



24 พ.ค. 2545

การใช้สารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิดในการควบคุมโรคแอนแทรกสนสมะม่วง
USE OF SOME FRUIT SKIN EXTRACT TO CONTROL MANGO ANTHRACNOSE

สมเกียรติ วชิรปราการสกุล

อภินันท์นาคร

ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
.....มหาวิทยาลัยมหิดล.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2535

๖๗

๘๑๓๑๓

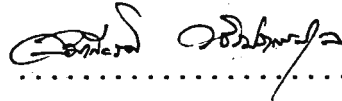
๑๕๓๕

๓.๓

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้สารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิดในการควบคุมโรคแอนแทรกซ์ในสมะม่วง



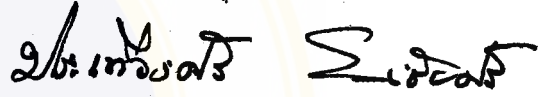
สมเกียรติ วชิรปราการสฤต

ผู้วิจัย



อรพันธ์ เอี่ยมศิริ, Ph.D.

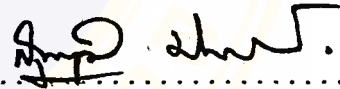
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



ประเทืองศรี ลินชัยศรี, Ph.D.

(Agricultural Chemistry)

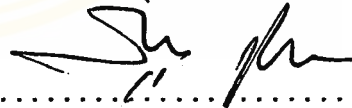
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



สุกตติ ประเทืองวงศ์, Ph.D. (Plant

Pathology)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



สุทุม ภูทอง, MSc.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อ

การพัฒนาทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



มนตรี จุลสมัย, พบ., Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้สารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิดในการควบคุมโรคแอนแทรกสนสมะม่วง

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 23 มิถุนายน 2535

.....

สมเกียรติ วชิรปราการสกุล

ผู้วิจัย

.....

อรพินท์ เอี่ยมศิริ, Ph.D.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ประเทืองศรี สินชัยศรี, Ph.D.

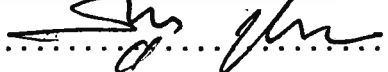
(Agricultural chemistry)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

สุตฤดี ประเทืองวงศ์, Ph.D. (Plant
Pathology)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

สุชุม ภูทอง, MSc.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อรพินท์ เอี่ยมศิริ, Ph.D.

.....

มันตรี จุลสมัย, พบ., Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายสมเกียรติ วชิรปราการสกุล

วัน เดือน ปีเกิด 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2508

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , พ.ศ. 2528-2531 :
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
มหาวิทยาลัยมหิดล , พ.ศ. 2532-2535 :
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

ทุนการศึกษา ทุนเรียนดี มหาวิทยาลัยมหิดล , พ.ศ. 2533

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก ดร.อรพินท์ เอี่ยมศิริ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ประเทืองศรี สิ้นชัยศรี และ ดร.สุตถิติ ประเทืองวงศ์ ซึ่งเป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิม ภูทอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์นิพนธ์ วิสารทนนท์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และงานวิจัยเคมีน้ำมันพืชและสารธรรมชาติมัน กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านสารทาละลาย และอุปกรณ์การทดลองรวมทั้งสถานที่สำหรับงานทดลอง และขอขอบคุณ คุณแซมภา แจ่มจันทร์ และคุณเพ็ญศิริ หนูใจคง ที่ให้ความสะดวกในด้านการใช้สารสกัดและการใช้อุปกรณ์การวิจัย และขอขอบคุณคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา และขอขอบคุณคุณพรทิพย์ ชมภูมิ่ง ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านทุนพิมพ์วิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี

สมเกียรติ วชิรปราการสฤต

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้สารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิดในการควบคุมโรค
แอนแทรคโนสมะม่วง

ผู้วิจัย สมเกียรติ วชิรปราการสกุล

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อรพินท์	เอี่ยมศิริ	Ph.D.
ประเทืองศรี	สินชัยศรี	Ph.D. (Agri. Chemistry)
สุดกดี	ประเทืองวงศ์	Ph.D. (Plant Pathology)

วันที่สำเร็จการศึกษา 23 มิถุนายน พ.ศ.2535

บทคัดย่อ

นำสารสกัดอย่างหยาบจำนวน 33 สาร ซึ่งได้จากการสกัดเปลือกผลไม้ของพืช 14 ชนิด ด้วยวิธีการสกัด 3 แบบ คือ การสกัดด้วยวิธีกล วิธีการกลั่นด้วยน้ำ และวิธีสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่างชนิดคือ n-hexane, dichloromethane และ methanol หรือ ethanol ไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง ด้วยวิธีการเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดพืชแต่ละชนิดเข้มข้น 5000 ppm. นั้นสามารถคัดเลือกสารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เปลือกส้มเขียวหวานและเปลือกมังคุด ทำให้ผลยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคเป้าหมายได้ดีที่สุด เมื่อนำสารสกัด 11 ชนิดนี้ไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยและการงอกของสปอร์ของเชื้อโรคเป้าหมายอีกครั้งหนึ่งที่มีความเข้มข้น 5 ระดับคือ 2500, 5000, 10000, 20000 และ 30000 ppm. พบว่า เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane มีความเป็นพิษต่อเชื้อโรคเป้าหมายสูงสุดคือ มีค่า ED₅₀ เท่ากับ 254.35 ppm. รองลงมาคือ สารสกัดหยาบของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, เปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane และน้ำมันหอมระเหยของเปลือกส้มเขียวหวาน มีค่า ED₅₀ เท่ากับ 348.12, 391.13 และ 583.24 ppm ตามลำดับ ขณะที่สารเคมีสังเคราะห์ benomyl มีความเป็นพิษต่อเชื้อโรคเป้าหมายสูงกว่าสารสกัดพืชทุกชนิดคือ มีค่า ED₅₀ ต่ำกว่า 10 ppm ส่วนสารสกัดทำให้ผลยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อราได้ดีที่สุด 5 สาร คือ น้ำมันหอมระเหยของเปลือกส้มเขียวหวาน, เปลือกส้มเขียวหวาน

ที่สกัดด้วย dichloromethane, เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane, สารสกัดหยาบของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane สารทั้ง 5 ชนิด ถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนส บนผลมะม่วง โดยนำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้แก่จัด แต่ยังเขียวอยู่ที่ถูกปลูกเชื้อด้วย *C. gloeosporioides* เป็นเวลา 2 วัน ใบชุปในสารสกัดพืช 5 ชนิด ที่แต่ละชนิดมีความเข้มข้น 4 ระดับคือ 2500, 10000, 30000 และ 50000 ppm เปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่ทาให้ติดเชื้อแล้วชุบด้วยสารสังเคราะห์ benomyl 500 ppm ผลการทดลองพบว่า หลังจากผลมะม่วงทุก treatment ถูกปั๊มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวานเข้มข้น 50000 ppm ให้ผลในการกำจัดโรคได้ดีที่สุด รองลงมาคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane และเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane เข้มข้น 50000 ppm ตามลำดับ และเมื่อปั๊มเชื้อต่อไปอีกเป็นเวลา 5 และ 9 วัน พบว่าผลมะม่วงของทุก treatment เกิดการเน่าเสียหายเนื่องจากโรคแอนแทรคโนสมากกว่า 75 % ยกเว้น ผลมะม่วงติดเชื้อที่ผ่านการชุบสารสกัดหยาบของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เข้มข้น 30000 ppm, เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane เข้มข้น 50000 ppm, สารสกัดหยาบของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เข้มข้น 50000 ppm และเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane เข้มข้น 50000 ppm ที่เกิดโรค 63.95, 72.23, 72.72 และ 73.20 % ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสารสกัดเหล่านี้ให้ผลในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสของผลมะม่วงได้ดีกว่าสารเคมีสังเคราะห์ benomyl เข้มข้น 500 ppm ที่เป็นโรคแอนแทรคโนสถึง 86.17 % แต่สารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และน้ำมันหอมระเหยของเปลือกส้มเขียวหวาน มีข้อเสียตรงที่ทำให้ผิวของผลมะม่วงเสียหาย ด้วยการเกิดจุดเน่าสีน้ำตาลเข้มถึงดำไปทั่วผล จึงเห็นว่าจากผลการทดลองในครั้งนี้ สารสกัดจากเปลือกมังคุด มีแนวโน้มที่จะใช้ป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงได้ดีกว่าสารสกัดอื่น

Thesis Title Use of Some Fruit Skin Extract to Control
 Mango Anthracnose

Name Somkiat Vachiraprakarnskul

Degree Master of Science (Appropriate Technology
 for Resource Development)

Thesis Supervisory Committee

 Aurapin Eamsiri Ph.D.
 Prateungsri Sinchaisri Ph.D. (Agri.Chemistry)
 Sutruedee Prathuangwong Ph.D. (PlantPathology)

Date of Graduation 23 June B.E.2535 (1992)

ABSTRACT

The fungistatic activity of 33 crude extracts at 5000 ppm obtained from fruit skin of 14 plant species employing three methods of extractions; mechanical, hydro-distillation and solvent extraction using n-hexane, dichloromethane and methanol or ethanol, was screened by poison food technique as pre-test against *Colletotrichum gloeosporioides* causing mango anthracnose. Among those plants, cashew nut shell, orange and mangosteen peel showed the best result in pathogen growth inhibition and hence were selected for further investigation. ED₅₀ of eleven crude extracts of the 3 plants were determined and the inhibition of mycelium growth and spore germination at 5 different level concentrations of 2500, 5000, 10000, 20000 and 30000 ppm were retested. It was found that crude extracts of cashew nut shell obtained by n-hexane was most toxic to the pathogen with ED₅₀ of 254.35 ppm followed by crude of cashew nut shell, orange peel extracted by dichloromethane and essential oil from orange peel with ED₅₀ of 348.12, 391.13 and 583.24 ppm respectively while ED₅₀ of commercial fungicide

of benomyl was less than 10 ppm. The study on pathogen inhibition in both radial growth and spore germination found 5 extracts which were essential oil of orange peel, orange peel extracted by dichloromethane, cashew nut shell extracted by n-hexane, crude cashew nut shell and mangosteen extracted by dichloromethane to be most effective against *C. gloeosporioides* and were therefore, selected for the experiment on the control of anthracnose of mango fruit. Two-day-inoculated mango fruits (Nam Dok Mai variety) of *C. gloeosporioides* was individually soaked in each 5 crude extracts of 2500, 10000, 30000 and 50000 ppm compared with 500 ppm benomyl in anthracnose controlling, and the lowest disease severity was come from 50000 ppm essential oil of orange peel followed by 50000 ppm cashew nut shell extracted by n-hexane and 10000 ppm orange peel extracted by dichloromethane on the second day of incubation at room temperature. After 5 to 9 days of incubation, all inoculated mango fruits were rotten showing the disease severity of more than 75 % except those from 30000 ppm crude of cashew nut shell, 50000 ppm cashew nut shell extracted by n-hexane, 50000 ppm crude of cashew nut shell, and 50000 ppm mangosteen extracted by dichloromethane with no statistical difference in disease severity of 63.95, 72.23, 72.72 and 73.2 % respectively. These extracts were better than 500 ppm benomyl commercial fungicide, in the control of mango fruit anthracnose which showed 86.17% disease severity at 9-day-incubation. However, the extracts of cashew nut shell and essential oil of orange peel were toxic to mango fruit causing dark brown spot developed all over the skin. Therefore, it could be realized that mangosteen extract was more potential in the control of mango fruit anthracnose compared to the others in the investigation.

สารบัญ

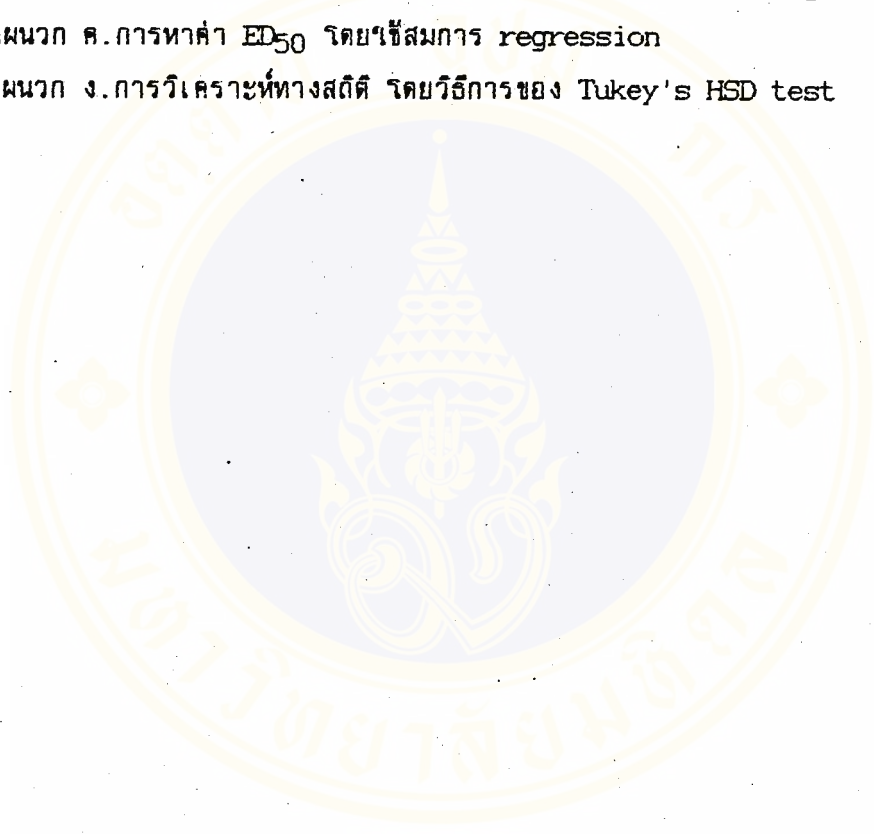
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่	ณ
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 แนวความคิดในการทําวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์ในการทําวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. ตรวจเอกสาร	5
2.1 ความเสียหายของผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว	5
2.2 การเข้าทำลายของเชื้อ <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	6
2.3 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ <i>C. gloeosporioides</i>	7
2.4 การเกิดโรคแอนแทรคโนสกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ ของผลมะม่วง	8
2.5 วิธีการต่างๆ ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสมะม่วง	10
2.5.1 การใช้สารเคมีควบคุมกับน้ำร้อนหรือใช้เพียงอย่างเดียว	10
2.5.2 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	15
2.5.3 การใช้รังสี	16
2.5.4 การใช้สารธรรมชาติในการควบคุม	17
2.6 องค์ประกอบทางเคมีของสารธรรมชาติที่นำมาใช้ในการทดลอง	18
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	26
3.1 ชนิดพืช	26
3.2 เชื้อราสาเหตุ	28
3.3 การเตรียมสารสกัดจากพืช	28
3.3.1 การทดสอบความสามารถของสารสกัดเบื้องต้น	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 วิธีการสกัดสาร	28
3.3.2.1 การสกัดสารจากพืชโดยใช้ตัวทำละลาย	29
3.3.2.2 การสกัดที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ	29
3.3.2.3 การสกัดด้วยวิธีกล	30
3.4 การเตรียมเชื้อเพื่อใช้ทดสอบ	30
3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ และสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการยับยั้งการเจริญ ของ <i>C. gloeosporioides</i>	37
3.6 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ ในการยับยั้งการงอก ของสปอร์บน slide culture	38
3.7 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ และสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง	39
4. ผลการทดลอง	42
4.1 ผลการทดสอบขั้นแรกเพื่อคัดเลือกสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 14 ชนิดที่สามารถยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> บนอาหารเลี้ยงเชื้อ	42
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 11 สาร ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i>	49
4.3 ผลของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ในการควบคุมการงอก ของสปอร์	65
4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดชนิดต่างๆ ในการควบคุม โรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้	70
5. วิจารณ์ผลการทดลอง	79
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	84
6.1 สรุปผลการทดลอง	84
6.2 ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก.องค์ประกอบของสาร CNSL	100
ภาคผนวก ข.การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)	101
ภาคผนวก ค.การหาค่า ED_{50} โดยใช้สมการ regression	102
ภาคผนวก ง.การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการของ Tukey's HSD test	105



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ชนิดของเปลือกผลไม้ที่นำมาใช้ทำสารสกัด	27
2. ประสิทธิภาพของสารสกัด 33 สาร ที่ได้จากพืช 14 ชนิด ในการยับยั้ง การเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm	43
3. ประสิทธิภาพของสารสกัด 11 สาร จากเปลือกผลไม้ 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i>	51
4. ค่า ED ₅₀ ของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิด ที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ	52
5. ประสิทธิภาพของสารสกัดที่ได้จากพืช 3 ชนิด ที่สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ	66
6. แสดงเบอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของสปอร์ ที่บ่มไว้นาน 48 ชั่วโมง	69
7. ความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสที่เกิดขึ้นบนผลมะม่วง หลังจากผ่านการชุบ สารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ	72
8. การเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ หลังจากชุบสารสกัดต่างๆ นาน 9 วัน	73

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ลักษณะอาการของโรคแอนแทรกซินสบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้	9
2. การหมักเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในตัวทำละลาย n-hexane นาน 48 ชั่วโมง	31
3. การเขย่าก่อนนำไปกรอง โดยใช้เครื่องเขย่านาน 30 นาที	32
4. กรองสารที่ได้ หลังจากหมักเปลือกมั่งคุดนาน 48 ชั่วโมง ในตัวทำละลาย n-hexane โดยใช้ filter paper	33
5. วิธีการลดปริมาตรของสาร โดยใช้ rotary evaporator	34
6. การสกัดน้ำมันหอมระเหยของเปลือกส้มเขียวหวาน โดยวิธีการต้มกลั่น ด้วยน้ำ (hydro distillation)	35
7. เครื่องมือบีบหรืออัด (hydraulic press) ในการสกัด crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	36
8. การชูปผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ในสารสกัดชนิดต่างๆ นาน 2 นาที	41
9. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 5000 ppm ที่มีผลยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> เกินกว่า 20% ขึ้นไป	45
10. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมั่งคุด, แดงโง, กลั้วและสับปะรด ในการควบคุมการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm	46
11. ประสิทธิภาพของเปลือกเงาะและทับทิม ที่สกัดด้วย ethanol ในการควบคุมการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm	47
12. ประสิทธิภาพของ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ในการควบคุมการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm	48
13. แสดงค่า ED ₅₀ ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ	53
14. แสดงค่า ED ₅₀ ของเปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ	54
15. แสดงค่า ED ₅₀ ของเปลือกมั่งคุด ที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ	55
16. ประสิทธิภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ	56
17. ประสิทธิภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย dichloromethane	

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ	57
18.ประสิทธิภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย methanol ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ	58
19.ประสิทธิภาพ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ	59
20.ประสิทธิภาพของเปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วย dichloromethane ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ	60
21.ประสิทธิภาพของ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 20000 และ 30000 ppm	61
22.ประสิทธิภาพของเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วย dichloromethane ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 20000 และ 30000 ppm	62
23.ประสิทธิภาพของเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วย n-hexane ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ	63
24.ประสิทธิภาพของสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ที่ความเข้มข้น 500 ppm	64
25.ประสิทธิภาพ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินสมะม่วงน้ำดอกไม้ หลังจากบ่มนาน 9 วัน	74
26.ประสิทธิภาพของเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วย dichloromethane ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินสมะม่วงน้ำดอกไม้ หลังจากบ่มนาน 9 วัน	75
27.ประสิทธิภาพของสารสกัดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 50000 ppm กับสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ความเข้มข้น 500 ppm ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินสมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ หลังจากบ่มนาน 9 วัน	76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

28. ผลข้างเคียงจากการรูดผลมะม่วง ด้วยสารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วง
หิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane ความเข้มข้น 2500 และ 10000 ppm
29. ผลข้างเคียงจากการรูดผลมะม่วง ด้วย essential oil ของเปลือก
ส้มเขียวหวาน ที่ความเข้มข้น 10000 ppm

77

78

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความสำคัญของปัญหา

สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของไทยเหมาะแก่การปลูกไม้ผลหลายชนิดเป็นอย่างมากทำให้มีผลไม้สดหมุนเวียนรับประทานตลอดปี แต่ปัญหาต่างๆ ในการเพิ่มผลผลิตไม้ผลก็ยังมีอยู่รวมทั้งการระบาดของโรคพืช การลดความเสียหายจากโรคจึงนับว่าเป็นวิธีการหนึ่งในการจัดการเพิ่มผลผลิตนอกเหนือจากเรื่องพันธุ์ของไม้ผล

การสูญเสียของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวที่อยู่ในระหว่างการขนส่งและการวางตลาด เป็นปัญหาที่น่าสนใจอย่างมาก ในประเทศสหรัฐอเมริกาเกิดการสูญเสียปีละประมาณ 200 ล้านดอลลาร์ โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย ทำให้ผลผลิตเกิดการเน่าเสียในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา (84) ในประเทศไทยพบว่าโรคแอนแทรกซินสแฟร์กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งปลูกมะม่วงและผลไม้ต่างๆ โดยเฉพาะกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเข้าในประเทศฝรั่งเศสและยังกดยมากที่สุดตามมะม่วงพันธุ์ต่างๆของประเทศไทย (21) ดังนั้น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จึงเป็นพันธุ์ที่ส่งเสริมให้ปลูกเพื่อเป็นสินค้าออกจำหน่ายในต่างประเทศ แต่เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคแอนแทรกซินสเป็นอย่างมาก ทำให้เป็นอุปสรรคสำคัญในการส่งออก (14) ปัจจุบันมีการใช้สารพิษปราบศัตรูพืช เพื่อประโยชน์ทางการเกษตรมากขึ้นเป็นลำดับ สารพิษดังกล่าวจะมีผลข้างเคียงหรือเป็นพิษต่อสุขภาพของชีวิตมนุษย์และสัตว์ถ้ามีการใช้อย่างไม่ถูกวิธี อันตรายที่ได้รับก็อยู่ในวงกว้างมาก คือตั้งแต่ผู้ผลิตไปจนถึงผู้บริโภค รวมทั้งสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

ประเทศไทยมีการสั่งสารเคมีเข้ามาในประเทศเป็นปริมาณเพิ่มสูงขึ้นทุกปี คือในปี พ.ศ.2525 มีการนำเข้าสารกำจัดแมลง สารกำจัดเชื้อรา และสารกำจัดวัชพืชรวมกันจำนวน 14,247 ตัน และในปี พ.ศ.2531 ได้สั่งเข้าเพิ่มขึ้นเป็น 23,889 ตัน แสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มมากยิ่งขึ้นไปในอนาคต (60) ส่วนอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร จากการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้รับความร่วมมือจากโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 60 แห่ง ในปี พ.ศ.2528 พบว่ามีผู้ป่วยจากสารเคมีทางการเกษตร จำนวน 5,458 คน และเสียชีวิต 384 คน โดยจะ

เป็นการได้รับพิษจากสาเหตุการประกอบอาชีพการเกษตรร้อยละ 26 ต่อมาปี พ.ศ.2530 พบว่า ใน 66 จังหวัด มีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มเป็น 9,654 คน และเสียชีวิต 490 คน ซึ่งเป็นการได้รับพิษจากการประกอบอาชีพการเกษตรร้อยละ 36 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของการได้รับพิษจากการประกอบอาชีพมีจำนวนสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ ยังขาดความรู้ ความเข้าใจ และไม่ระมัดระวังพิษภัยจากสารเคมีที่ใช้หรือไม่ใช้ตามคำแนะนำ (60) จากการใช้สารเคมีเหล่านี้มาเป็นเวลานาน การได้รับสารพิษทีละเล็กละน้อยได้สะสมมาเป็นเวลานาน ก็ปรากฏผลลัพธ์ให้เห็นชัดเจน โดยเฉพาะกับผู้ใช้สารเคมีโดยตรง แต่ผลลัพธ์นี้ได้แพร่กระจายไปทั่วไม่เพียงแต่ผู้ใช้สารเคมีเท่านั้น ผู้บริโภคก็ได้รับสารเคมีที่ตกค้างอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมรอบตัว ในอากาศ ในน้ำ และที่สำคัญคือ ในพืชผลต่างๆ ที่ซื้อ มาบริโภค ดังนั้นในปัจจุบัน สังคมได้ตื่นตัวกับปัญหาดังกล่าวมากขึ้นและให้ความสำคัญต่อคุณค่าของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ปราศจากสารพิษ สารเคมี

การใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติและความสามารถของสารธรรมชาติจากพืชที่มีในท้องถิ่น เป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการควบคุมศัตรูพืชที่มีในท้องถิ่นให้ได้ผล จัดเป็น"การบริหารศัตรูพืช (Pest management)" วิธีหนึ่งที่สอดคล้องกับความต้องการของสังคมส่วนใหญ่ โดยการใช้สารสกัดจากพืชเป็นการรักษาหรือฟื้นฟูห่วงโซ่ความสัมพันธ์อย่างมีกระบวนการต่อเนื่องของธรรมชาติ ซึ่งหมายถึงห่วงโซ่ความสัมพันธ์ของระบบนิเวศน์วิทยา (Ecosystem) (55) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการนำสารที่ได้จากธรรมชาติ ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย มาใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินของมะม่วง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่เกษตรกรผู้ผลิตไปจนถึงผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

1.2. แนวความคิดในการท้าววิจัย

เนื่องจากการปลูกมะม่วงในประเทศไทยปัจจุบันประสบปัญหาด้านการส่งออกจำหน่ายต่างประเทศและในประเทศอันเนื่องมาจากโรคแอนแทรกซิน ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้ผลมะม่วงเกิดความเสียหายและไม่ได้ราคา นอกจากนี้ยังเกิดจาก การทำลายของแมลงวันทอง ความเสียหายเนื่องจากโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลทำให้ผลผลิตลดลงและคุณภาพไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาด โดยเฉพาะเกิดความเสียหายมากกับมะม่วงที่รับประทานสุก เช่น พันธุ์น้ำดอกไม้ อกร่อง พิมเสนแดง และหนึ่งกลางวัน จะถูกทำลายได้มากกว่ามะม่วงที่รับประทานดิบ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ปลูกในจังหวัดน่านมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นโรคแอนแทรกซินและข้าวผลเน่าช่วงระหว่าง

การบ่มให้สุก(58) ในปัจจุบันมีวิธีการควบคุมโรคแอนแทรกซินส คือ การใช้น้ำร้อน หรือ การใช้สารเคมี ทั้ง 2 วิธีต่างมีข้อเสียคือ การใช้น้ำร้อนจะเกิดผลเสียเมื่อมีการแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนนานเกินไป ทำให้เซลล์ของผลมะม่วงสุก ก่อให้เกิดความเสียหาย ส่วนการใช้สารเคมีในการควบคุม ถึงแม้สารเคมีดังกล่าวจะมีพิษตกค้างน้อยมากแต่ก็ไม่สามารถยืนยันได้ว่าจะปลอดภัย สารเคมีที่สังเคราะห์ด้วยกรรมวิธีต่างๆ ทางเคมีนั้น มนุษย์ไม่สามารถคาดเดาได้ว่า จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ พิษ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในอนาคตมากน้อยเท่าใด การพบโรคระบาดใหม่ๆ แปลกๆ ที่เกิดขึ้น เป็นที่หวาดผวาคิดต่อกันทุกวันนี้ อาจมีสาเหตุจากพิษของสารเคมีก็ได้ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ จึงเน้นถึงความปลอดภัยแก่สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมตลอดจนการนำวัสดุเหลือใช้มาทำประโยชน์เป็นหลัก จึงได้ศึกษาหาสารสกัดจากธรรมชาติ ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น มาใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินสมะม่วง เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้สารพิษหรือสารเคมีสังเคราะห์ แต่เนื่องจากสารจากพวกสมุนไพรเครื่องเทศ มีราคาสูงและมีปริมาณไม่มากนักสำหรับพืชบางชนิด อีกทั้งในการสกัดต้องใช้เป็นปริมาณมาก จึงหาแนวทางโดยนำสารสกัดจากธรรมชาติจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ของอุตสาหกรรมหลายชนิดดังกล่าว มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.3. วัตถุประสงค์ในการหาวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำสารสกัดจากธรรมชาติในการควบคุมโรคแอนแทรกซินสมะม่วง
2. เพื่อเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของสารสกัดจากเปลือกผลไม้กับสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินส

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคที่อาจเป็นปัญหาติดตามมาภายหลัง เช่น เป็นอันตรายโดยตรงต่อผู้ใช้ เกิดพิษตกค้างในอาหารและสิ่งแวดล้อม เชื้อโรคเกิดการต้านทานต่อสารเคมี ทำให้ต้องนำสารพิษชนิดใหม่เข้ามาใช้ควบคุมเพิ่มขึ้น และสมดุลดธรรมชาติเสียไป ทำให้มนุษย์หันไปใช้วิธีอื่นๆ แทนสารเคมี หรือใช้หลายวิธีร่วมกัน เพื่อ

ลดการใช้สารเคมีให้เหลือน้อยที่สุด ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืช อาจจะสามารถควบคุม
 โรคได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดปัญหาพิษตกค้างในบรรยากาศ เนื่องจากเป็น
 สารธรรมชาติ สามารถสลายตัวได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ จึงมีความปลอดภัยสูง นอกจากนี้
 การนำเปลือกผลไม้มาใช้ประโยชน์ จัดเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการพัฒนานวัตกรรม
 เหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ ซึ่งเปลือกผลไม้ดังกล่าวมีต้นทุนต่ำมากเพราะเหลือทิ้งมา
 จากการผลิตเป็นอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการที่โรงงานอุตสาหกรรมจะนำวัสดุ
 เหลือใช้ทางการเกษตรดังกล่าว มาใช้ในการผลิตสารสกัดจากธรรมชาติก่อนที่จะนำไปใช้
 ในกระบวนการต่อไป เป็นการเพิ่มรายได้และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และ
 สามารถผลิตสินค้าดังกล่าวออกมาจำหน่าย เป็นการเพิ่มผลิตภัณฑ์ได้อีกทาง ซึ่งถือได้ว่าเป็น
 ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตที่มีอยู่แล้ว

ตรวจเอกสาร

2.1. ความเสียหายของผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

ลักษณะบางประการของไม้ผลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความรุนแรงของโรค เช่น พันธุ์ ระยะการเจริญเติบโต และบาดแผล ตัวอย่างเช่น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ อกร่อง หนองแซง เจ้าคุณพิชัยและหนึ่งกลางวัน จะเป็นโรคมากกว่ามะม่วงพันธุ์ทองคำและเขียวสวย (52) ในประเทศไทยพบว่า โรคแอนแทรคโนสแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งปลูกมะม่วงและผลไม้ต่างๆ โดยเฉพาะกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้นำเข้าในประเทศไทยและยังกษมากที่สุดในการนำมาแปรรูปเป็นผลไม้ต่างๆ ของประเทศไทย (21) พันธุ์มะม่วงไทยที่ปลูกเพื่อส่งขายตลาดต่างประเทศที่สำคัญ ได้แก่ หนึ่งกลางวัน น้ำดอกไม้ ทองคำ พิมเสนแดง และแรด (35)

โรคแอนแทรคโนสของมะม่วง (*Mangifera indica* L.) มีสาเหตุจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. (112) โรคนี้สามารถทำลายส่วนต่างๆ ของมะม่วง เช่น ใบ กิ่ง ดอก และผล อาการโรคแต่ละส่วนแตกต่างกันไป นอกจากนี้การโรคนี้ยังผันแปรไปตามชนิดของไม้ผลด้วย (74) Daquiaoag and Quuimio (1975) พบว่า ผลไม้ที่แก่แต่ยังเขียวอยู่ จะเป็นโรคช้ากว่าผลไม้ที่สุกแล้ว และผลไม้ที่มีแผลจะเกิดโรคน้อยกว่าผลที่ไม่มีแผล แม้ว่าเชื้อราจะสามารถเข้าทำลายพืชได้ทุกระยะ แต่การติดเชื้อมักจะเริ่มจากชิ้นส่วนเป็นโรคที่หล่นลงดินหรือที่อยู่บนดินในสวน (89) หรือที่ติดกับผลขณะเก็บรักษา (108) โรคแอนแทรคโนสของมะม่วงเป็นปัญหาใหญ่ในแหล่งปลูกมะม่วงทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย เช่น เบอร์จิโรกิ มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา (ฟลอริดาและฮาวาย) อินเดียแอฟริกาใต้ (94) ฟิลิปปินส์ (115) ภัยคุกคามความเสียหายให้กับมะม่วงทุกระยะการเจริญเติบโต และหาความเสียหายกับผลมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยวอีกด้วย พันธุ์มะม่วงที่ปลูกเป็นการค้าส่วนมากอ่อนแอต่อโรคแอนแทรคโนสนี้ พันธุ์มะม่วงในประเทศไทยที่อ่อนแอที่สุดต่อโรคนี้คือพันธุ์ "น้ำดอกไม้" ส่วนมะม่วงพันธุ์ต่างประเทศที่อ่อนแอต่อโรคนี้มากคือ พันธุ์ "เอเดน" (13) จากการสำรวจปริมาณโรคแอนแทรคโนสที่เกิดกับผลมะม่วง 5 สายพันธุ์ ซึ่งปลูกในแหล่งต่างๆ ภายในประเทศไทย พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จากอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีโรค

แอนแทรคโนสเข้าทำลายแผ่มา กับผลมะม่วงมากที่สุด และผลมะม่วงพันธุ์กร่อง จากจังหวัดนนทบุรี มีโรคแอนแทรคโนสเข้าทำลายน้อยที่สุด โดยความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสที่ปรากฏบนผลมะม่วงทุกสายพันธุ์และทุกแหล่งปลูกที่สุ่มตัวอย่างมาอยู่ในระดับเดียวกัน คือ อาการโรคปรากฏ 1-25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวผล (59)

2.2. การเข้าทำลายของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides*

Clara(1927) รายงานไว้เป็นครั้งแรกว่าเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เป็นสาเหตุของโรคผลเน่ากับผลไม้ที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษา ต่อมา Doidge(1932) จากอาฟริกาใต้และ Wardlaw และคณะ(1939) พบว่าเชื้อรานี้ติดมาตั้งแต่ผลไม้นั้นเจริญอยู่บนต้นแล้วเพียงแต่ยังไม่แสดงอาการผิดปกติออกมา (latent infection) โดยเชื้อราจะพักตัวอยู่ในผลและโรคจะพัฒนาแสดงอาการเป็นจุดขึ้นนํายหลังจากที่ผลไม้นั้นถูกเก็บเกี่ยวและนำมาบ่มหรือเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่ง ในประเทศอินเดียมีการศึกษาและยืนยันไว้ว่าผลไม้ที่เน่าเนื่องจากโรคแอนแทรคโนสนี้เกิดจากการที่เชื้อราเข้าทำลายและพักตัวอยู่ในผลมาก่อนแล้วตั้งแต่ผลยังเล็ก และมีสีเขียวอยู่ แต่อาการของโรคจะแสดงออกมามีเห็นชัดเมื่อผลไม้นั้นเริ่มสุกแล้ว (72) ส่วนขั้นตอนการเข้าทำลายของเชื้อนั้น Chau และ Alvarez(1983), Daykin และ Milholland (1984) และ Verhoeff(1974) กล่าวว่า เมื่อสปอร์ของเชื้อตกลงบนผิวพืชในสภาพแวดล้อมเหมาะสม สปอร์นั้นจะงอกและสร้างตุ่ม appressorium จากนั้น appressorium นี้ก็จะสร้าง infection peg ผ่านผนังเซลล์ และเจริญต่อไปเป็นเส้นใยเข้าในภายในหรืออยู่ระหว่างเซลล์ ในบางครั้งเกิด latent infection บนผลคือ infection peg ผงตัวอยู่เฉพาะบริเวณชั้นผิว (epidermal cells) โดยไม่เจริญลุกลามเป็นเส้นใยไปยังเซลล์ใน มะม่วงก็จะยังไม่แสดงอาการโรค จนกระทั่งผลไม้นั้นสุก เชื้อราจึงจะลุกลามเจริญอย่างรวดเร็วเป็นผลให้เกิดแผลเน่า ยุบตัวลงบนเนื้อผลไม้ (77; 82 และ 93) ปรากฏการณ์นี้ Verhoeff (1974) สันนิษฐานว่าเกิดขึ้นเนื่องจาก (1)สารพิษต่อต้านการเจริญเติบโตของเชื้อมีอยู่ในผลดิบแต่ไม่มีในผลสุก (2)ธาตุอาหารในผลดิบไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อและ (3)เอนไซม์ที่เชื้อราผลิตขึ้นมาเพียงพอต่อการทำลาย นอกจากนี้ยังมีข้อสันนิษฐานอื่นที่ว่า เนื่องมาจากขบวนการต่างๆ ที่สร้างความต้านทานของพืชต่อการเข้าทำลายของเชื้อลดลงในผลไม้สุก เช่น ขบวนการสร้าง lignified layer (77) การที่เชื้อเข้าทำลายแบบแฝง (latent infection) บนผลที่กำลังพัฒนา ต่อมาจึงทำให้เกิดจุดตาช้ำที่ผลกำลังสุกและแผลจะ

ขยายใหญ่ลามติดกันทำให้เนื้อเยื่อยุบตัวลง (ภาพที่ 1) เชื้อสร้าง fruiting body แบบ acervulus เห็นเป็นจุดดำขึ้นตรงกลางแผล ถ้าอากาศชื้นจะพบมีกลุ่มสปอร์ (spore mass) สีส้มอมชมพูเกิดขึ้นชัดเจน (8; 33; 44 และ 97)

2.3. ลักษณะทั่วไปของเชื้อ

ลักษณะทั่วไปของ *Colletotrichum gloeosporioides* จะสร้าง fruiting body ซึ่งทำหน้าที่ผลิตสปอร์ขึ้นบริเวณกลางแผล เรียกว่า acervulus มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200–300 ไมโครเมตร (micrometer) ภายใน acervulus จะผลิตสปอร์เซลล์เดียวรูปทรงกระบอก บลาวยมน ใส ขนาด $3.5-5.0 \times 12.5-19.7$ ไมโครเมตร (44) ในขณะที่ Sutton (1980) พบว่าสปอร์รูปทรงกระบอก บลาวยมน ขนาด $9-24 \times 3-4.5$ ไมโครเมตร เชื้อจะสร้าง appressoria ขนาด $6-20 \times 4-12$ ไมโครเมตร รูปทรงกระบอก (clavate) หรือแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย มีพิษอาศัย กว้างมาก (59) ส่วนอุณหภูมิและความชื้นต่อการเกิดโรค Fitzell และ Peak (1984), Holliday (1980) รายงานว่า ในช่วงอุณหภูมิ 25–30 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การเกิดโรค เพราะเส้นใยเชื้อสามารถเจริญได้ดี แต่สร้างสปอร์ได้น้อยมาก หากเพิ่มความชื้นขึ้นการสร้างสปอร์ก็จะมากขึ้น นอกจากนี้ความชื้นที่เกิดจากฝนตกยังมีผลต่อการเพิ่มการระบาดของโรคอีกด้วย (79) Fitzell และคณะ. (1984) ให้ข้อสังเกตว่า ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญที่จะชี้บอกถึงการระบาดของโรค กล่าวคือ แม้ฝนตกหนักก็ไม่ทำให้โรคระบาดมากขึ้นเสมอไป แต่สิ่งสำคัญคือ ความยาวนานของช่วงเวลาที่มีฝนตกชุกหรือเปียกควบคู่กับอุณหภูมิที่เหมาะสม เพราะการเข้าทำลายของเชื้อต้องการผิวพืชเปียกนานเป็นเวลามากน้อย 6 ชั่วโมง ถ้าช่วงเวลาดังกล่าวนี้นี้ถูกคันด้วยอากาศแห้งนานกว่า 6 ชั่วโมง แล้วจึงกลับเปียกอีกความมอกของสปอร์ลดลง 57 เปอร์เซ็นต์ ถ้าช่วงแห้งคั้นน้อยกว่า 6 ชั่วโมง จะไม่มีผลใดๆ (79) กลุ่มสปอร์ของเชื้อนี้มีลักษณะเป็นน้ำเยิ้มๆ (slime masses) สีเหลืองส้มซึ่งจะถูกผลิตขึ้นมาเป็นจำนวนมากบนเนื้อเยื่อพืชที่ตายแล้ว สปอร์ของเชื้อมีกลไกไหลไปตามน้ำโดยการกระเซ็นของน้ำฝน น้ำที่เทรดดินกล้ามะม่วง หรือถูกพัดพาไปโดยลมแล้วตกบนผิวพืชหรือจนกว่าพืชผลจะเริ่มสุก จึงมีการพัฒนาเข้าทำลายก่อให้เกิดความเสียหายต่อไป (13) แม้ว่าเชื้อสาเหตุโรคสามารถเข้าทำลายมะม่วงได้ทุกระยะก็ตาม แต่สำหรับผลที่มีแผลจะอ่อนแอต่อโรคมากกว่า อดบนผลที่เริ่มสุกและมีแผลสามารถเห็นอาการเริ่มแรกได้เป็นเวลาเพียง 12 ชั่วโมง และผลที่ยังเป็นสีเขียวแต่มีรอยแผลสามารถเห็นอาการเริ่มแรกด้วยตาเปล่าในเวลา 24 ชั่วโมงหลังการปลูก

เชื้อ ส่วนในผลที่ไม่มีบาดแผลเห็นอาการเริ่มแรกด้วยตาเปล่าในเวลา 48 ชั่วโมง บนผิวผลมะม่วงที่เริ่มเหลือง และภายในเวลา 48 ชั่วโมง บนผิวผลมะม่วงที่ยังสดและเขียวอยู่ (115)

