyer A., O. Miersch C. Buttner W. Dathe and Sembdner G. 1984. Occurrence of the plant growth regulator jasmonic acid in plants. J. Plant Growth Regul. 3:1–8.

Mollah Md. Hamiduzzaman, Gabor Jakab, Laurent Barnavon, Jean-Marc Neuhaus, and Brigitte Mauch-Mani. 2005. β-Aminobutyric Acid-Induced Resistance Against Downy Mildew in Grapevine Acts Through the Potentiation of Callose Formation and Jasmonic Acid Signaling. The American Phytopathological Society 18: 819-829.

Oort A. J. P. and Van Andel O. M. 1960. Aspects in chemotherapy. Mededel. Opz. Gent. 25: 961-992.

Raskin. I. 1992. Role of Salicyclic acid in plants. Plants. Mol. Biol. 43: 439-463.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ray J. 1901. Les maladies cryptogamiques desvegetaux. Revue Jenerale de Botanique 13:145-151.

Ricci P., Bonnet P., Huet J. C., Sallantin M., Beauvaus-Cante F., Bruneteau M., Billard V., Michel G. and Pernollet J. C., 1989, Structure and activity of proteins from pathogenic fungi Phytophthora eliciting necrosis and acquired resistance in tobacco, European Journal of Biochemistry 183(3): 555-563.

Richard K. and Kuc. J. 2000. Induced Resistance Against Pathogens and Herbivores: An overview. The American Phytopathological Society.

Sembdner G. and Parthier, B., 1993. The biochemistry and the physiological and molecular actions of jasmonates. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 44, 569–589.

Shelp B. J., Bown, A. W. and Mclean M. D. 1999. Metabolism and function of γ-aminobutyric acid. Trends Plant Science 4: 446-452.

Staswick P.E. 1992. Jasmonate, genes, and fragrant signals. Plant Physiol. 99:804-807.

Ward E. R., Uknes S. J., Williams S. C., Dincher S. S., Wiederhold D.L., Alexander D.C., Ahl-Goy P., Métraux J.-P. and Ryals J. A. 1991. Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance. Plant Cell 3:1085 -1094.

Watson L. and Dallwitz M.J.1992. The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval.

Weissmann G. Aspirin. Sci Am 1991;264(1):84-90.

Wilen R., van Rooijen G., Pearce D., Pharis R., Holbrook L. and Moloney M. 1991. Effects ofjasmonic acid on embryo-specific processes in Brassica and Linum oilseeds. Plant Physiol. 95:399-405.

White, R. F. 1979. Acetylsalicylic acid (aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco. Virology 99:410-412.

Van Herk, A. W. H. (1937) Proc. K. Ned. Akad. Wet. 40:607- 614.

Yalpani N. and Raskin. 1993. Salicylic acid: A systemic signal in induced plant disease resistance. Trends Microbiol.1:88-92.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zimmerli L., Jakab C., Metraux J. P. and Mauch-Mani B. 2000. Potentiation of pathogen - specific defense mechanisms in Arabidopsis by β -aminobutyric acid. Proc. Nat.

Zimmerman P. W., Wilcoxon. 1935. Several Chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Contributions of the Boyce* Thompson Institute. 7: 209-229.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่1 แสดงข้อมูลดิบในการประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารทั้ง 48 hr และ 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อโดยทำการตรวจเช็ค ที่ระยะเวลา 3 วันและ 5 วัน ตามลำดับ (การทดลอง pretest)*

Plant	Treatment	กระถางที่	ระยะเวลา Induced	Disease rating (0-5)			
				3 DAI		5 DAI	
				ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
Tomato	BABA 0.01	1	72 hr	0	2	5	5
		2		4	3	5	5
		3		4	3	5	3
		4	48 hr	1	1	5	5
		5		1	0	1	4
		6		1	0	4	3
	BABA 0.1	1	72 hr	3	0	4	3
		2		0	0	0	0
		3		4	3	5	5
		4	48 hr	2	2	5	5
		5		0	1	5	4
		6		0	0	4	0
	BABA 1.0	1	72 hr	1	0	4	3
		2		4	1	5	4
		3		0	2	1	3
		4	48 hr	0	0	3	3
		5		0	0	4	3
		6		0	0	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่1 (ต่อ)