2.4. การเกิดโรคแอนแทรกซินกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของผลมะม่วง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคแอนแทรกซินกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ พบว่า การเกิดโรคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความสูงและปริมาณน้ำตาลในผล โดยที่อาการของโรครุนแรงมากที่สุด เมื่อผลมะม่วงสุกเต็มที่ และมีปริมาณน้ำตาลในระดับสูง (20.24 % Brix) ผลมะม่วงที่เป็นโรคจะมีรูปแบบการหายใจและการผลิตก๊าซเอทิลีนสูงกว่า ผลมะม่วงที่ไม่เป็นโรค (59) อัตราการหายใจของผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (24) วิธีการทั่วไปในการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ อย่างหนึ่งคือ การลดอัตราการหายใจหรือการสุกมะม่วงส่วนใหญ่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิ (113) อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 2-7 องศาเซลเซียส (114) การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่างๆ ภายในผลทั้งทางสรีรวิทยาและทางชีวเคมี เช่นปริมาณกรดคลอโรฟิลล์ ปริมาณน้ำตาล Total Soluble Solids (TSS) การสร้างเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น เกิดกลิ่นเฉพาะตามชนิดของผลไม้นั้นๆ ซึ่งเป็นผลมาจากสารพวก ester สีมัวเปลี่ยนแปลงและความนุ่มเนื้อของผลเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น (64) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีผลในการช่วยให้เชื้อสามารถพัฒนาได้ดีขึ้นประการหนึ่งและเนื้อเยื่อพืชอ่อนแอลงด้วยอีกประการหนึ่ง จึงทำให้อาการของโรคสามารถพัฒนาได้ดีและเร็วขึ้น เมื่อผลไม้มีความสุกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะถ้าผลไม้นั้นมีบาดแผลหรืออยู่ในสภาพการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม การพัฒนาของโรคจะยิ่งรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากในพืชที่ถูกทำลายให้เกิดบาดแผลจะมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเอทิลีนส่วนที่เพิ่มขึ้นมานี้เรียกว่า "wound ethylene" หรือ stress ethylene (63) Williamson (1950) เป็นคนแรกที่ชี้ให้เห็นว่า injured cells มีการผลิตเอทิลีนมากกว่าเนื้อเยื่อบกดี



ภาพที่ 1 ลักษณะอาการของโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

2.5. วิธีการต่างๆ ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินสมะม่วง

ในการควบคุมโรคภายหลังจากการเก็บเกี่ยวของผลผลิตมีหลายวิธีการ เช่น การใช้น้ำร้อน การใช้สารเคมี การใช้ไอน้ำร้อน และการใช้รังสี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1. การใช้สารเคมีควบคู่กับน้ำร้อนหรือใช้เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง การใช้ น้ำร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพดีมากในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายแบบแฝงอยู่ใน ผลผลิต (70) จากการทดลองในบอร์จิโรก โดยการแช่ผลมะม่วงในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 50.5–52 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที ให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกซินได้ดี และผลการทดลองในรัฐฟลอริดา โดยการแช่ผลมะม่วงในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 54.5–55.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5 นาที ให้ผลดีที่สุด การใช้วิธีนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีและการสุกของผลมะม่วง แต่ถ้าผลมะม่วงถูกความร้อนที่สูงกว่านี้ จะมีอาการคล้ายน้ำร้อนลวก (105) จากการทดลองแช่ผลมะม่วงพันธุ์พิมเสนแดงในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาแตกต่างกัน และแช่ในสารละลาย CaCl_2 ความเข้มข้นต่างกันพบว่า ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุ่นนาน 5 นาที แล้วแช่ในสารละลาย CaCl_2 0.1 M. นาน 15 นาที ให้ผลดีที่สุด ผลมะม่วงไม่เน่าจนกว่าผลสุกแล้วหลายวัน แต่ถ้าแช่ในน้ำอุ่นนานเกินไปจะทำให้ผลมะม่วงมีผิวเป็นแผลคล้ายน้ำร้อนลวก (26) Hatton และ Reeder (1965) ทำการแช่ผลมะม่วง 9 สายพันธุ์ลงในน้ำร้อน (hot water treatment) ซึ่งมีอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (131 องศาฟาเรนไฮต์) นาน 5 นาที ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วง 8 ใน 9 สายพันธุ์ โดยที่น้ำหนักและความนุ่มของผลไม่เปลี่ยนแปลง และที่อุณหภูมิและระยะเวลา การแช่ผลเช่นเดียวกันนี้ สามารถใช้ในการลดความเสียหายจากโรคแอนแทรกซินของ ผลมะม่วง 8 ใน 9 สายพันธุ์ของมะม่วงในรัฐฟลอริดาได้เช่นกัน (106) ในการปฏิบัติต่อ ผลไม้ก่อนการเก็บรักษาโดยการแช่ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5 นาที จะทำให้การเจริญของโรคแอนแทรกซินช้าลงหรือการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราและ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12–18 องศาเซลเซียส จะช่วยระงับการเน่าของผลมะม่วงได้บ้าง (113) Pennock และ Maldonado (1962) ทดลองใช้น้ำร้อนในช่วงอุณหภูมิ 45–60 องศาเซลเซียส แช่ผลมะม่วงเพื่อควบคุมโรคแอนแทรกซิน ปรากฏว่า ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แช่ผลนาน 30 นาที และที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคดีที่สุด แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้ หรือเวลาแช่ผลนานกว่านี้จะทำให้เกิดความเสียหายกับผลมะม่วงได้

วิธีการลดความเสียหายจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวนั้น ที่นิยมทำกัน คือ การจุ่มผลไม้ในสารป้องกันกำจัดเชื้อราพวก benomyl หรือน้ำร้อนหรือใช้ร่วมกัน Holliday (1980) แนะนำว่าการใช้ทั้งสองอย่างร่วมกันจะให้ผลดีกว่า ทั้งนี้ความเข้มข้นของสารและอุณหภูมิที่ใช้ ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของผลไม้ โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของ benomyl จะใช้ประมาณ 500–1500 ppm และอุณหภูมิประมาณ 50–55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5–15 นาที (32; 94; และ 104) สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่า การกำจัดเชื้อราแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ผลดีมากคือจุ่มผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมาแล้วลงในน้ำร้อน 48–50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที โดยใส่สารเคมี TBZ ในน้ำร้อนให้ความเข้มข้น 0.05–0.10 % หรือ เบนิมิล 500 ส่วนต่อล้านส่วน (35) ถ้าแช่ผลมะม่วงใน benomyl 1000 ppm ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสและโรคเน่าเน่าสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด แต่ที่อุณหภูมินี้ความเงาหรือฉ่ำของผิวผลจะลดลงและก่อให้เกิดการย่นของผิว (94) ส่วนผลมะม่วงที่ได้รับการพ่นในระยะก่อนเก็บเกี่ยวด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 6 ชนิด พบว่า benomyl ป้องกันโรคผลเน่าได้สูงสุด แต่มีค่าเน่าเสียขนาดเล็กที่สุดเมื่อใช้ prochloraz และในการจุ่มผลมะม่วงในสารป้องกันกำจัดเชื้อรา พบว่า prochloraz ให้ผลในการควบคุมโรคผลเน่าที่คิดมาจากสวนได้ดีที่สุด (58) สุชาติและจรศักดิ์ (2519) ได้ทำการทดลองเลี้ยงเชื้อ *C. gloeosporioides* ในอาหารที่ผสมกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน แล้ววัดการเจริญของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่า สารเคมีที่ให้ผลดีในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราเรียงลำดับดังนี้ benomyl, maneb, captafol, captan และ copper oxychloride ในอัตราที่กำหนดไว้ตามสลากของแต่ละสาร ต่อมาได้ใช้สารเคมี 5 ชนิด ฉีดพ่นบนบ่อนของมะม่วงก่อนปลูกเชื้อ 3 วัน แล้วเปรียบเทียบการเกิดจุดแผลบนใบหลังจากปลูกเชื้อแล้ว 7 วัน พบว่า สารเคมีที่ให้ผลดีในการป้องกันกำจัดโรคคือ benomyl และ captan รองลงมาคือ maneb, captafol และ copper oxychloride (51) Ledger (1984) พบว่า สาร prochloraz 250 ppm สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้ ถ้าแช่น้ำร้อน 52 องศาเซลเซียส แล้วตามด้วย prochloraz จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเพิ่มขึ้น แล้วถ้าจะให้ผลดีที่สุดควรแช่ในสาร benomyl 500 ppm ที่อุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส แล้วตามด้วยสาร prochloraz ในการทดลองหาสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อ *C. gloeosporioides* พบว่าสาร difolatan, benomyl และ ruberon ให้ผลดีตามลำดับ รองลงมาคือ eelon, M. dipher และ abiton (62)

ในการควบคุมโรคของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว มีผู้ทำการทดลองวิธีการต่างๆ

หลายวิธีเช่น Spalding และ Reeder (1972) แช่ผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ในสารเคมี benomyl 0.1%, thiabendazole 0.1% และ SOPP ที่ pH 12% และ 20% ณ อุณหภูมิ 21.11 องศาเซลเซียส (70 องศาฟาเรนไฮต์) ปรากฏว่า ไม่สามารถควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วงได้ เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 12-13 องศาเซลเซียส (55 องศาฟาเรนไฮต์) แต่การแช่ผลมะม่วงลงในสารละลายของ benomyl หรือ thiabendazole ที่ 55 องศาเซลเซียส (131 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นเวลา 5 นาที ให้ผลเป็นที่น่าพอใจในการควบคุมโรค โดยสามารถยับยั้งการพัฒนาของโรคได้ถึง 4 สัปดาห์ การใช้ความร้อนอย่างเดียวสามารถคุ้มครองผลผลิตผลอยู่ได้ประมาณ 3 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม พบว่าเกิดอาการผิดปกติเนื่องจากความร้อนสูงปรากฏบนผิวผลเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้ประมาณ 1 สัปดาห์

สารเคมีในกลุ่ม benzimidazole เหมาะที่จะใช้ในการควบคุมโรคของผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว เนื่องจากสามารถแทรกซึมลงไปในชั้น wax บนผิวผลผลิตจนถึงชั้นที่เกิดมีการเข้าทำลายของเชื้อราได้ (86 และ 66) โดยที่ benomyl มีประสิทธิภาพในการซึมแทรกลงไปได้ดีกว่า thiabendazole, carbendazim และ thiophanate-methyl จึงมีผลให้ benomyl มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดีกว่าด้วย (85) Sohi และคณะ (1973) ทำการทดลองใช้สารเคมี benomyl ความเข้มข้น 500 ppm และ thiabendazole เข้มข้น 900 ppm ปรากฏว่าให้ผลดีในการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วง โดยการแช่ผลมะม่วงแล้วเอาขึ้นทันที กับการแช่นาน 10 นาที ให้ผลในการควบคุมโรคไม่แตกต่างกัน ส่วน captan, aureofungin และ formalin ไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคนี้บนผลมะม่วง ในปีเดียวกันมีผู้รายงานว่าการแช่ผลมะม่วงลงใน benomyl 0.2% + surfactant 1% สามารถควบคุมโรคแอนแทรกซินที่เกิดบนผลมะม่วงในประเทศเปรูได้ดีเช่นกัน (69)

วัลลภาและคณะ (2521) ทดลองใช้สาร benomyl 50% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมกับสาร methomyl 90% WP ฉีดพ่นบนต้นมะม่วงพันธุ์กรร่งและน้ำดอกไม้ ตั้งแต่ระยะติดช่อดอก จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ระยะห่างกัน 2 สัปดาห์ต่อครั้ง แล้วจึงเก็บผลมะม่วงที่สมบูรณ์ปราศจากการโรคมาทดลอง ส่วนมะม่วงพันธุ์ทั้งกลางวันและพันธุ์แรดนามาจากต้นที่ไม่ได้ฉีดสารเคมี นำมะม่วงมาผ่านกรรมวิธีต่างๆ ก่อนเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส พบว่า การฉีดพ่นสารเคมีดังกล่าวให้ผลดีในการป้องกันโรคบนต้น แต่ไม่สามารถป้องกันโรคที่เกิดขึ้นเมื่อผลสุกในระหว่างการเก็บรักษาได้ การจุ่มผลมะม่วงลงในสารละลายของสาร benomyl ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความเข้มข้น 500 ppm และ 1000 ppm นาน 5 นาที จะช่วยป้องกันการเน่าเสียในระยะ

หว่านเก็บรักษาได้ดีกว่าการใช้น้ำร้อนเพียงอย่างเดียว โดยการใช้น้ำความเข้มข้น 1000 ppm จะให้ผลดีกว่าความเข้มข้น 500 ppm ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ และให้ผลไม่แตกต่างกันในมะม่วงพันธุ์อกร่อง หนึ่งกลางวันและพันธุ์แรด จะเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษาในระดับเดียวกับมะม่วงพันธุ์อกร่องและน้ำดอกไม้ แม้ว่าจะนำมาจากต้นที่ไม่ได้ฉีดสาร ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะมะม่วงทั้ง 2 ชนิด มีเปลือกหนาทนทานต่อการเกิดโรคและการขนส่ง และในปี พ.ศ.2524 วิลลภาและคณะ (2524) ได้ทดลองกับมะม่วงพันธุ์อกร่อง ทองคำ น้ำดอกไม้ หนึ่งกลางวันและแรด โดยทำแปลงบนผลมะม่วง แล้วจุ่มลงใน spore suspension หรือ mycelial suspension ของเชื้อราที่แยกได้ แล้วเก็บในห้องทดลองอุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส และห้องเย็นอุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45% เมื่อเปรียบเทียบขนาดของแผลและความรุนแรงของโรคในบริเวณที่ทาแผลและส่วนอื่นๆ ผลการทดลองพบว่า มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และทองคำ จะเป็นโรครุนแรงกว่าพันธุ์อื่นๆ เชื้อราสามารถเข้าทำลายตามส่วนต่างๆ ของผลได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีบาดแผลในมะม่วงทุกพันธุ์ และจะเกิดได้กับมะม่วงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำ ประมาณ 10 องศาเซลเซียส (30 และ 110) ใช้น้ำ zineb เข้มข้น 0.375% ในน้ำร้อนแช่ผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso and Paire ปรากฏว่าสามารถลดการทำลายของเชื้อราลงได้ และมิผลในการชะลอความสุกของผลมะม่วงพันธุ์นี้ด้วย ส่วนการใช้ SDDC (Sodium diethyl-dithiocarbamate) 0.4% มีประสิทธิภาพดีเช่นกัน แม้จะทำการปฏิบัติล่าช้า หลังการเก็บเกี่ยวแล้วถึง 7 วัน

จากการศึกษาปฏิกิริยาของมะม่วงพันธุ์ต่างๆ ต่อโรคแอนแทรคโนส โดยการปลูกเชื้อบนใบอ่อนของมะม่วงแต่ละพันธุ์ พบว่า พันธุ์ที่เกิดจุดแผลมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์หนึ่งกลางวัน รองลงมาคือ หนองแซง เจ้าคุณทิพย์ น้ำดอกไม้และแก้ว ส่วนพันธุ์ที่มีบาดแผลน้อยมากา โดยการปลูกเชื้อ ได้แก่ อกร่อง หนองแซง เจ้าคุณทิพย์ เมื่อเปรียบเทียบเบอร์ชี้ความเสียหายบนใบมะม่วง โดยเปรียบเทียบเนื้อที่เป็นโรคคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย พบว่า พันธุ์ที่เสียหายมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์อกร่อง เจ้าคุณทิพย์ หนองแซง และหนึ่งกลางวัน ส่วนพันธุ์ที่เสียหายน้อยได้แก่ พันธุ์ทองคำ และเขียวเสวย (53) ในปี ค.ศ.1976 Muirhead ทดลองลดอุณหภูมิน้ำร้อนลงมาที่ 51.5 องศาเซลเซียส และผสมสารเคมี benomyl ในอัตราความเข้มข้น 500 และ 1000 ppm ปรากฏว่าให้ผลในการควบคุมโรคบนผลมะม่วงได้ดีเช่นกัน

วิลลภา(2528) ได้ทดลองใช้มะม่วงพันธุ์หนึ่งกลางวัน และน้ำดอกไม้ ทาการแช่มะม่วงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที เปรียบเทียบกับการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และการไม่

แช่น้ำร้อน หลังจากบรรจุหีบห่อแล้วเก็บไว้ในห้องเย็น 10 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80–85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน แล้วนำออกมาไว้ในอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30–33 องศาเซลเซียส) เพื่อตรวจสอบ พบว่า ในมะม่วงพันธุ์หนึ่งกลางวัน การแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีและ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกัน โดยจะสามารถลดการเกิดโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวลงได้มากกว่ากรรมวิธีอื่นา เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีแช่น้ำร้อน สำหรับในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ การแช่น้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จะให้ผลดีที่สุด การใช้น้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จะให้ผลดีรองลงมาและสามารถใช้แทนกันได้ ส่วนในด้านความคงตัวของสารเคมีหลังจากใช้แล้ว thiabendazole และ carbendazim มีความคงตัวดีกว่า benomyl และ thiophanate methyl โดยเฉพาะ benomyl จะไม่ค่อยคงตัวใน organic solvents และในสารละลาย wax ที่ใช้ในการเคลือบบนผิว และผลไม่หลังการเก็บเกี่ยว โดยปกติ benomyl เปลี่ยนแปลงในเวลา 2–3 ชั่วโมง เป็น methyl 2-benzimidazole carbamate (carbendazim) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการซึมแทรกลงไปได้ผิวผลผลิต และในการควบคุมโรคน้อยกว่า benomyl (85)

การป้องกันกำจัดโรคผลเน่าของมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว ควรพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอก มาจนถึงเก็บเกี่ยวทุก 2 สัปดาห์ และฉีดพ่นซ้ำภายหลังฝนตกทุกครั้งเพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อราสาเหตุของโรคติดมากับผลโดยเฉพาะเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส ซึ่งเข้าทำลายแบบแฉก (33) สารที่ใช้คือ mancozeb ใช้พ่นแบบป้องกัน (protectant) จึงต้องพ่นให้ทั่วผิวพืช มักใช้สลับกับสารป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดดูดซึม เช่น benomyl หรือ carbendazim แต่มักใช้ระยะที่จำเป็น เช่น ระยะยอดอ่อนและช่อดอก หากใช้บ่อยครั้งติดต่อกันอาจทำให้เชื้อโรคด้านทานต่อสารเคมี (12)

สมชัยและคณะ (2526) ได้ทดลองฉีดพ่นสารเคมี ตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอก 10–14 วันต่อครั้ง และหยุดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน เก็บผลมะม่วงมาสังเกตตรวจวิเคราะห์พิษตกค้างด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้สารดังนี้ sumicidin 10 ซีซี, dimethoate 30 ซีซี, malathion 30 ซีซี, cararyl 45 กรัม และ carosulfan 30 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ปรากฏว่า เกิดมีพิษตกค้างในระดับที่น้อยมาก (trace) และบางตัวไม่พบสารมีพิษตกค้างเลย แต่ผลผลิตที่ได้มีปริมาณค่อนข้างน้อยและคุณภาพปานกลาง ไม่ดีเท่าที่ควร และในการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ benomyl ในมะม่วงหนึ่งกลางวัน พบว่าการล้างน้ำก่อนใช้สารเคมี จะให้พิษตกค้างน้อยกว่าการไม่ล้าง ส่วนวิธีการใช้สารเคมีพบว่า การฉีดพ่นให้ผลดีกว่าการจุ่มแช่สารเคมี อัตราความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้คือ

300,500 และ 700 ppm ให้พืชตกค้างเป็นปริมาณต่ำ แต่ก็ไม่สามารถป้องกันโรคเน่าได้ จึงควรจะได้มีการเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีให้มากขึ้นกว่าเดิม ส่วนการใช้ benomyl ควบคู่กับสารรมควัน (ethylene dibromide) และสารช่วยชลอการสุกชนิดโปแตสเซียม (potassium permanganate) พบว่า ควรใช้ EDB ที่ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อใช้ benomyl 1000 ppm ส่วนการใช้สารโปแตสเซียม ที่ 28,35 และ 42 กรัม ไม่มีผลกระทบต่อกระเทือนต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับพืชตกค้างของ benomyl เลย อีกทั้งการใช้สารโปแตสเซียมควบคู่กับสาร EDB ก็ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของพืชตกค้างของ benomyl เช่นเดียวกัน (4)

ในการศึกษาคุณค่าทางอาหารของมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน หลังการใช้เบโนมิลป้องกันการเน่าเสียจากแมลงศัตรูพืช และโรคเหี่ยวเหิมเบอร์มังกาเนต ($KMnO_4$) ชะลอการสุกของมะม่วง พบว่า การใช้เบโนมิลความเข้มข้นในระดับต่างๆ คือ 500,1000,1500 ppm ไม่ทำให้คุณภาพของผลมะม่วงเปลี่ยนแปลงอย่างใด ส่วนวิธีการใช้เบโนมิล 3 วิธีการคือ ฉีดพ่น แห่สารเคมี 1 และแห่สารเคมี 2 (สารละลายที่เหลือจากการแห่ครั้งแรก) และอีก 2 treatment เป็น check plot โดยไม่ให้สารเคมี พบว่า วิธีไม่ให้เบโนมิลดีที่สุดคือ ให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณเส้นใยลดลง และวิธีการล้างน้ำและไม่ล้างน้ำก่อนใช้เบโนมิล พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่ล้างน้ำมีแนวโน้มดีกว่าคือ ให้ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น (11)