Plant	Treatment	กระถางที่	ระยะเวลา Induced	Disease rating (0-5)			
				3 DAI		5 DAI	
				ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
	MeJA 0.01	1	72 hr	5	5	5	5
		2		5	4	5	5
		3		2	3	4	5
		4	48 hr	2	2	5	5
		5		0	0	4	4
		6		0	0	5	4
	MeJA 0.1	1	72 hr	5	5	5	5
		2		1	4	3	5
		3		5	5	5	5
		4	48 hr	1	1	3	4
		5		1	2	5	5
		6		2	2	5	5
	MeJA 1.0	1	72 hr	3	1	4	2
		2		3	1	4	3
		3		3	1	5	3
		4	48 hr	0	1	4	4
		5		0	0	3	3
		6		0	0	4	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่1 (ต่อ)

Plant	Treatment	กระถางที่	ระยะเวลา	Disease rating (0-5)			
				3 DAI		5 DAI	
			Induced	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
	SA 0.01	1	72 hr	3	0	5	4
		2		0	0	4	5
		3		0	0	4	5
		4	48 hr	0	0	1	3
		5		0	0	0	1
		6		0	0	1	0
	SA 0.1	1	72 hr	0	1	4	4
		2		2	2	5	5
		3		3	3	5	5
		4	48 hr	0	0	1	3
		5		0	0	3	3
		6		0	0	0	1
	SA 1.0	1	72 hr	0	0	1	2
		2		5	5	5	5
		3		5	5	5	5
		4	48 hr	0	1	2	3
		5		0	0	2	1
		6		1	0	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่1 (ต่อ)

Plant	Treatment	กระถางที่	ระยะเวลา Induced	Disease rating (0-5) 3 DAI ใบที่1	3 DAI ใบที่2	5 DAI ใบที่1	5 DAI ใบที่2
	ethanol	1	72 hr	1	1	4	4
		2		1	1	2	4
		3		4	3	5	4
		4	48 hr	0	0	3	3
		5		3	2	5	4
		6		0	1	3	1
	Ctrl water	1		5	0	5	4
		2	72 hr	4	2	5	5
		3		2	1	5	5
		4	48 hr	2	1	5	5
		5		0	0	3	2
		6		0	0	1	0

* ตารางภาคผนวกที่1 (pretest)

วันเพาะกล้า	17/04/2550
วันย้ายปลูก	25/05/2550
วันทรีตสาร48hr	13/07/2550
วันทรีตสาร72hr	12/07/2550
วันปลูกเชื้อ	15/07/2550
วันเช็คผลโรคครั้งที่1	18/07/2550
วันเช็คผลโรคครั้งที่2	20/07/2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่2 แสดงอัตราความรุนแรงของโรคที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารทั้ง 48 hr และ 72 hr ก่อนการปลูกเชื้อโดยทำการตรวจเช็ค ที่ระยะเวลา 3 วันและ 5 วัน ตามลำดับ

Treatment	48 hr induced				72 hr induced			
	3 DAI	SE	5 DAI	SE	3 DAI	SE	5 DAI	SE
BABA 0.01	13.3	0.2	73.3	0.6	53.3	0.6	93.3	0.3
BABA 0.1	16.7	0.4	76.7	0.7	33.3	0.7	56.6	1.0
BABA 1.0	0.0	0.0	63.3	0.1	26.7	0.6	66.6	0.5
MeJA 0.01	13.3	0.4	90.0	0.2	80.0	0.5	96.6	0.2
MeJA 0.1	30.0	0.2	90.0	0.3	83.3	0.6	93.3	0.3
MeJA 1.0	3.3	0.2	66.7	0.3	40.0	0.4	70.0	0.4
SA 0.01	0.0	0.0	20.0	0.4	10.0	0.5	90.0	0.2
SA 0.1	0.0	0.0	36.7	0.5	36.7	0.4	93.3	0.2
SA 1.0	6.7	0.2	46.7	0.3	66.7	1.0	76.7	0.8
ethanol	20.0	0.5	63.3	0.5	36.7	0.5	76.7	0.4
Ctrl water	10.0	0.3	53.3	0.8	46.7	0.7	96.7	0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่3 แสดงข้อมูลดิบในการประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารก่อนการปลูกเชื้อ โดยทำการตรวจเช็คที่ระยะเวลา 4 วันและ 8 วัน ตามลำดับ (การทดลองจริง crop1)*