ในการศึกษาหาปริมาณสารมีพืชตกค้างของสารเคมีพวก benomyl ในมะม่วงหนังกลางวัน พบว่า การล้างน้ำก่อนใช้วัตถุมีพิษจะให้พืชตกค้างน้อยกว่าการไม่ล้าง สำหรับวิธีการใช้สารเคมี พบว่า วิธีการฉีดพ่นให้ผลดีกว่าวิธีการแห่สารละลายดังกล่าวในอัตราความเข้มข้น 300,500 และ 700 ppm. ซึ่งจะมีพืชตกค้างเป็นปริมาณต่ำ แต่ก็ไม่สามารถป้องกันโรคเน่าได้ ควรจะได้มีการเพิ่มความเข้มข้นของวัตถุมีพิษให้มากขึ้นกว่าเดิม (4)

2.5.2. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ในด้านอุณหภูมิที่มีต่อการเก็บรักษาผลมะม่วง ถ้าต้องการผลมะม่วงให้สดอยู่ได้นานจำเป็นต้องเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น โดยทั่วไปนิยมเก็บรักษามะม่วงในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (50 องศาฟาเรนไฮต์) และมีความชื้นสูง อายุในการเก็บรักษาจะสั้นหรือยาวจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ ความแก่และสภาพของผล ฯลฯ เช่น ห้องเก็บรักษาที่มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มะม่วงที่สุกเต็มที่ จะเก็บได้นานประมาณ 3 สัปดาห์ ถ้าเป็นมะม่วงที่เริ่มสุกหรือเพิ่งแย้มสีจะเก็บได้นานประมาณ 6 สัปดาห์ เป็นต้น (98) และจาก

การทดลองเก็บรักษาผลมะม่วงในท้องเป็นที่มีอุณหภูมิ 50-55 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% จะอยู่ได้นาน 2-3 สัปดาห์ ส่วนผลผลิตผลเชตร้อนมักไม่ค่อยทนต่ออุณหภูมิเย็นจัด ถ้าอุณหภูมิท้องเก็บเย็นเกินไป ผลผลิตอาจได้รับความเสียหายได้ ความทนทานต่ออุณหภูมิเย็นจะแตกต่างกันตามพันธุ์ โดยทั่วไปผลผลิตเชตร้อนอาจเก็บรักษาในท้องเป็นที่มีอุณหภูมิ 7-13 องศาเซลเซียส (45-55 องศาฟาเรนไฮต์) โดยไม่ได้รับความเสียหายอันเกิดจากความเย็น มะม่วงที่ได้รับอันตรายจากความเย็นผิวผลจะมีรอยขีดสีเทา เนื้อผลมีจุดสีคล้ำๆ สุกไม่สม่ำเสมอ รสชาติผิดปกติ และมีสีไม่สวย (34) ฮีโรยูกิและคณะ (2519) ศึกษาการเก็บผลไม้ในอุณหภูมิต่ำ จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น เพราะมีส่วนช่วยยับยั้งการเจริญของโรคและชะลอการสุกของผล ทั้งยังให้ผลที่มีสภาพทั่วไปจัดอยู่ในขั้นดี โดยเห็นได้ชัดเจน เมื่อตอนที่ย้ายผลจากที่เก็บไว้ที่ 10-13 องศาเซลเซียส นาน 2-3 วัน มาไว้ที่อุณหภูมิท้องจะเกิดโรคขึ้นอย่างรวดเร็วมาก ภายในเวลา 5 วัน ผลเริ่มสุก สภาพผลจะเลวลงอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่า ผลที่ถูกเก็บเกี่ยวมาอาจมีเชื้อติดอยู่แล้วบ้าง แต่ยังไม่แสดงอาการ หรืออาจได้รับเชื้อภายหลัง ซึ่งเป็นระยะที่ผลไม่มีการเปลี่ยนแปลงทาง metabolism ทำให้ผลสุกและเน่าลง เมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่สูงขึ้นเหมาะแก่การเจริญของเชื้อโรคจึงเกิดเน่าอย่างรวดเร็ว ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ที่ใช้กับผลมะม่วงก่อนเก็บรักษานั้น ได้มีการทดลองเคลือบผลมะม่วงด้วยสารเคลือบผิวกันระเหย (tag) หรือ fresh coat, การห่อผลมะม่วงด้วยกระดาษ styrene หลังจากการลุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 52-55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จะให้ผลดีในการป้องกันเน่าเสียและรักษาคุณภาพของผลมะม่วงให้อยู่ได้นาน ส่วนการห่อด้วยกระดาษ styrene โดยไม่ผ่านการลุ่มน้ำร้อนก็ให้ผลดีเช่นกัน โดยสามารถเก็บผลมะม่วงดิบไว้ในอุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียสได้นาน 3 สัปดาห์ โดยที่ยังมีสภาพดี ส่วนใหญ่ไม่เกิดอาการของโรค แต่เมื่อย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น (25-30 องศาเซลเซียส) เพื่อให้ผลสุกจะเกิดอาการโรคขึ้น และพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ fresh coat ที่ผ่านการลุ่มน้ำร้อนและไม่ผ่านการลุ่มน้ำร้อน จะเกิดโรคน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (62)

2.5.3. การใช้รังสี

นอกจากวิธีการที่กล่าวมาแล้วในการควบคุมโรคแอนแทรกสนมะม่วง ยังมีวิธีการอื่นที่มนุษย์พยายามศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรักษาผลมะม่วงให้ปราศจากโรคและแมลง เพื่อให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน วิธีการหนึ่งคือ การใช้รังสีปรมาณู (irradiation) เก็บรักษาผลไม้สดให้มีอายุยาวขึ้น พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์อกร่องและทองดำ ที่ได้รับการอาบรังสีแกมมา ขนาด 30-60 กิโลแตรด (K.rad.) เก็บรักษาไว้ที่

อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80–90% สามารถยืดอายุการวางขายแตกต่างจากผลมะม่วงที่ไม่ได้รับการอบรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสำหรับผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วอบรังสี สามารถช่วยทำให้คุณภาพการเก็บรักษาดีขึ้น ผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ที่ได้รับการอบรังสีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จะสดอยู่ได้นาน 35 วัน โดยมีรสชาติปกติไม่เน่าเสีย ช่วงเวลาดังกล่าวนานพอสำหรับการขนส่งมะม่วงไปจำหน่ายต่างประเทศโดยทางเรือ (35) ส่วนผลที่ตามมาจากการใช้รังสีอบมะม่วง พบว่าทำให้ส่วนประกอบของผลเปลี่ยนแปลงได้ คือ ผลมะม่วงพันธุ์อัลฟองโซ เมื่ออบรังสีขนาด 25 กิโลเรด จะมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (81) ดังนั้นการใช้รังสีในการถนอมอาหารจากพวกผลไม้ บางครั้งก็เกิดปัญหาเกิดขึ้น Cooper และคณะ (1966) กล่าวว่า รังสีจะทำให้การเปลี่ยนของเม็ดสี (pigment) ช้ำและน้อยลงกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม Dennison และคณะ (1967) ได้ให้ความเห็นว่า ผลไม้ที่แก่จัดจะแก้ปัญหานี้ได้ เพราะรังสีแทบจะไม่มีผลใดๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของสารอาหารที่มีอยู่ในผลไม้ที่แก่จัด

2.5.4. การใช้สารธรรมชาติในการควบคุม

ในปัจจุบันความต้องการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของไม้ผลหลายชนิด ได้เล็งเห็นถึงความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค จึงได้ศึกษาหาพืชสมุนไพรต่างๆ มาใช้ในการควบคุม เพื่อเป็นการทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ มาริษา (2533) ได้ทดสอบหาพืชสมุนไพรที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง พบว่า สารสกัดจากพืชสมุนไพรที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย สามารถยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ได้ดีที่สุดคือ ตาปลา รองลงมาคือ ชำ, ลูกใหญ่, กระเพราป่า, ชิงแห้ง, ว่านไฟ, กังคี่น้อย และรางสี โดยใช้เวลาเข้มข้น 10000 ppm ยับยั้งการเจริญได้ 100% ส่วนสมุนไพรที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย พบว่า กระเจียว และหัวข่อ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm เท่ากับ 66.97 และ 49.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากพืช 61 ชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของโรคแอนแทรคโนส พบว่า สารสกัดจากว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) ยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ได้ดีที่สุด ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดที่ได้ผลรองลงมาคือต้นทองพันชั่ง (*Rhinacanthus nasatus* Kurz.), กระเจียว (*Curcuma* sp.), หาด (*Artocarpus dadah*), ย่านลิเภา (*Lygodium* sp.) และทับทิม (*Punica granatum* L.) (36) และในปีต่อมา วิชัยและคณะ (2534) ได้ทำ

การทดลองนามมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มาจุ่มในสารสกัดหยาบจากพืชที่ผ่านการสกัดโดยใช้น้ำร้อนหรือแอลกอฮอล์ ที่ความเข้มข้น 5000 ppm บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน นามาตรวจการเกิดโรคโดยแบ่งการเกิดโรคเป็น 6 ระดับ พบว่า สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ของทองพันชั่ง (*Rhinocanthus nasutus*) สามารถป้องกันการเกิดโรคได้ดีที่สุด โดยมีระดับความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 1.38 รองลงมาคือข้าว (*Premna herbasca*) ซึ่งสกัดด้วยแอลกอฮอล์, ชงโค (*Bauhinia purpurea*) ซึ่งสกัดด้วยน้ำ และว่านน้ำ (*Acorus calamus*) ซึ่งสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ พบผลมะม่วงเป็นโรคมีระดับความรุนแรงเฉลี่ย 1.50, 1.50, 1.65 และ 1.65 ตามลำดับ (37)

ในการค้นคว้าวิจัยการใช้พืชสมุนไพร มาใช้ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ได้ทำกันมานานแล้วในต่างประเทศ (5) และในพืชสมุนไพรทั่วไปมีส่วนประกอบที่ตรวจพบได้อยู่ 2 อย่างคือ 1. active constituents 2. inert constituents ที่ตรวจพบได้แก่ เซลลูโลส (cellulose), คิวติน (cutin) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ เช่น อัลบูมิน (albumin), สารสี (coloring matters) และสารอื่นๆ (42)

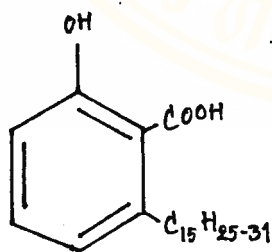
Fabian และคณะ (1937) รายงานว่าในเครื่องเทศชนิดเดียวกันมีผลยับยั้งจุลินทรีย์แต่ละชนิดไม่เท่ากันและเครื่องเทศต่างชนิดกันจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ต่างกัน สำหรับสารประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ ก็มีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ (99)

การใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติและความสามารถของสารธรรมชาติจากพืชที่มีนัยสำคัญให้เป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำไปสู่การควบคุมศัตรูพืชที่มีนัยสำคัญจัดเป็น "การบริหารศัตรูพืช" (pest management) ที่เป็นแบบธรรมชาติ และอาจถึงระดับเลิกใช้สารเคมีในที่สุด

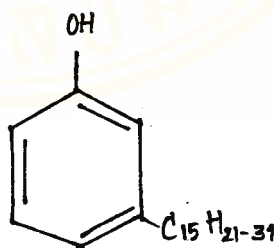
2.6. องค์ประกอบทางเคมีของสารธรรมชาติที่นำมาใช้ในการทดลอง

มะม่วงหิมพานต์ เป็นไม้ผลยืนต้น สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน (tropical zone) อยู่ในวงศ์ Anacardiaceae ชื่อวิทยาศาสตร์ *Anacardium occidentale* L. ชาวอินเดียเชื่อว่า น้ำคั้นมะม่วงหิมพานต์ช่วยบำรุงสมอง ทำให้ความทรงจำดีขึ้น ส่วนของผลจริงก็คือ ส่วนที่เรียกว่า เมล็ด ติดอยู่ตรงปลายก้านดอก ซึ่งเมื่อเจริญเต็มที่ก็จะแบ่ง มีสีชมพู แดงหรือเหลือง เมล็ดประกอบด้วยเปลือก (cashew nut shell) เยื่อหุ้มเปลือก (cashew testa) และเมล็ดใน (cashew kernel) ส่วนของ

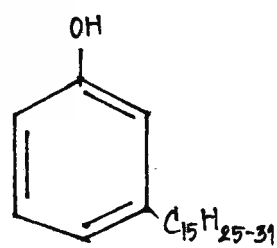
เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เมื่อนำมาบดและสกัดจะได้น้ำมันเหลวชั้นสีน้ำตาลเข้ม เรียกว่า Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) น้ำมันนี้เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยและ มีกลิ่นฉุน มีบทบาทและนำไปใช้ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม ซึ่งกองเกษตรเคมีกำลังศึกษา นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษา และด้านปราบศัตรูพืชและผลิตผลทางการเกษตร ส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด (cashew testa) ประกอบด้วยแทนนินสูง นำไปใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ บางแห่งนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์เลยก็มี และเมล็ด (cashew nut kernel) นิยมนำมารับประทาน หรือเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางค์ที่มีราคาแพง (19) สาร CNSL มีประโยชน์มากทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและการแพทย์ จากการทดลองสกัดจะมี 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกเมล็ด มีกรด anacardic ประมาณ 85–90 เปอร์เซ็นต์ และมี cardol ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มีพวก phenol และอื่นๆ อีกเล็กน้อย (47) เช่น ortho-hydroxybenzoic acid ที่ประกอบด้วย unsaturated side chain (Wealth of India, 1948) ปริมาณของยางที่มีอยู่ในเปลือกของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จะแตกต่างกันออกไป เช่น ในประเทศอินเดียมีประมาณ 25–30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับของไทยรายงานสูงสุดถึง 32 เปอร์เซ็นต์ (6) ส่วนกองเกษตรเคมีได้ทำการศึกษา น้ำมัน CNSL พบว่า น้ำมันนี้มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลาย (organic solvent) ทุกชนิด น้ำมันประกอบด้วย สารเคมี 4 ชนิด คือ กรดอะนาคาร์ดิก (anacardic acid) 82 เปอร์เซ็นต์, คาร์ดอล (cardol) 13.8 เปอร์เซ็นต์, คาร์นาคอล 1.6 เปอร์เซ็นต์ และเมทิลคาร์ดอล 2.6 เปอร์เซ็นต์ ดังสูตรโครงสร้างต่อไปนี้ (16)



Anacardic acid



cardol



carnadol

ส่วนทางด้านการเกษตร ให้พัฒนาหาสูตรที่เข้ามาตรฐานในการใช้ปราบศัตรูพืช ซึ่งให้แก่ แมลงและเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำลายพืชและผลิตผลการเกษตร โดยให้น้ำ CNSL มาทดสอบกับแมลงและเชื้อโรคพืช จากการทดลองกับเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรค 12 ชนิด พบว่า สาร CNSL สามารถยับยั้งการเจริญของ *Colletotrichum spp.* ได้ดีที่สุด คือ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ 57.24 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm อันเป็นเชื้อสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสมะม่วง ส่วนการทดสอบกับแมลงที่เป็นศัตรูสำคัญของเศรษฐกิจของข้าวคือเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* Stal.) พบว่า สาร CNSL ที่ 5-10 เปอร์เซ็นต์มีผลต่อการทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (18) ในส่วนของปริมาณน้ำยางในเปลือกหุ้มเมล็ด พบว่า พันธุ์ที่มีน้ำยางมากคือ พันธุ์ สก.18-16, สก.21-4 และ สก.5-1 และตัวทำลายลายที่สามารถสกัดน้ำยางได้เพิ่มหลังการบีบคือ เมธิลแอลกอฮอล์ (54) ประเทืองศรีและคณะ (2530) ได้ศึกษาปริมาณน้ำมันเปลือกมะม่วงหิมพานต์ใน 3 สายพันธุ์ พบว่า พันธุ์ สก.60-1 ให้เปอร์เซ็นต์ CNSL สูงกว่าพันธุ์ SKA และสก.60-2 โดยการใช้เครื่องบีบ (hydraulic press)

การผลิตสับปะรด (*Ananus comosus*) ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ใช้สำหรับป้อนโรงงานทำสับปะรดกระป๋อง ดังนั้นโรงงานผู้ผลิต จำเป็นต้องดำเนินการผลิตให้สอดคล้องกับฤดูกาลเก็บเกี่ยว ซึ่งจะทำการผลิต 2 ช่วงคือ เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม และเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม (48) จากขั้นตอนการผลิตสับปะรดกระป๋อง ทางโรงงานต้องการสับปะรดที่ได้ขนาดพอเหมาะต่อการบรรจุกระป๋อง แต่เกษตรกรต้องการสับปะรดใบใหญ่ จึงทำให้ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ต้องทิ้งไป ในเรื่องนี้ประเจิด (2525) ได้ประเมินว่า สับปะรดผลหนึ่งรวมทั้งลูกและก้าน จะมีส่วนของเนตรงกลางและเนื้อติดเปลือกที่สามารถนำมาใช้ทำสับปะรดกระป๋องได้เพียงร้อยละ 30 ของน้ำหนักทั้งหมด อีก 70 เปอร์เซ็นต์จะเป็นส่วนของเสียที่ทิ้งไป กาญจนและจิราภรณ์ (2527) ได้สำรวจของเหลือใช้จากโรงงานสับปะรดกระป๋องในปี 2525-26 จากโรงงาน 11 โรง พบว่า ปริมาณสับปะรดที่เข้าโรงงาน 704,499 ตัน ได้ผลิต罐头เนื้อสับปะรด 192,961 ตัน น้ำสับปะรด 121,500.1 ตัน เปลือกและกาก 389,675 ตัน และปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงาน 1,498,521 ลูกบาศก์เมตร ส่วนการใช้ประโยชน์จากเปลือกและกาก ส่วนใหญ่ทางโรงงานขนบทิ้ง 295,685.4 ตัน ซึ่งสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง ส่วนที่เหลือ 93,989.6 ตัน กลีกรขอซื้อ บางส่วนขอพรจากโรงงานเพื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์ ของเหลือทิ้งจากเปลือกและแกนสับปะรด ถ้าจะกำจัดโดยตรงต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์สูง ซึ่งวัดเป็นค่า COD ถึง 62,000 และ 73,384 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

(27) สำหรับการให้ประโยชน์ของเหลือทิ้งจากโรงงานสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย มีรายงานว่า การใช้กากสับปะรดแห้งเป็นอาหารเลี้ยงโคพื้นเมืองโคที่ใช้เป็นอาหารเสริม พบว่า อัตราการเพิ่มน้ำหนักโคโดยเฉลี่ยของโคที่ได้รับอาหารเสริมสูงกว่าพวกที่ไม่ได้รับอาหารเสริมอย่างมีนัยสำคัญ (9)

เอนไซม์ชนิดหนึ่งที่พบเฉพาะในสับปะรดคือ ไซโรมิเลน (bromelain) พบมากในส่วนของลำต้น เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยโมเลกุลของสารประเภทโปรตีน (proteolytic enzyme) จัดอยู่ในกลุ่มซิลฟไฮดริลโปรตีเอส เช่นเดียวกับปาเปน พินิน และจาก *Streptococcus protease* เป็นเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์ (intercellular) สามารถเร่งปฏิกิริยาการย่อยโปรตีนแบบไทด์ อะมิด และเอสเตอร์ของกรดอะมิโนและเปปไทด์ เช่น benzoyl-L-arginine ether ester, benzoyl-L-arginine amide, L-phenyl-alanine และ L-tyrosine ethyl ester (102) ไซโรมิเลน มีชื่อตามกฎการเรียกชื่อทั่วไปว่า ไซโรมิเลน หรือ stem bromelain และชื่อที่สมบูรณ์ว่า *Ananas comosus* Var. cayenne stem bromelain (92) เนื่องจากไซโรมิเลนในสับปะรดมีหน้าที่หลักคือการย่อยโมเลกุลของโปรตีนให้เล็กลง ปรากฏการณ์ดังกล่าวจึงนำไปใช้ตรวจหาปฏิกิริยาของเอนไซม์ได้ เช่น การหาปริมาณกรดอะมิโนที่ได้จากการย่อยโดยการโคเดอเรทกับต่างหรือ การวัดค่าการดูดกลืนแสงของเปปไทด์ได้ในความยาวช่วงคลื่น 275 nm. (95 และ 91)