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
Tomato	BABA 0.01	1	0	0
		2	1	1
		3	1	2
		4	0	0
		5	0	0
		6	0	0
	BABA 0.1	1	1	4
		2	2	4
		3	2	3
		4	1	3
		5	2	3
		6	3	2
	BABA 1.0	1	2	4
		2	3	4
		3	2	3
		4	3	3
		5	2	3
		6	3	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่3 (ต่อ)

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
	MeJA 0.01	1	2	4
		2	2	4
		3	1	3
		4	2	2
		5	3	2
		6	3	1
	MeJA 0.1	1	2	4
		2	3	2
		3	0	2
		4	0	0
		5	0	0
		6	4	0
	MeJA 1.0	1	0	0
		2	0	0
		3	0	0
		4	1	1
		5	0	1
		6	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่3 (ต่อ)

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
	SA 0.01	1	1	1
		2	2	1
		3	1	2
		4	3	4
		5	4	3
		6	3	4
	SA 0.1	1	2	3
		2	2	3
		3	2	2
		4	2	2
		5	3	1
		6	4	1
	SA 1.0	1	3	1
		2	3	2
		3	1	2
		4	1	3
		5	4	3
		6	2	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่3 (ต่อ)

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
	control healthy	1	0	0
		2	0	0
		3	0	0
		4	0	0
		5	0	0
		6	0	0
	ethanal (noinoc)	1	0	0
		2	0	0
		3	0	0
		4	0	0
		5	0	0
		6	0	0
	ethanal (inoc)	1	3	2
		2	2	4
		3	3	4
		4	3	4
		5	3	3
		6	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่3 (การทดลองจริง crop1)

วันเพาะกล้า	25/10/50
วันย้ายปลูก	27/11/50
วันทรีตสาร ครั้งที่ 1	30/11/50
วันทรีตสาร ครั้งที่ 2	04/12/50
วันปลูกเชื้อ	05/12/50
วันเช็คผลโรคครั้งที่1	08/12/50
วันเช็คผลโรคครั้งที่2	12/12/50

ตารางภาคผนวกที่4 แสดงข้อมูลดิบในการประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดที่เกิดกับใบมะเขือเทศเมื่อทำการทรีตสารก่อนการปลูกเชื้อ โดยทำการตรวจเช็คที่ระยะเวลา 4 วันและ 8 วัน ตามลำดับ (การทดลองจริง crop2)*

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
Tomato	BABA 0.01	1	1	1
		2	1	1
		3	1	1
		4	2	1
		5	0	1
		6	1	2
	BABA 0.1	1	3	3
		2	2	2
		3	2	2
		4	1	3
		5	2	1
		6	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่4 (ต่อ)

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
	BABA 1.0	1	1	1
		2	2	1
		3	1	2
		4	2	2
		5	2	2
		6	2	2
	MeJA 0.01	1	2	1
		2	2	2
		3	1	2
		4	1	2
		5	1	2
		6	2	2
	MeJA 0.1	1	2	1
		2	2	1
		3	2	2
		4	1	2
		5	1	2
		6	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่4 (ต่อ)

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
	MeJA 1.0	1	2	2
		2	0	1
		3	1	2
		4	1	1
		5	2	1
		6	1	1
	SA 0.01	1	1	3
		2	2	3
		3	2	3
		4	3	2
		5	4	2
		6	0	1
	SA 0.1	1	4	2
		2	1	2
		3	1	2
		4	2	2
		5	1	2
		6	2	1
	SA 1.0	1	1	2
		2	2	2
		3	2	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่4 (ต่อ)