แทนนิน เป็นสารประกอบฟีนอลิก (phenolic) ทำให้เกิดรสฝาดในผลดิบ และเมื่อผลสุก ปริมาณแทนนินจะลดลงถึง 5 เท่า และปริมาณแทนนินที่อยู่ในเปลือก จะมีมากกว่าในเนื้อประมาณ 3-5 เท่า ส่วนปริมาณแทนนินในผลกล้วยที่แช่แข็งหรือผลกล้วยที่ถูกทำลายโดยโรคใบจุดจะมีแทนนินสูงกว่าผลกล้วยปกติ ส่วนผิวเปลือกผลดิบจะมีเมล็ดของคลอโรฟิล แครอทินและแซนโทฟิลอยู่ร่วมกัน ขณะที่ผลกล้วยสุก เปลือกจะเปลี่ยนสีเนื่องจากคลอโรฟิลลดน้อยลง ทำให้ปริมาณแครอทินและแซนโทฟิลมีประมาณ 1-4 มิลลิกรัม และ 4-7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงอีกหลายอย่าง เช่น การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน พบว่า ขณะผลสุกปริมาณไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไขมัน พบว่า ขณะผลสุกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากนัก คืออยู่ระหว่าง 0.2-0.5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และสารระเหยที่สามารถดมกลิ่นได้ในขณะที่ผลสุกคือ น้ำมันกล้วย (43) ในเปลือกกล้วยสุก เนื้อกล้วยสุกและลำต้นกล้วย มีสารที่ระงับเชื้อแบคทีเรียบางชนิด ส่วนในดอกมีสารที่สามารถระงับ *Streptococcus sp.* หรือเชื้อที่ทำให้เกิดฝีและหนองที่แผล ในเปลือกกล้วยและเนือกล้วยที่สุกและดิบ จะมีสารระงับเชื้อราเช่นกัน ส่วนการให้ประโยชน์จากเปลือกกล้วยและวัสดุเหลือทิ้ง ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ

ละ 50 ซึ่งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติฟิลิปปินส์ พบว่า มีวิธีการนำเอา วัสดุดังกล่าวจากกล้วยมาใช้ เช่น ใช้ทำเป็นอาหารสัตว์, ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอแก๊ส, ใช้ทำน้ำส้มสายชู, ทำไวน์, ทำซอสและใช้เป็นอาหารจิตวิทยาเปลือกกล้วยบด (22) สารที่พบในเนื้อและเปลือกกล้วยคือ serotonin และ noradrénaline แต่ปริมาณ serotonin จะแตกต่างกันไปตามชนิดกล้วย และเพิ่มขึ้นตามความสุกของกล้วย จนถึงระยะอมจัดจนเปลือกสีดำ จะมีปริมาณลดลง มีผลในการยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยของกระเพาะอาหาร, ลำไส้ ผลกล้วยดิบทั้งเปลือกทุกชนิดมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา และผลกล้วยสุกทุกชนิดมีฤทธิ์ต้านทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย โดยเฉพาะเชื้อ *Mycobacterium sp.* สารสกัดจากหัวปลีมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียชนิด *Micrococcus pyogenes var. aureus*. นอกจากนี้ผลกล้วยดิบยังมี แป้ง, tannic acid, gallic acid และ pectin มาก (57)

เปลือกสีม่วงแดงของมังคุดเป็นวัสดุเปลือกไม้ประโยชน์จากการรับประทานมังคุด ลอสีดำและลีนดา (2533) ศึกษาสีของเปลือกมังคุด พบว่า เกิดจากสารแอนโทไซยานิน โดยในเปลือกมังคุดมีปริมาณสูงถึง 31.29 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และมี pH 3.9 และยังสามารถใช้แทนสีอาหารสังเคราะห์ได้ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ และยังมียางสีเหลืองเป็นสารพวก resin (ชัน) ในผลอ่อนของมังคุดจะมีสารจำพวก xanthone มีชื่อว่า mangostin, resin มีรสฝาดเพราะมีส่วนประกอบของ tannin ใช้เป็นยาฝาดสมานในรายที่ท้องเสียเรื้อรังและโรคเกี่ยวกับลำไส้ นอกจากนี้ที่เปลือกผลมีสารสสมคือ OC และ B.mangostin มีคุณสมบัติเป็นยาแก้ท้องร่วงเรื้อรัง และเป็นมูกเลือด (41)

ปาเปน (papain) เป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งจากมะละกอ มีคุณสมบัติย่อยโปรตีนได้ดี สารชนิดนี้พบอยู่มากในมะละกอของทุกส่วนของต้น ส่วนที่พบมากที่สุดอยู่ในผลมะละกอดิบ ปาเปนมีจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไปอยู่ในรูปผงที่เรียกว่า "ผงเปื่อย" มีลักษณะเป็นผงสีขาวใช้สำหรับหมักอาหารพวกเนื้อและปลา ประโยชน์ของปาเปนที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรม เช่น ผลิตเบียร์ โดย papain จะทำให้เบียร์ใส ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเนื้อสัตว์และปลา โรงงานฟอกหนัง การผลิตเวชภัณฑ์ประเภทยา นอกจากนี้ยังใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และสสมอาหารเป็นต้น (39) ในผลดิบและสุกของมะละกอดิบ จะมีปริมาณ pectin สูง การที่สุกมีสีส้มเพราะมีสาร carotenoid ยางจากผลมะละกอดิบ มีน้ำย่อย papain หรือ caroid ในปริมาณสูง เมล็ดของมะละกอ มีกลิ่นคล้ายสาร sinigrin ซึ่งพบในเมล็ดมัสตาร์ด เมื่อนำเมล็ดมาสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นขี้ และนำสิ่งสกัดมาฉีดในหนูใหญ่ (rat) จะทำให้หนูเป็นหมันได้ ในปาเปนมีน้ำย่อยแต่น้อยกว่าผล และยังมีอัลกาลอยด์ capaine ซึ่งปริมาณของอัลกาลอยด์นี้สูงในใบแก่ capaine มีฤทธิ์คล้าย

digitalin ซึ่งพบในใบ *Digitalis* มีฤทธิ์เป็นยาบำรุงหัวใจ (7)

น้อยหน่า ชื่อวิทยาศาสตร์ *Annona squamosa* อยู่ในวงศ์ Anonaceae ที่ใบ เปลือก และรากจะมีกรด hydrocyanic ส่วนในเปลือกของผลน้อยหน่ามีสาร alkaloid anonaine

ทับทิม ชื่อวิทยาศาสตร์ *Punica granatum* มีชื่อภาษาอังกฤษว่า pomegranate หรือ granades หรือ granats หรือ carthaginian apple หรือ punic apple อยู่ในวงศ์ Punicaceae มีรสเปรี้ยวอมหวาน เนื่องจากมี malic acid และมี ascorbic acid (V.C.) ใช้แก้โรคโลหิตจาง เปลือกผลทับทิม (fruit line) มีรสฝาด มีปริมาณของ tannin สูงประมาณ 22-25 เปอร์เซ็นต์ ใช้ประโยชน์ทางยา แก้โรคท้องร่วงและโรคทางเดินอาหาร ในเปลือกสดมีปริมาณของอัลกาลอยด์ 0.35-0.6 เปอร์เซ็นต์ เปลือก ราก 0.3 เปอร์เซ็นต์ อัลกาลอยด์ที่พบในเปลือกสด และรากมีชื่อว่า pelletierine และ isopelletierine มีฤทธิ์ฆ่าพยาธิ ในประเทศอินเดียแถบตะวันตกเฉียงเหนือใช้เปลือกผลทับทิม (rind) ย้อมผ้า โดยผสมเปลือกผลทับทิมกับขมิ้น หรือครามผ้าที่ย้อมจะให้สีน้ำตาลปนแดง และถ้าใช้เปลือกผลอย่างเดียวยจะให้สีเขียว และเรียกผ้าที่ย้อมว่า rakrezi ส่วนสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์จากเปลือกผล และเปลือก รากมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* น้ำสกัดจากรากมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* สารสกัดจากเปลือกผลในความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร มีฤทธิ์คล้ายกับสารสกัดจากพืชที่มีแทนนินมากคือ มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Piricularia oryzae* และ *Colletotrichum falcatum* Went. (*Physalospora tucumamensis*) ที่เป็นสาเหตุของโรคข้าวและอ้อย สารที่พบในเปลือกผลมี tannin, wax, resin, mannitol, น้ำตาลที่ไม่ตกผลึก, gum, inulin, mucilage, gallic acid, pectin, calcium oxalate ในปริมาณ 10.4-21.3, 0.8, 4.5, 1.8, 2.7, 3.2, 1.0, 0.6, 4.0, 2.4 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และยังมีพวก citric acid, malic acid, ursolic acid และ isoquercitrin (2)

มะกรูด ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Citrus hystrix* มีชื่อภาษาอังกฤษว่า kaffer lime, leech lime หรือ porcupine orange ที่เปลือกผลหรือผิวมะกรูด มีกลิ่นหอม ใช้ปรุงอาหารได้ เมื่อนำมากลั่นจะได้น้ำมันหอมระเหย ซึ่งมีสาร citronellal 25 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผสมในเครื่องหอม, แต่งกลิ่น, แชมพู, สบู่ เป็นต้น

ส้มโอ ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Citrus maxima* มีชื่อภาษาอังกฤษว่า pummelo หรือ shaddock ในเปลือกผลมีสารพวก ฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์แก้ไอ แก้เสบ ทาเป็น

ยานิต และยังมีสารที่ไม่ทราบสูตรโครงสร้างที่กินแล้วเกิดการอักเสบได้ สารที่พบอื่น ๆ มีน้ำมันหอมระเหย 0.3-0.9 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย citral, geraniol, linalool และ methylanthranilate เป็นส่วนใหญ่ (2)

ส้มเขียวหวาน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus nobilis* ในดอกส้มมีกลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบด้วย terpene alcohol 50 เปอร์เซ็นต์ มี 1-linolol, α -terphenol geraniol, nerrol และ hydrocarbon 35 เปอร์เซ็นต์เป็น pinene ใช้แต่งกลิ่นยา น้ำหอม และเครื่องสำอางค์ ดอกส้มแต่ละชนิดมีกลิ่นหอมไม่เท่ากัน เนื่องจากมีส่วนประกอบของน้ำมันไม่เท่ากัน และผลส้มมีลักษณะแตกต่างกัน แล้วแต่ชนิดของส้มผิวผลส้มแต่ละชนิด มีกลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหยไม่เท่ากัน ซึ่งประกอบด้วย d-limonene จำนวนมาก, decyclic aldehyde, linalool และ methylester ของ anthanylic acid น้ำมันผิวส้มใช้เป็นยากระตุ้น ทาให้หอม แต่งกลิ่นยา ยา เครื่องดื่ม เนื้อภายในผลประกอบด้วยวิตามินซีสูง (41)

แตงโม (water melon) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Citrullus vulgaris* มีสารเคมีที่พบในเปลือกผลคือ wax, น้ำตาลและเถ้าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ผลมี citrulline, -amino- -(pyrazolyl-N), propionic acid, alanine, -phosphoric acid, malic acid, glycol, betaine, adenine, fructose, glucose, sucrose และเกลือแร่ต่าง ๆ วิตามินซี และสารประกอบเรืองแสงที่ประกอบด้วย ethyl aldehyde, butyl aldehyde, isovaleric acid และ hexanol (49) การสกัดเพกติน (pectin) จากเปลือกมะนาวที่ขจัดผิวแล้ว พบว่ามีเพกติน 25.3015 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า เพกตินที่สกัดได้มีความชื้น 8.1547 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 2.4862 เปอร์เซ็นต์ equivalent weight 864.39 methoxy content 13.42 เยลลีเกรดเท่ากับ 220 เกรด และเยลลียูนิตเท่ากับ 49.63 แสดงให้เห็นว่า เพกตินที่สกัดได้เป็นเพกตินคุณภาพดี เพราะว่ามี methoxy content เยลลีเกรด และเยลลียูนิตค่อนข้างสูง (38)

น้ำตาลจากผลดิบ ใบและเปลือกต้นของมะม่วง มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เช่น *Micrococcus pyogens* var. *aureus*, *Escherichia coli* ผลดิบจะมีสารพวก glucan, arabinan, galacturonan ส่วนผลสุกมี thiamine 57-63 เปอร์เซ็นต์, riboflavin 37-73 เปอร์เซ็นต์ และ folic acid 7.26 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักผล 100 กรัม ในมะม่วงดิบมีปริมาณของกรดมากที่สุด เมื่อเริ่มสุกปริมาณของกรดจะลดลงเรื่อย ๆ เช่น ในมะม่วงดิบมีกรด 0.67-3.67 เปอร์เซ็นต์ ในผลสุกมีกรดเพียง 0.18-1.56 เปอร์เซ็นต์ ยางจากต้นมีสาร resin 79.16 เปอร์เซ็นต์, gum 14.68

เบอร์เซ็นต์ น้ำและเถ้า 4.34,1.66 เบอร์เซ็นต์ (1)

การที่สารสกัดจากพืชสมุนไพรมีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสมุนไพรและจุลินทรีย์ สารสกัดจากพืชสมุนไพรในแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารสกัดใน chloroform และ petroleum (20) วิธีการผลิตน้ำมันคือ การบีบหรือสกัดเอาส่วนที่เป็นไขมันออกจากวัตถุดิบ (65) น้ำมันที่ได้เรียกว่า น้ำมันธรรมชาติ(crude oil)ในน้ำมันธรรมชาตินี้จะมีส่วนผสมต่างๆ บะบอนอยู่ เช่น น้ำมันที่ใช้บริโภคได้(edible oil)ขี้ผึ้ง(wax)เมคส์ เป็นต้น Bernadini(1973)กล่าวว่า เวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ตัวทำละลายในการสกัดน้ำมันได้แก่ ชนิดของตัวทำละลาย ความหนืดของตัวทำละลาย เวลาในการสกัด และปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ ส่วนตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืช มีดังนี้

1.commercial hexane และ benzene เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำมันพืช

2.ethyl ether,acetone,methyl ether ketone และ cyclohexane เป็นตัวทำละลายที่ใช้กันในอุตสาหกรรมน้ำมัน

Bijur(1966)กล่าวว่า n-hexane เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันพืชสำหรับบริโภค เพราะว่า n-hexane ำที่ benzene residue จำนวนน้อยมาก และสามารถใช้ในการสกัดแบบต่อเนื่อง(continuous extraction)ได้

น้ำมันหอมระเหย(essential oils)ไม่ละลายในน้ำหรือละลายได้น้อยมาก แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น petroleum ether,n-hexane,diethyl ether,ethyl alcohol ฯลฯ น้ำมันหอมระเหยเหล่านี้ เป็นสารประกอบอินทรีย์พวก terpene derivative ของ terpene ไฮโดรคาร์บอน(hydrocarbon)และ เบนซีน(benzene) น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชแต่ละชนิด จะประกอบด้วยสารประกอบเคมีหลายตัวรวมกัน เช่น น้ำมันดอกกุหลาบ(rose oil)มีสารประกอบเคมีถึง 18 ตัว เป็นต้น ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีกลิ่นหอมที่ค่อนข้างติดทน (17)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง
(MATERIAL AND METHODOLOGY)

3.1. ชนิดพืช

มะม่วงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ซึ่งอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกสนิสเป็นอย่างมาก (13)

ส่วนพืชต้นนำมาใช้หาสารสกัด จะคัดจากเปลือกผลไม้ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และเป็นพันธุ์หรือชนิดที่ปลูกในประเทศไทย ทั้งนี้ เปลือกผลไม้ที่ใช้จะเลือกจากลักษณะภายนอกเป็นหลัก โดยจะเลือกจากเปลือกที่มีลักษณะอวบหนา ส่วนเปลือกผลไม้ที่แห้ง เช่น ลำไยนั้น จะไม่นำมาทดลอง หลังจากได้เปลือกผลไม้ตามวัตถุประสงค์แล้ว จะนำมาทดสอบเพื่อคัดเลือกเอาเฉพาะชนิดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ก่อนข้างสูง โดยเปลือกผลไม้แต่ละชนิด จะถูกนำไปสกัดด้วยวิธีการต่างๆ ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป สำหรับ เปลือกผลไม้ที่นำมาใช้ทดสอบครั้งแรกจะมีทั้งหมด 14 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ชนิดของเปลือกผลไม้ที่นำมาใช้ทำสารสกัด

ชื่อพื้นเมือง (local name)	ชื่อสามัญ (Common name)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	วงศ์ (Family)
กระเทียม	santol	<i>Sandoricum indicum</i>	
กล้วย	banana	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae
เงาะ	rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	Sapidaeae
แตงโม	water melon	<i>Citrullus vulgaris</i>	Cucurbitaceae
ทุเรียน	durian	<i>Durio zebethinus</i>	Bombaceae
ทับทิม	promegranate granades granats carthaginian -apple punic apple	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
น้อยหน่า	sugar apple	<i>Anona squamosa</i>	Anonaceae
มะกรูด	kaffir lime	<i>Citrus hystrix</i>	Rutaceae
มะม่วงหิมพานต์	cashew nut	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae
มะละกอ	papaya melon tree	<i>Carica papaya</i>	Cariaceae
มังคุด	mangosteen	<i>Garcinia mangostana</i>	Guttiferae
ส้มเขียวหวาน	orange	<i>Citrus nobilis</i>	Rutaceae
ส้มโอม	pummelo shaddock	<i>Citrus maxima</i>	Rutaceae
สับปะรด	pine apple	<i>Ananus comosus</i> <i>A. sativus</i>	Bromeliaceae

3.2. เชื้อราสาเหตุ

เชื้อสาเหตุที่ใช้ในการทดลองคือ เชื้อที่แยกมาจากผลมะม่วงที่เป็นโรคแอนแทรกโนส ด้วยวิธี tissue transplanting method โดยแยกตัวอย่างสดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่แสดงอาการของโรคแอนแทรกโนสทำการแยกเชื้อโรค (inoculum) โดยตัดชิ้นส่วนจากบริเวณขอบแผลที่เป็นโรคที่คาบเกี่ยวกับเนื้อเยื่อปกติ ขนาด 0.5×0.5 ตารางเซนติเมตร นำมาแช่ใน clorox ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อฆ่าเชื้อภายนอก (surface disinfection) ล้างออกด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรองที่นิ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นย้ายลงมาวางบนจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร PDA วาง 2-3 จุดต่อจาน บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 วัน แยกเชื้ออีกครั้งหนึ่งตรงบริเวณปลายเส้นใย (mycelium) โดยผู้ใช้ cork borer ขนาด 6.0 มม. นำเชื้อที่แยกมาเลี้ยงบนอาหาร PDA ตรวจสอบลักษณะต่างๆ ของเชื้อและทดสอบการเกิดโรค โดยการพิสูจน์โรคตามวิธีของ Koch's postulation เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นเชื้อ *C. gloeosporioides* จากนั้นแยกเชื้อให้บริสุทธิ์บนอาหาร PDA นาน 7 วัน หรือจนกว่าเชื้อราจะเจริญสร้าง colony ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร นำเชื้อที่ได้ดังกล่าวมาศึกษาต่อไป

3.3. การเตรียมสารสกัดจากพืช (preparation of plant extracts)

ทำการศึกษาดทดลองเป็นลำดับขั้นดังต่อไปนี้

3.3.1. การทดสอบความสามารถของสารสกัดเบื้องต้น (pre-test) นำพืชทั้ง 14 ชนิด (ตารางที่ 1) มาสกัดด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งอธิบายในขั้นต่อไป แล้วนำมาทดสอบความสามารถเบื้องต้น (pre test) ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้นของสารแต่ละชนิด 5000 ppm. ด้วยวิธี food poisoning technique (ดังรายละเอียดที่จะกล่าวในลำดับต่อไป) ต่อจากนั้นจึงคัดเลือกพืชหรือสารละลายที่ทำให้ผลดีที่สุด จำนวน 3-4 ชนิด จากที่ทดลองทั้งหมด 14 ชนิด เพื่อใช้ศึกษาวิจัยในรายละเอียดต่อไป ทั้งนี้หลังจากการศึกษาเบื้องต้นดังกล่าว สามารถคัดเลือกพืชมาได้ 3 ชนิด เพื่อทดลองต่อไปคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เปลือกส้มเขียวหวานและเปลือกมังคุด ซึ่งมีกรรมวิธีการสกัด ดังนี้

3.3.2. การสกัดสาร (extraction)

นำพืชที่ผ่านการคัดเลือกเบื้องต้นทั้ง 3 ชนิดคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เปลือกส้มเขียวหวานและเปลือกมังคุด ไปทดลองสกัดอีกครั้งหนึ่งด้วยวิธีการต่างๆ 3 วิธีคือ

3.3.2.1. การสกัดสารจากพืชโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction method)

3.3.2.2. การสกัดที่ได้จากการต้มกลั่นด้วยน้ำ (hydro-distillation method)

3.3.2.3. การสกัดโดยวิธีกล (mechanical extraction method or expeller)

ทั้ง 3 วิธีจะได้อะไรสกัดที่มีองค์ประกอบแตกต่างกัน รายละเอียดของกรรมวิธีการสกัดมีดังนี้

3.3.2.1. การสกัดสารจากพืชโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction method)

การทดลองใช้สารสกัดเป็นตัวทำละลาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด โดยเรียงตาม polarity ของตัวทำละลาย (solvent) คือ n-hexane, dichloromethane และ methanol ขึ้นแรกมาเปลี่ยนผลไม้มั้ทำใช้สกัดมาล้างทำความสะอาดที่ผิว โดยผ่านน้ำที่สะอาด ผึ่งลมหรืออบให้หมาดๆ นามาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ หรือบดด้วย blender นามาแช่น้ำหนัก จากนั้นบรรจุลงใน flask ขนาด 2 ลิตร ยัดจนแน่น เพื่อไม่ให้ชิ้นพืชลอยขึ้นมาที่ผิว ใส่ตัวทำละลายที่สกัดสารจากพวก non-polarity คือ n-hexane ในอัตราส่วนพืชต่อตัวทำละลาย 1:1 หากสารทำละลายไม่ท่วมพืช บด ให้เพิ่มปริมาตรเป็น 1:2 โดยให้สารบรีมาผิวหน้าพืช ปิดด้วยกระดาษอลูมิเนียม เช้า และหมักทิ้งไว้นาน 48 ชั่วโมง (ภาพที่ 2) นามาเช้าอีกครั้งหนึ่งนาน 30 นาที (ภาพที่ 3) กรองสารโดยผ่านกระดาษกรอง (filter paper) จะได้สารละลายกับกากของพืช (ภาพที่ 4) นาสารละลายที่ได้ใบลดปริมาตรเพื่อแยกสารทำละลายออกโดยใช้ rotary evaporater (ภาพที่ 5) จะได้สารที่มีลักษณะข้นสีเข้ม นาสารดังกล่าวไปทดสอบกับเชื้อโรคต่อไป และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของสารที่สกัดได้ ส่วนกากของพืช นามาสกัดสารจากพวก intermediate-polarity คือ dichloromethane ในอัตราส่วนและวิธีการเดียวกับที่กล่าวมา และกากที่เหลือสุดท้ายนามาสกัดสารจากพวก polarity คือ methanol ดังนั้น สารที่สกัดได้ในแต่ละพืชจะมีสาร 3 ประเภท ดังที่กล่าวมา สารสกัดที่ได้นำมาทดสอบกับ *C. gloeosporioides* ในชั้นต่อไป

3.3.2.2. สารสกัดที่ได้จากการต้มกลั่นด้วยน้ำ (hydro distillation method)

พืชที่นำมาสกัดวิธีนี้เป็นพืชที่มี essential oil ซึ่งจะมียูไม่กัชนิด วิธีการคือ นามาล้างน้ำที่สะอาด ผึ่งให้แห้งนามาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆหรือใช้เครื่องบด blender ใส่

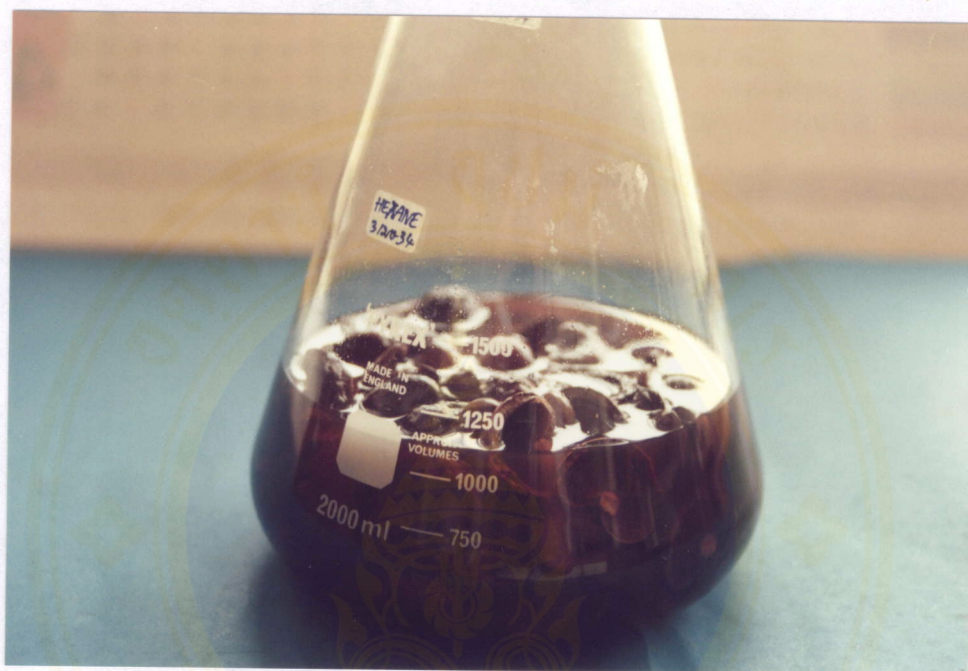
ลงใน flask สำหรับต้มกลั่นและใส่ น้ำกลั่นในอัตราส่วนพืชต่อน้ำกลั่น 1:2 หากการต้มกลั่น โดยวิธีการของ Ferris et al (1978) นาน 8-10 ชั่วโมง สารที่สกัดได้คือ น้ำมันหอมระเหย (essential oil), สารระเหยที่อัดตัวด้วยน้ำ (distillated volatine fraction or condensate), น้ำต้ม (boiled water) และเศษของพืชที่เหลือ (residue) นำสารที่ได้ไปทดสอบต่อไป (ภาพที่ 6)

3.4.2.3. การสกัดด้วยวิธีกล (mechanical extraction methode or expeller)

การสกัดวิธีนี้ จะใช้กับเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เท่านั้น เพราะมีความแข็งมาก จึงต้องใช้ hydraulic press แรงดันหรือแรงกด จะได้น้ำมันที่เรียกว่า น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (crude cashew nut shell liquid) มีลักษณะข้นเหลวสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ อัตราการเพิ่มของความดัน, ความดันสูงสุดของเครื่องมือ, เวลาที่จะปล่อยให้ น้ำมันไหลจากเครื่อง, อุณหภูมิและความหนืดของน้ำมันที่จะมีผลต่อการไหลของน้ำมัน (ภาพที่ 7)

3.4. การเตรียมเชื้อเพื่อใช้ทดสอบ

เตรียมเชื้อ *C. gloeosporioides* ที่จะใช้ทดสอบจากเชื้อราชนิดนี้ ที่เจริญอยู่ในหลอดอาหารเลี้ยง PDA โดยย้ายเชื้อจากหลอดอาหารลงเลี้ยงบนอาหาร PDA ในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร 25 มล. ต่อจาน เมื่อเชื้อราเจริญสร้างโคโรเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6-7 ซม. จึงใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ตัดเส้นใยที่บริเวณขอบโคโรเนียมพร้อมทั้งฐานอาหารออกเป็นชิ้นกลม แล้วจึงใช้เข็มเขี่ยชิ้นฐานไปวางลงตรงกลางจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร PDA ผสมสารสกัดพืชแต่ละชนิดอยู่ต่อไป



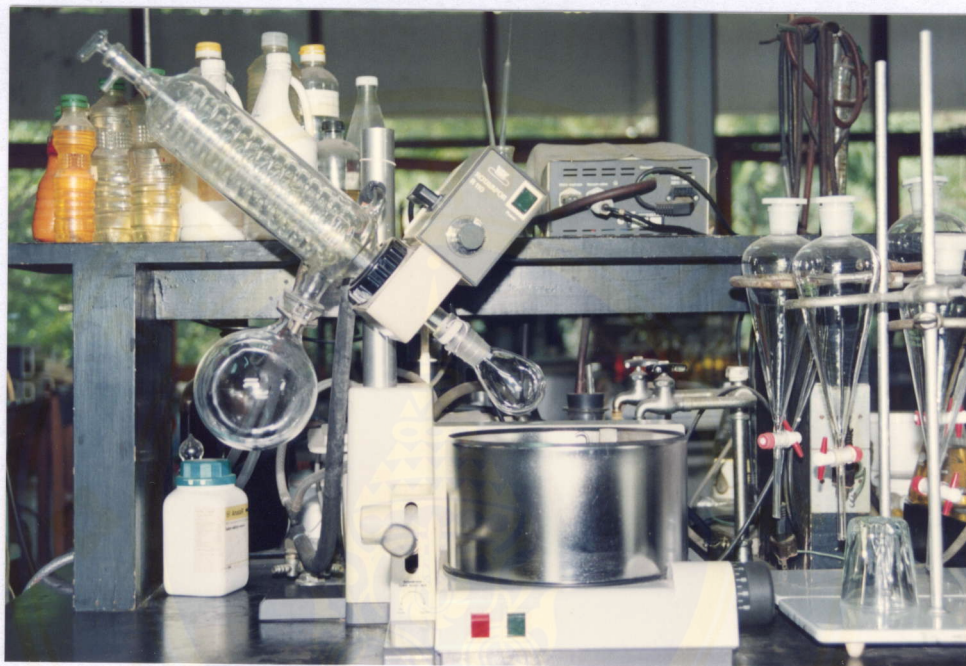
ภาพที่ 2 การหมักเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในตัวทำละลาย n -hexane
นาน 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 การเขย่าก่อนนำไปกรอง โดยใช้เครื่องเขย่านาน 30 นาที



ภาพที่ 4 กรองสารที่ได้หลังจากการหมักเปลือกมังคุด นาน 48 ชั่วโมง ในตัวทำละลาย
 n-hexane โดยใช้ filter paper จะได้สารละลายค่อนข้างใส



ภาพที่ 5 วิธีการลดปริมาณของสาร โดยใช้ rotary evaporator



ภาพที่ 6 การสกัด essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน โดยวิธีการต้มกลั่นด้วย
น้ำ hydro distillation



ภาพที่ 7 การสกัด crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ด้วยเครื่องมือบีบอัดหรือแรงดัน (hydraulic press) จะได้น้ำมันที่เรียกว่า CNSL

3.5. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้และสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

นำเชื้อ *C. gloeosporioides* มาทดสอบกับสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิดคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, เปลือกส้มเขียวหวานและเปลือกมังคุด จะได้สารสกัด 11 สาร โดยจะมี crude cashew nut shell liquid, essential oil ของส้มเขียวหวาน และสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วย n-hexane, dichloromethane และ methanol ทดสอบด้วยวิธี food poisoning technique โดยผสมสารสกัดแต่ละชนิดกับอาหาร PDA บนจานเลี้ยงเชื้อที่ความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 5 ระดับคือ 2500, 5000, 10000, 20000 และ 30000 ppm กับสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่ความเข้มข้น 500 ppm ซึ่งถือว่าเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสมะม่วง วิธีการผสมเริ่มด้วย การเตรียมสารสกัดที่ความเข้มข้น 2500 ppm. ต่อจากนั้นนำปิเปตดูดสารสกัดมา 0.25 มล. นำไปผสมกับอาหาร PDA ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และขณะยังหลอมเหลวอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส ที่บรรจุอยู่ใน flask ขนาด 250 มล. จำนวน 100 มล. เขย่าให้ผสมกันได้ดีด้วย vortex mixer แล้วค่อยๆรินลงจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วในปริมาณ 25 มล. ต่อจานเลี้ยงเชื้อ หากตัวอย่างละ 2° flask จะได้จำนวน 10 plate ต่อสารสกัดหนึ่งชนิดในหนึ่งความเข้มข้น แต่เนื่องจากสารสกัดจากเปลือกผลไม้ที่ถูกสกัดด้วย n-hexane, dichloromethane และสารที่เป็น essential oil มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ดังนั้นต้องใช้สารทำละลาย คือ acetone จำนวน 0.2 มล. ต่ออาหาร PDA 100 มล. ที่ผสมสารสกัดเข้าไปช่วยยให้ผสมเข้ากันได้ สำหรับ control ที่ใช้เปรียบเทียบกับสารสกัดที่ไม่ละลายน้ำจะเติม acetone ด้วยในอัตราเท่ากัน เมื่ออาหารที่ผสมสารสกัดแข็งตัวแล้ว ทำการย้ายเชื้อ *C. gloeosporioides* ที่เจริญ จะได้วันลักษณะเป็นจุดกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ที่เตรียมไว้ ย้ายมาวางบนจุดกึ่งกลางของจานเลี้ยงเชื้อ ปักไว้ที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 7 วันหลังจากเชื้อราบนจานเลี้ยงเชื้อที่เป็น control เจริญแผ่ขยายเต็มจานเลี้ยงเชื้อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ซม. ทำการตรวจและบันทึกผลการเจริญโดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ colony ของเชื้อ เพื่อนำไปเปลี่ยนเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญ โดยใช้สูตรดังนี้ (40)

$$\%INH = \frac{dc-de}{dc} * 100$$

%INH = เปอร์เซนต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใย

dc = เส้นผ่าศูนย์กลาง colony ของ control

de = เส้นผ่าศูนย์กลาง colony ของ treatment

แปลงค่าเบอร์เซ็นต์การยับยั้งของสารสกัดแต่ละชนิด เป็นค่า probit โดยใช้ตารางของ Fisher R.A. and F.Yates(1963) และเปลี่ยนค่าความเข้มข้นเป็นค่า logarithms หาค่า ED(effective dose)ของสารสกัดแต่ละชนิดที่ระดับเดียวกันคือ ED₅₀ สารที่มีค่าความเข้มข้นต่ำกว่า แสดงว่ามีความเป็นพิษต่อ *C. gloeosporioides* สูงกว่า (10) คำนวณหาค่า ED₅₀ ได้จากการใช้สมการ regression

$$\text{ตั้งสมการ } b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1$$

$$\begin{aligned} \text{หาค่า a ในสมการ } a &= \bar{y} - b\bar{x} & \underline{\hspace{2cm}} \quad 2 \\ \text{โดยที่ } \bar{y} &= \frac{\sum y}{n} & \bar{x} &= \frac{\sum x}{n} \end{aligned}$$

$$\text{นำค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการทดถอย } \hat{y} = a + bx \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 3$$

จะได้ค่า x ที่ต้องการ และทำให้อยู่ในรูปปกติ โดยใช้ antilogarithm จะทราบค่าความเข้มข้น มีหน่วยเป็น ppm. นำไปเขียนกราฟและวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการของ Tukey's HSD test

$$HSD = q_{\alpha, k, N-k} \sqrt{\frac{MSE}{n}} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1$$

$$MSE = \frac{SS_{\text{within}}}{(N-k)} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2$$

$$SS_{\text{within}} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x^2 - \sum_{j=1}^k \frac{(T_j)^2}{n_j} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 3$$

3.6. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ในการยับยั้งการงอกของสปอร์บน slide culture

ใช้อาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดแต่ละชนิด โดยปรับความเข้มข้น 5 ระดับคือ 2500, 5000, 10000, 20000 และ 30000 ppm เตรียมสไลด์แก้วให้สะอาดโดยแช่ไว้ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิว slide ใช้อาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดจน

ขณะที่ยังหลอมอยู่ประมาณ 45 องศาเซลเซียส ทำการเคลือบลงบน slide โดยใช้ slide เปลาอีกันหนึ่ง และส่วนผสมนั้นแล้วนำไปลาบนสไลด์ที่ต้องการให้บางและเรียบ โดยจะลากได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น ทำตัวอย่างละ 5 ซ้ำ ทิ้งไว้ให้แห้ง เตรียม spore suspension โดยนำเชื้อราที่เลี้ยงบนจานเลี้ยงเชื้อที่มีการสร้างสปอร์จะเห็นเป็นสีส้ม ซึ่งเป็นกลุ่มของ spore ที่มาอยู่รวมกันเรียกว่า spore mass เติมน้ำกลั่นที่นิ่งมาเชื้อแล้วให้ท่วม และใช้เข็มเขี่ยสปอร์ให้หลุดออกมา นำมา dilute อีกครั้งหนึ่ง และใช้ปิเปตดูด spore suspension มาหยดลงบน slide ที่เตรียมไว้ ปิดด้วย cover slip เก็บรักษาไว้ในกล่องขึ้น ตรวจสอบการงอกของสปอร์(spore germination)ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันคือ 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง วิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการของ Tukey's HSD test

3.7. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้และสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้

คัดเลือกสารสกัดจากเปลือกผลไม้ที่สามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* จากผลการทดลองจะให้สารสกัด 5 ชนิดคือ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน, เปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane, crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane และเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane จากนั้น นำมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จากแหล่งเดียวกัน คือ จังหวัดเพชรบูรณ์ มาทดสอบ ซึ่งไม่เกิดเชื้อออก คัดเลือกเฉพาะมะม่วงที่มีผิวสวยไม่มีแผล หรืออาการของโรคตาบะบน ผลมะม่วงที่เราจะอยู่ในระยะแก่จัดที่ยังมีสีเขียวอยู่ นำไปล้างน้ำที่สะอาด ผึ่งให้แห้ง ทำการฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ต่อจากนั้นนำเข็ม เขี่ยที่สนไหมมา เชื้อแล้วทาแผลที่ผลมะม่วงตรงบริเวณกลางผล จำนวน 2 แผลต่อมะม่วงหนึ่งผลแล้วจึงปลูกเชื้อ (inoculated) โดยให้ cork borer ที่สนไหมมาเชื้อแล้ว เจาะลงบนเชื้อราอายุ 5-7 วันที่เลี้ยงไว้ในอาหาร PDA ย้ายเชื้อมาปิดลงบนแผลที่ทำไว้ โดยคว่ำแผ่นวันด้านที่มีเส้นใยลงบนแผล นำใบส้ม(inoculated) ไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยควบคุมความชื้น เพื่อให้เชื้อสามารถแทงผ่าน(penetrated)เข้าไปในผลมะม่วงได้ดี ใช้ถุงพลาสติกคลุม พร้อมกับใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นเพื่อให้มีความชื้นเพียงพอ ทิ้งไว้นาน 48 ชั่วโมง นำถุงพลาสติกที่คลุมไว้ ออก แล้วนำผลมะม่วงมาหุบสารสกัดแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้นอย่างละ 4 ระดับคือ 2500, 10000, 30000 และ 50000 ppm หุบนาน 2 นาที โดยการผสมสารจับใบ

(ภาพที่ 8) เพื่อให้สารสกัดมีประสิทธิภาพดีขึ้นส่วนสารเคมีสังเคราะห์ benomyl จะผสมสารจับใบ โดยเตรียมที่ความเข้มข้น 500 ppm.ทั้งไว้นุหนุมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) ทำการทดลองอย่างละ 10 ซ้ำเท่ากัน โดยศึกษาเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีสังเคราะห์คือ benomyl ซึ่งให้ผลดีในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ดังนั้นจะใช้น้ผสมมะม่วงจำนวนทั้งหมด 220 ผล วัดขนาดของแผลบนผลมะม่วงทุกวันที่ 2,5 และ 9 โดยเปรียบเทียบกับ control ที่ปลูกเชื้อและชุบน้ำกลั่น (H_2O) แทน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Tukey's HSD test



ภาพที่ 8 การรูปผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในสารสกัดชนิดต่างๆ นาน 2 นาที

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1. ผลการทดสอบขั้นแรกเพื่อคัดเลือก(pre-test)สารสกัดจากเปลือกผลไม้ 14 ชนิดที่สามารถยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

จากการนำพืช 14 ชนิด มาสกัดด้วยวิธีต่างๆ ได้สารสกัดออกมาทั้งหมด 33 สาร นำไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้นเท่ากัน คือ 5000 ppm พบว่าสารสกัดที่มีเบอร์เซนต์ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของ *C. gloeosporioides* ได้ดีคือ สารสกัดจากเปลือกส้มเขียวหวาน ที่เป็นน้ำมันหอมระเหย(essential oil) มีเบอร์เซนต์ยับยั้ง 66.08 เบอร์เซนต์ (ภาพที่ 12) รองลงมาคือ สารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane และ crude ของ CNSL คือมีเบอร์เซนต์ยับยั้ง 62.36 และ 58.46 เบอร์เซนต์ ส่วนพืชชนิดอื่นๆ ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยคือ เปลือกมังคุดที่สกัดด้วย n-hexane มีเบอร์เซนต์ยับยั้ง 28.42 เบอร์เซนต์ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 10) นอกนั้นทำให้ผลในการยับยั้งการเจริญได้ต่ำมาก (ภาพที่ 11)