Plant	Treatment	ต้นที่	Disease rating (0-4)	
			4 DAI	8 DAI
	SA 1.0	4	2	2
		5	1	2
		6	3	3
	control healthy	1	0	0
		2	0	0
		3	0	0
		4	0	0
		5	0	0
		6	0	0
	ethanal (noinoc)	1	0	0
		2	0	0
		3	0	0
		4	0	0
		5	0	0
		6	0	0
	ethanal (inoc)	1	3	4
		2	4	4
		3	2	3
		4	4	3
		5	3	4
		6	3	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ตารางภาคผนวกที่4 (การทดลองจริง crop2)

วันเพาะกล้า	25/10/50
วันย้ายปลูก	27/11/50
วันทรีตสารครั้งที่ 1	30/11/50
วันทรีตสารครั้งที่ 2	4/12/50
วันปลูกเชื้อ	23/12/50
วันเช็คผลโรคครั้งที่1	26/12/50
วันเช็คผลโรคครั้งที่2	30/12/50

ตารางภาคผนวกที่5 แสดงการเปรียบเทียบอัตราความรุนแรงที่ทำให้เกิดโรคใบจุดบนใบมะเขือเทศ ของ crop1 และ crop2 โดยทำการทรีตสารก่อนการปลูกเชื้อ และทำการตรวจเช็คที่ระยะเวลา 4 วันและ 8 วัน ตามลำดับ

			ความรุนแรง (%)	
treatment	ความเข้มข้น	เช็คผลครั้งที่	crop1(%)	crop2(%)
Salicylic acid (SA)	1 mM	4 DAI	58.33	45.83
		8 DAI	62.50	54.17
		ค่าเฉลี่ย	60.42	50.00
	0.1 mM	4 DAI	37.50	45.83
		8 DAI	50	45.83
		ค่าเฉลี่ย	43.75	45.83
	0.01 mM	4 DAI	58.33	50.00
		8 DAI	62.50	54.17
		ค่าเฉลี่ย	60.42	52.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่5 (ต่อ)

			ความรุนแรง (%)	
treatment	ความเข้มข้น	เช็คผลครั้งที่	crop1(%)	crop2(%)
BABA	1 mM	4 DAI	62.5	41.67
		8 DAI	79.17	41.67
		ค่าเฉลี่ย	70.83	41.67
	0.1 mM	4 DAI	45.83	45.83
		8 DAI	79.17	50
		ค่าเฉลี่ย	62.50	47.92
	0.01 mM	4 DAI	8.33	25
		8 DAI	12.5	29.17
		ค่าเฉลี่ย	10.42	27.08
MeJA	1 mM	4 DAI	4.17	29.17
		8 DAI	8.33	33.33
		ค่าเฉลี่ย	6.25	31.25
	0.1 mM	4 DAI	6.25	41.66
		8 DAI	37.50	45.83
		ค่าเฉลี่ย	21.88	43.75
	0.01 mM	4 DAI	54.17	37.5
		8 DAI	66.67	45.83
		ค่าเฉลี่ย	60.42	41.67
Ethanol (inoc)		4 DAI	70.83	79.17
		8 DAI	83.33	83.33
		ค่าเฉลี่ย	77.08	81.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่5 (ต่อ)

treatment	ความเข้มข้น	เช็คผลครั้งที่	ความรุนแรง (%)	
			crop1(%)	crop2(%)
Ethanol (noinoc)		4 DAI	0	0
		8 DAI	0	0
		ค่าเฉลี่ย	0	0
Control (healty)		4 DAI	0	0
		8 DAI	0	0
		ค่าเฉลี่ย	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. **Water agar (WA)**

วุ้น	18	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

2. **Potato dextrose agar (PDA)**

มันฝรั่ง (Potato)	200	กรัม
น้ำตาล dextrose หรือ glucose	20	กรัม
วุ้น (agar)	18	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

3. **V-8 juice agar**

V-8 juice	200	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	800	มิลลิลิตร
วุ้น	15	กรัม

(V-8 juice ประกอบด้วยน้ำคั้นผัก 8 ชนิดได้แก่ มะเขือเทศ แครอท ผักกาดหอม คื่นฉ่าย หัวบีทพาร์สเลย์ ปวยเหล็ง และ Watercress)

ปรับ pH ให้ได้ 6.0 ด้วย KOH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้