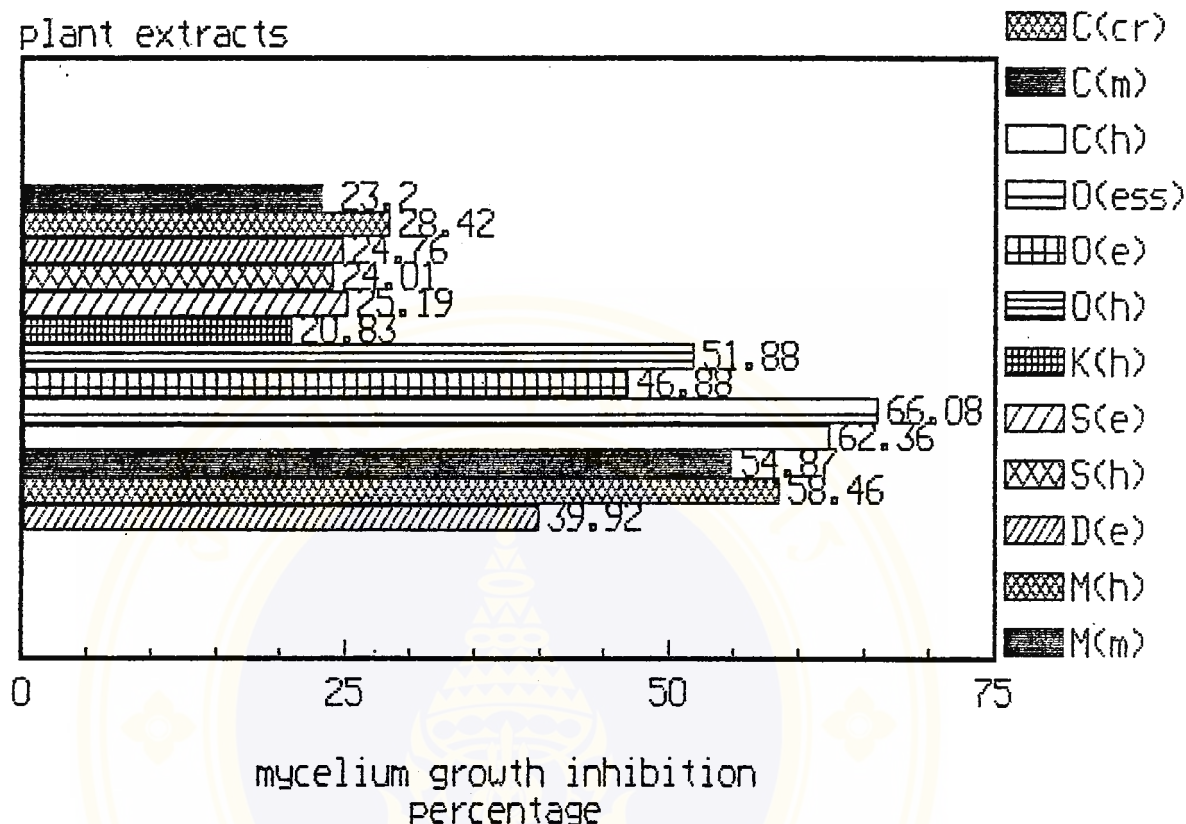
สารสกัดชนิดต่างๆ ที่มีผลยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* เรียงลำดับสารที่มีเบอร์เซนต์ยับยั้งการเจริญเกินกว่า 20 เบอร์เซนต์ขึ้นไป โดยแยกตามชนิดพืช (ภาพที่ 9) ส่วนพืชที่ถูกคัดเลือกในการทดสอบต่อไปคือ เปลือกส้มเขียวหวาน เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และเปลือกมังคุด

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของสารสกัด 33 สารที่ได้จากพืช 14 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm

ชนิดพืช	ชนิดสารสกัด	การยับยั้งการเจริญของเส้นใย (%)
1. สับปะรด	methanol	5.64
	น้ำต้ม	0.00
	condensate	2.33
2. มะละกอ	condensate	8.33
3. แตงโม	น้ำต้ม	0.00
	condensate	13.33
	methanol	2.31
4. กสัวย	methanol	1.79
5. มังคุด	methanol	23.20
	hexane	28.42
	น้ำต้ม	11.49
	condensate	11.33
	ethanol	17.67
6. ทุเรียน	hexane	0.00
	ethanol	24.76
7. น้อยหน่า	hexane	24.01
	methanol	25.19
8. กระเทียม	hexane	3.32
	methanol	3.33
9. ส้มโอ	hexane	5.66
	ethanol	17.58
10. เงาะ	ethanol	0.00
11. ทับทิม	hexane	19.08
	ethanol	1.01

ตารางที่ 2 (ต่อ) ประสิทธิภาพของสารสกัด 33 สารที่ได้จากพืช 14 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm

ชนิดพืช	สารที่สกัด	การยับยั้งการเจริญของเส้นใย (%)
12. มะกรูด	hexane	20.83
	methanol	0.00
13. ส้มเขียวหวาน	hexane	51.88
	ethanol	46.84
	essential oil	66.08
14. มะม่วงหิมพานต์	hexane	62.36
	methanol	54.87
	crude	58.46
	dichloromethane	39.92



ภาพที่ 9 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆที่ความเข้มข้น 5000 ppm ที่มีผลยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* เกินกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

M = เปลือกมังคุด

D = เปลือกทุเรียน

S = เปลือกน้อยหน่า

K = ผิวมะกรูด

O = เปลือกส้มเขียวหวาน

C = เปลือกมะม่วงหิมพานต์

(d) = สกัดด้วย dichloromethane

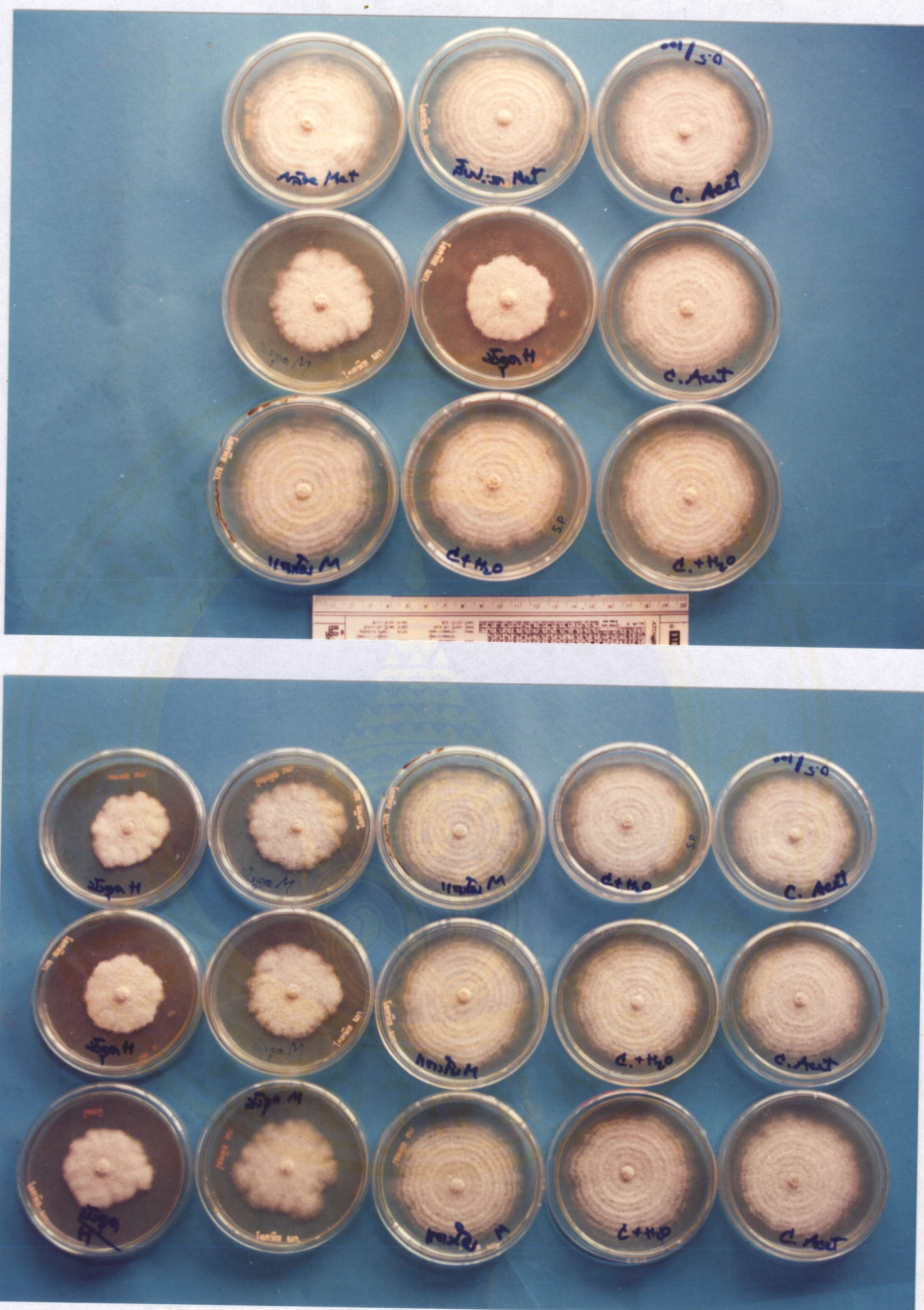
(m) = สกัดด้วย methanol

(h) = สกัดด้วย n-hexane

(e) = สกัดด้วย ethanol

(ess) = essential oil

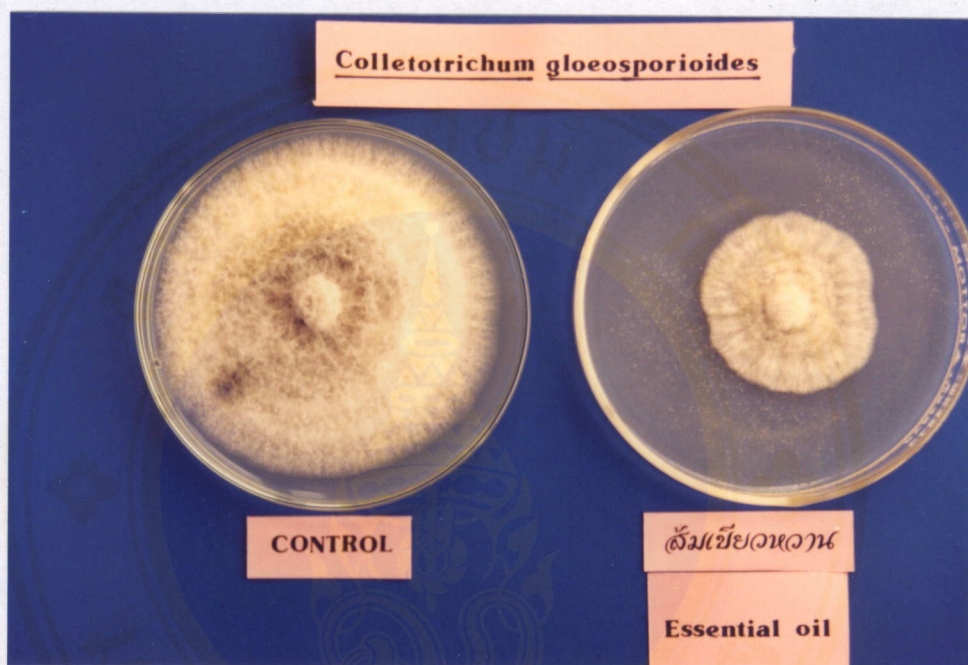
(cr) = crude



ภาพที่ 10 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วย n-hexane และ methanol, เปลือกแดงโสม, กล้วยและสับปะรดที่สกัดด้วย methanol ในการควบคุมการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm



ภาพที่ 11 ประสิทธิภาพของเปลือกเงาะและทับทิม ที่สกัดด้วย ethanol ในการควบคุมการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm



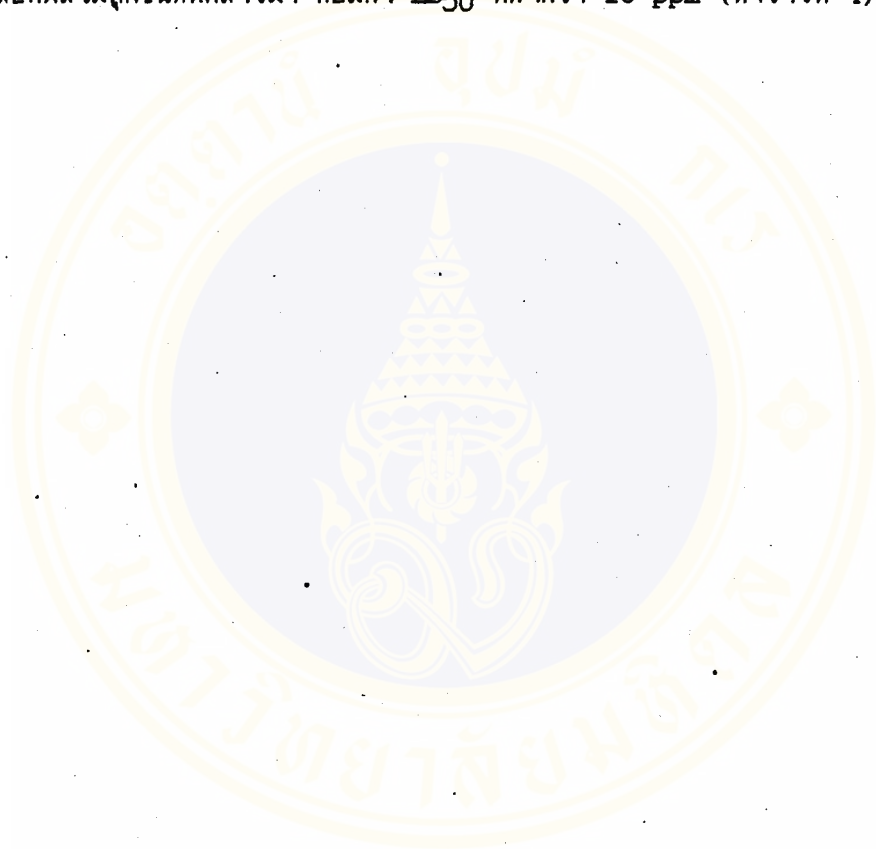
ภาพที่ 12 ประสิทธิภาพของ essential oil จากเปลือกส้มเขียวหวาน ในการควบคุมการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm

4.2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides*

การทดสอบสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิด ยับยั้งการเจริญทางเส้นใย (radial growth) ของ *C. gloeosporioides* ที่บ่มไว้นาน 7 วันบนอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัด พบว่า สารสกัดที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ มีผลในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ได้ทั้งสิ้น และมีอัตราการยับยั้งเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้นเมื่อเทียบเปอร์เซ็นต์ยับยั้งเฉลี่ยของสารสกัดแต่ละชนิด แสดงถึงความสามารถของสารสกัดแต่ละชนิดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวาน (essential oil) มีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยโดยเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 81.82 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane (ภาพที่ 22) เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane (ภาพที่ 16) และ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (ภาพที่ 19) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยเฉลี่ยได้ 79.57, 67.08 และ 64.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดีคือ 30000 ppm. (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้น 30000 ppm เท่ากันของสารสกัดแต่ละชนิด พบว่า essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราดังกล่าวได้ดีที่สุด (ภาพที่ 21) รองลงมาคือ เปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane, n-hexane, เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane และเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane มีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ 95.84, 89.28, 85.87, 73.06 และ 70.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในทางสถิติพบว่า สารสกัดแต่ละชนิด ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ essential oil จากเปลือกส้มเขียวหวานกับเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane ซึ่งให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราดังกล่าวได้ไม่แตกต่างกัน รองลงมาคือ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์กับเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane ก็ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่ให้ผลแตกต่างกับ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวานและเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane แต่เปลือกมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane มีค่า ED₅₀ อยู่ที่ระดับความเข้มข้น 254.34 ppm แสดงว่ามีความเป็นพิษต่อ *C. gloeosporioides* สูงที่สุด (ภาพที่ 13) รองลงมาคือ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, เปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane และ

essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ซึ่งมีค่า ED_{50} เท่ากับ 348.12, 391.13 และ 583.24 ppm ตามลำดับ ส่วนสารสกัดที่มีพิษต่ำที่สุด คือ เปลือกมังคุดที่สกัดด้วย methanol (ภาพที่ 15) ซึ่งถือว่า เป็นสารที่มีความปลอดภัยสูงที่สุดในบรรดาสารสกัดทั้งหลาย เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีสังเคราะห์ benomyl (ภาพที่ 24) จะเห็นว่า benomyl มีความเป็นพิษต่อ *C. gloeosporioides* สูงกว่าการใช้สารสกัดจากเปลือกผลไม้ทุกชนิดที่กล่าวมา ซึ่งมีค่า ED_{50} ที่ต่ำกว่า 10 ppm (ตารางที่ 4)



ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของสารสกัด 11 ชนิดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* เข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้น (ppm)	ยับยั้งการเจริญของ <i>C. gloeosporioides</i> ด้วยสารสกัดชนิดต่าง ๆ (%)										
	CNSL (cr)	CNSL (h)	CNSL (d)	CNSL (m)	ส้ม (ess)	ส้ม (h)	ส้ม (d)	ส้ม (m)	มังคุด (h)	มังคุด (d)	มังคุด (m)
2500	56.80	60.76	30.88	51.92	68.69	33.79	66.53	36.28	23.48	24.79	27.54
5000	60.46	61.93	36.92	54.87	74.51	55.54	71.89	43.90	25.90	46.53	28.99
10000	66.17	66.91	39.29	62.17	83.37	64.81	83.26	48.06	31.54	65.37	30.44
20000	67.78	72.76	58.21	62.69	86.70	76.45	86.92	52.49	36.37	68.27	30.44
30000	69.69	73.06	61.89	64.46	95.84	85.87	89.28	54.15	50.46	70.79	34.79
รวม(x)	320.9	335.4	227.1	295.1	409.1	316.4	397.8	234.8	167.7	275.7	152.2
ค่าเฉลี่ย(X)	64.18	67.08	45.43	59.02	81.82	63.29	79.57	46.97	33.55	55.15	30.44
*	ac	c	b	af	d	a	d	b	e	f	e

* แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธีการของ Tukey's HSD test

ตัวอักษรที่ตามหลังเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ถ้าอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และถ้าอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ

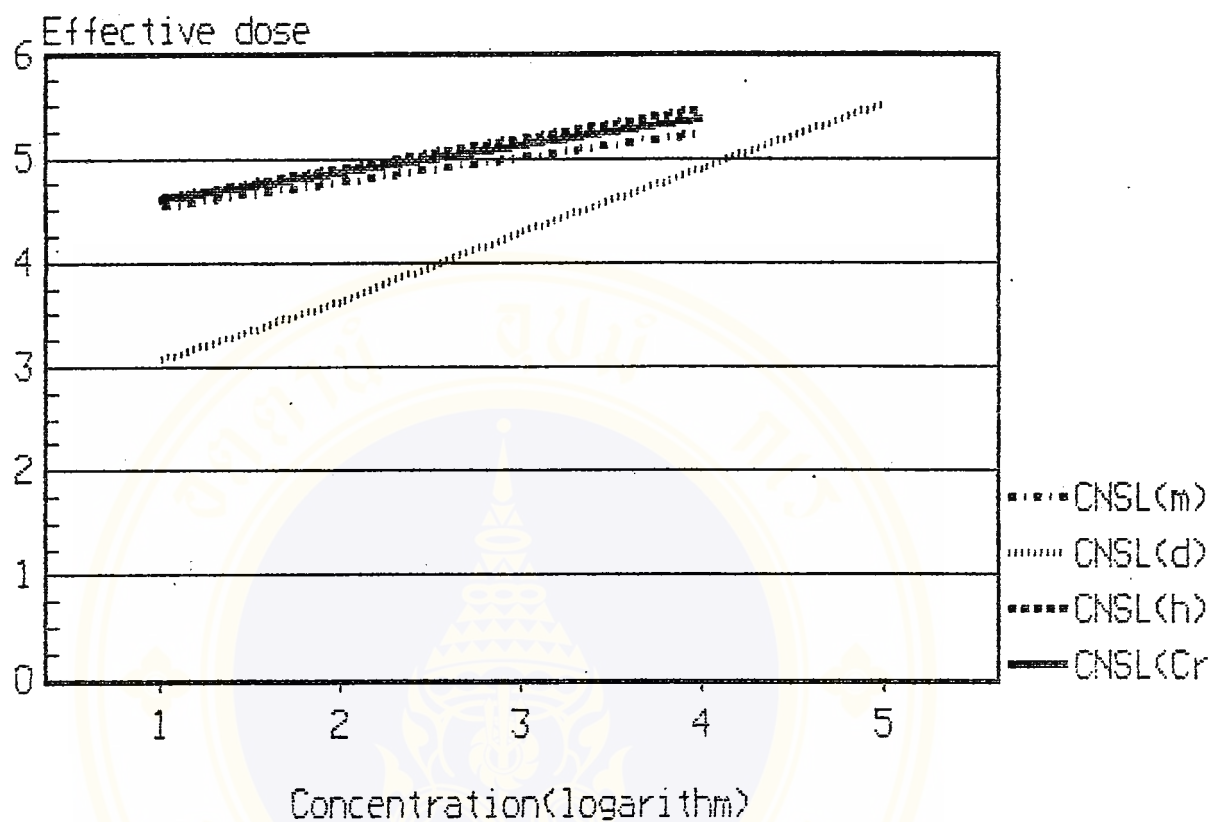
ตารางที่ 4 ค่า ED₅₀ ของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิดที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ

สารสกัด	ค่า ED ₅₀ (ppm)
CNSL (crude)	348.1200
CNSL (hexane)	254.3457
CNSL (methanol)	970.5138
CNSL (dichloromethane)	14850.0000
ส้มเขียวหวาน (essential oil)	583.2413
ส้มเขียวหวาน (hexane)	4020.6808
ส้มเขียวหวาน (dichloromethane)	391.1345
ส้มเขียวหวาน (methanol)	16087.3700
มังคุด (hexane)	73842.8700
มังคุด (dichloromethane)	6733.8673
มังคุด (methanol)	92.2 10 ⁶
benomyl	<10.0000 (*)

(*) ยวณ, 2533

CNSL = เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

ED = effective dose



ภาพที่ 13 แสดงค่า ED_{50} ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ

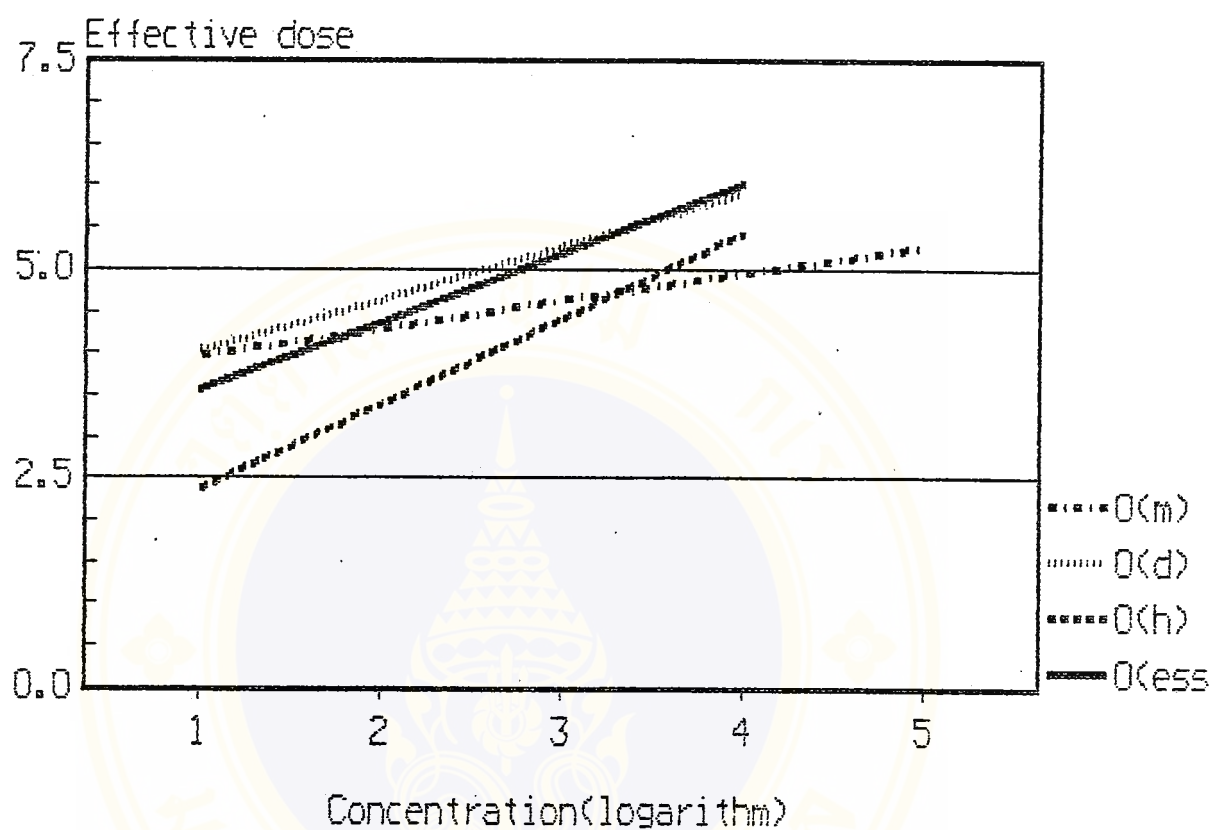
CNSL = เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

(m) = สกัดด้วย methanol

(h) = สกัดด้วย n-hexane

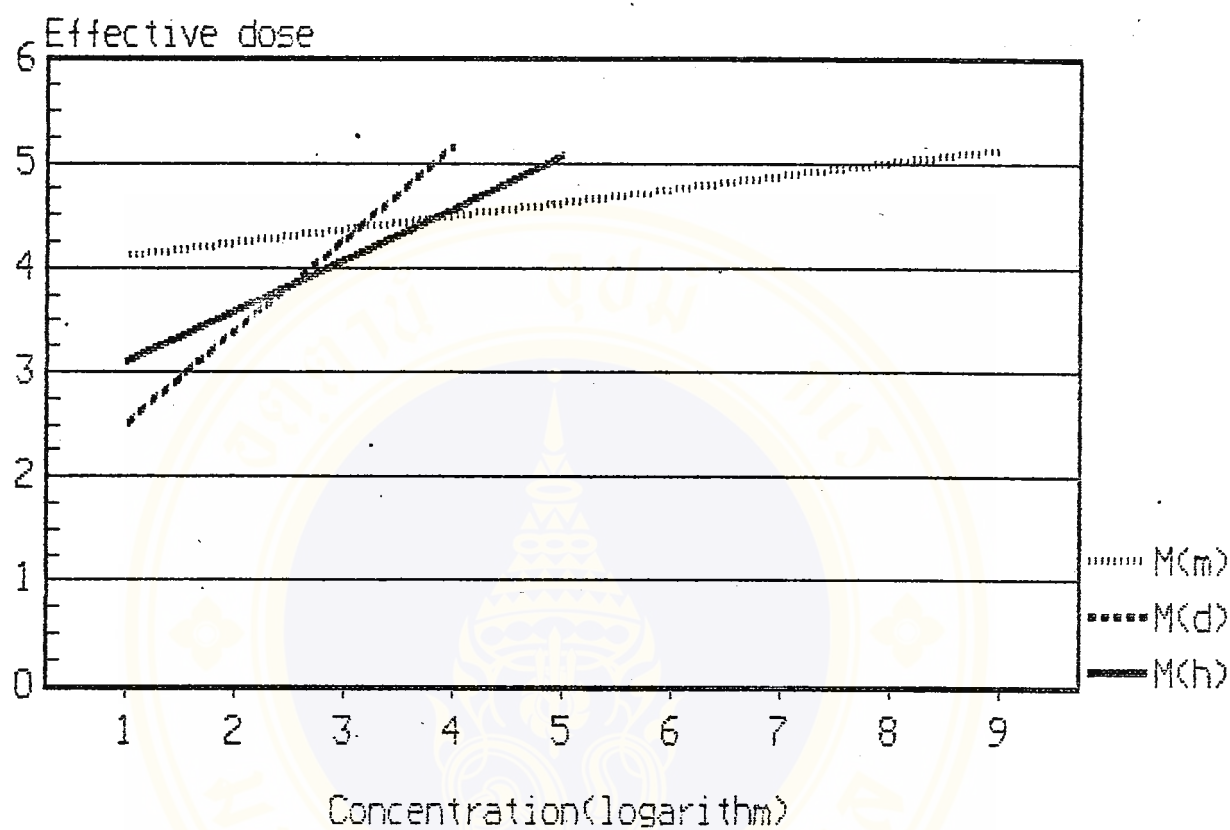
(d) = สกัดด้วย dichloromethane

(cr) = crude



ภาพที่ 14 แสดงค่า ED_{50} ของเปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ

- O = เปลือกส้มเขียวหวาน
- (m) = สกัดด้วย methanol
- (d) = สกัดด้วย dichloromethane
- (h) = สกัดด้วย n-hexane
- (ess) = essential oil



ภาพที่ 15 แสดงค่า ED 50 ของเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ

M = เปลือกมังคุด

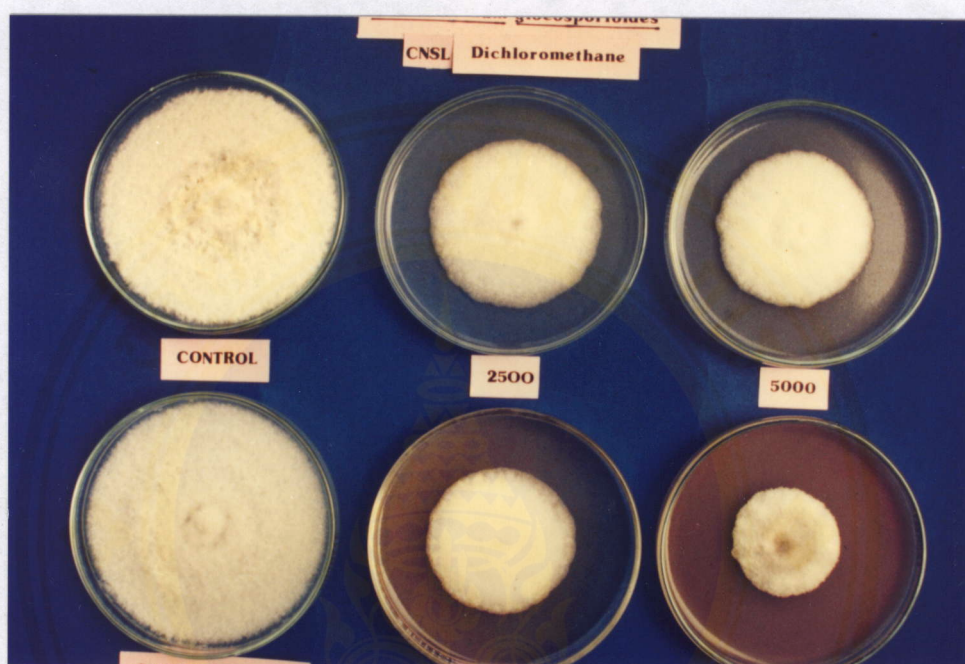
(m) = สกัดด้วย methanol

(d) = สกัดด้วย dichloromethane

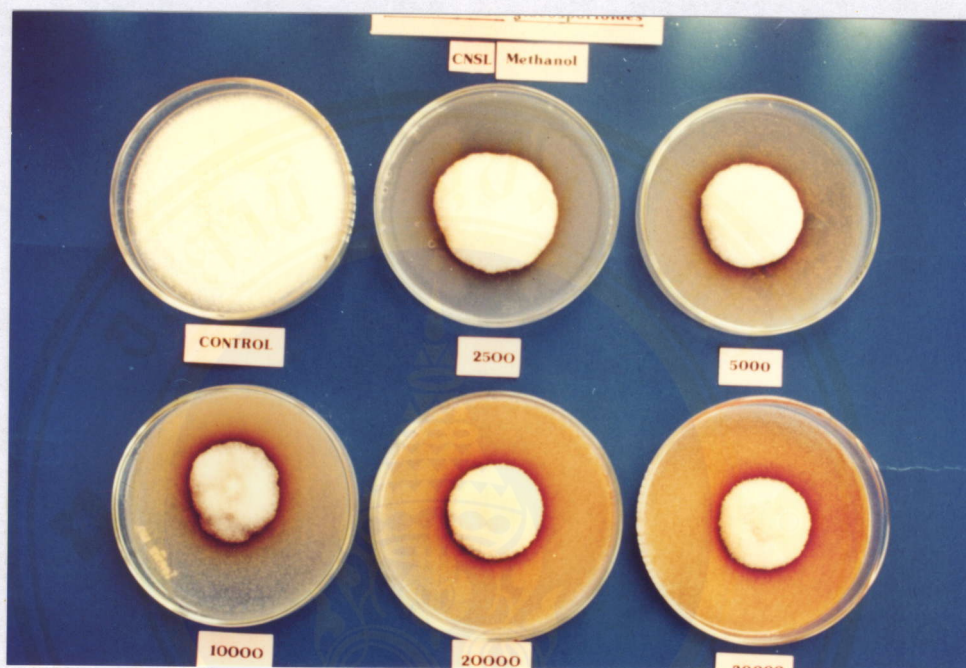
(h) = สกัดด้วย n-hexane



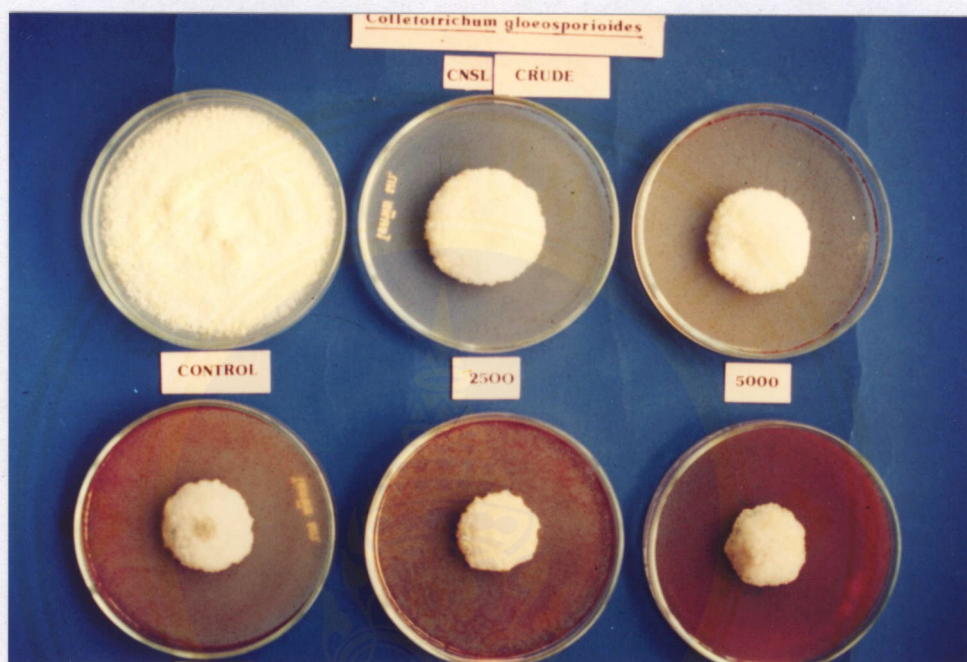
ภาพที่ 16 ประสิทธิภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ



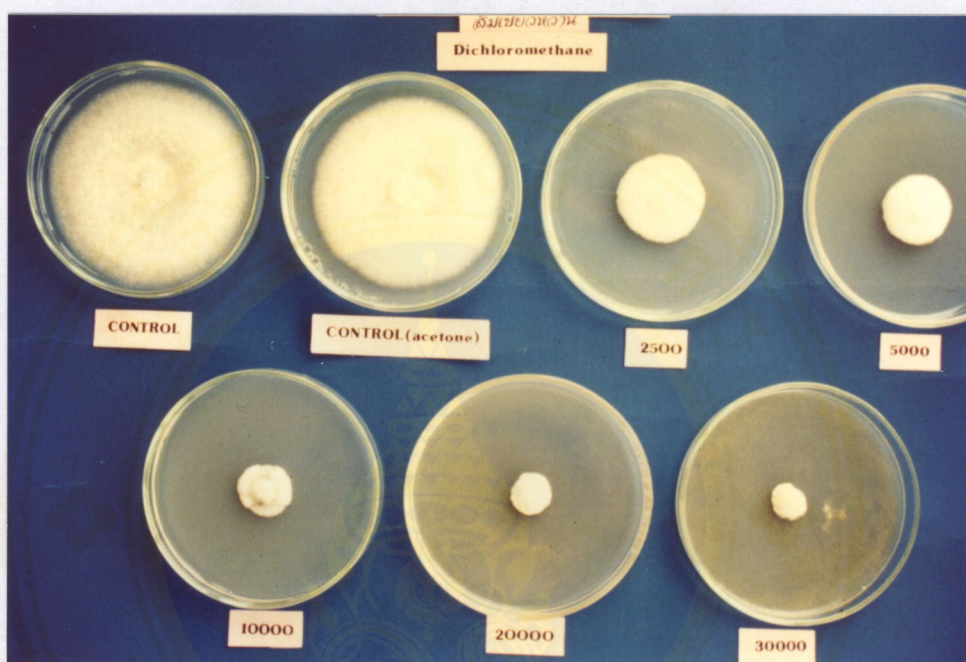
ภาพที่ 17 ประสิทธิภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย dichloromethane ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ



ภาพที่ 18 ประสิทธิภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย methanol ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ



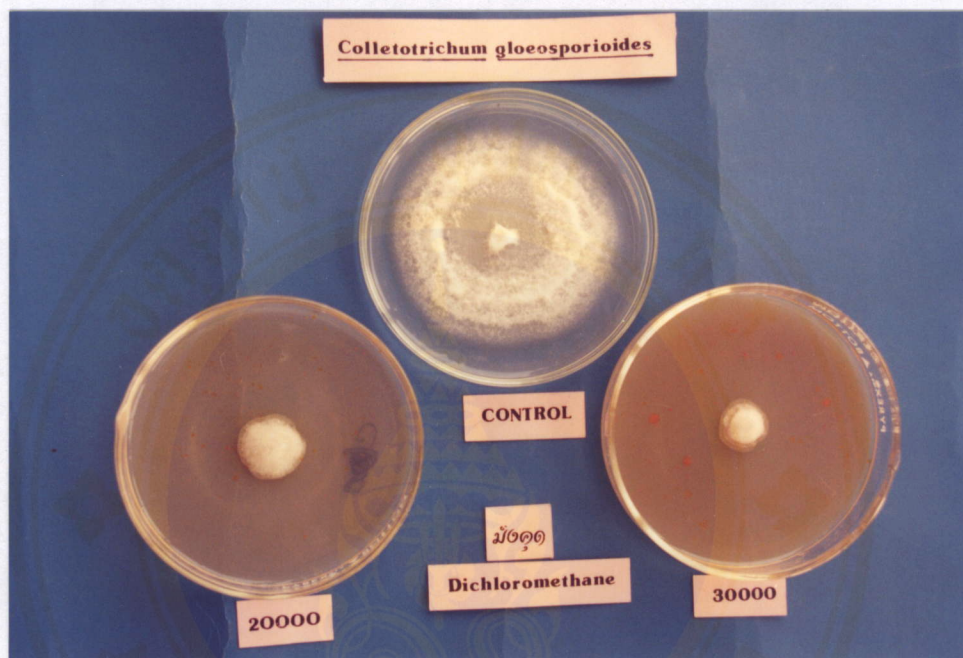
ภาพที่ 19 ประสิทธิภาพ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ



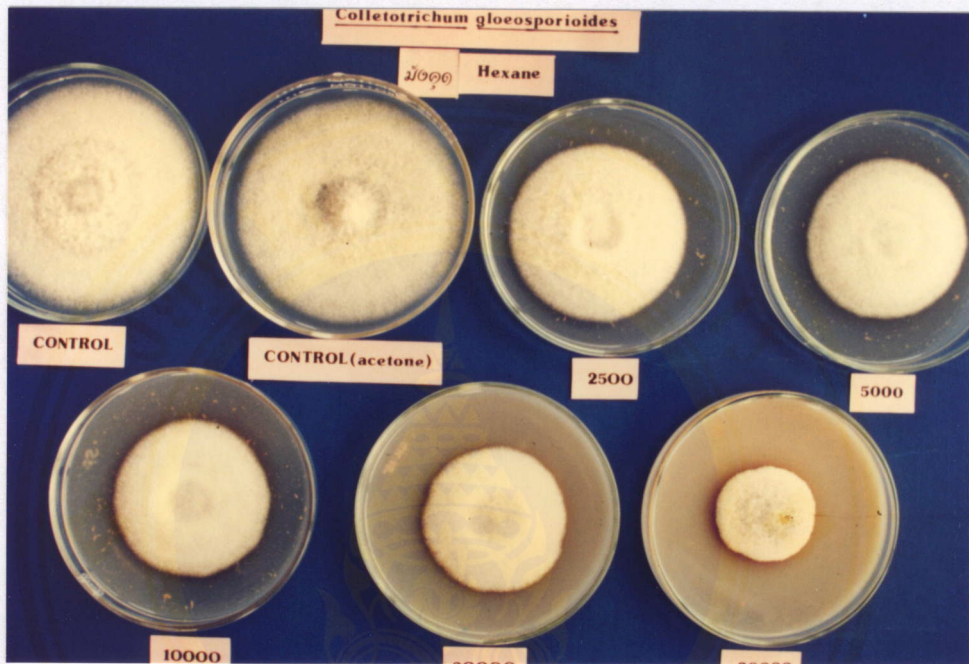
ภาพที่ 20 ประสิทธิภาพของเบลิอกลิ้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วย dichloromethane ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ



ภาพที่ 21 ประสิทธิภาพของ essential oil จากเปลือกส้มเขียวหวาน ในการยับยั้ง
การเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 20000 และ 30000
ppm



ภาพที่ 22 ประสิทธิภาพของเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วย dichloromethane ในการยับยั้ง
การเจริญของ *C. gloeosporioides* ที่ระดับความเข้มข้น 20000 และ
30000 ppm



ภาพที่ 23 ประสิทธิภาพของเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วย n-hexane ในการยับยั้งการเจริญ
ของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ



ภาพที่ 24 ประสิทธิภาพของสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการยับยั้งการเจริญ
C. gloeosporioides ที่ความเข้มข้น 500 ppm

4.3. ผลของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ในการควบคุมการงอกของ spore

ผลการทดลอง การงอกของสปอร์ (spore germination) ของ *C. gloeosporoides* บนอาหารที่ผสมสารสกัด 11 ชนิดที่ระดับความเข้มข้น 5 ระดับ โดยนับจำนวนสปอร์ที่งอก เปรียบเทียบกับ control ที่ไม่ได้ ผสมสารสกัด ในช่วงเวลา 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง นำไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของ spore พบว่า สารสกัดจากเปลือกผลไม้ที่ได้จาก เปลือกส้มเขียวหวาน เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และเปลือกมังคุด มีผลในการยับยั้งการงอกของ spore ได้ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป ความสามารถในการยับยั้งการงอกของสปอร์จะลดลง ทั้งนี้พบว่า สารที่มีความสามารถในการยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ดีที่สุดในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยอยู่ในระดับความเข้มข้น 10000 ppm ได้แก่ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน รองลงมาคือ สารสกัดที่ใช้ความเข้มข้น 20000 ppm ได้แก่ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane และส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane และสารสกัดที่ใช้ความเข้มข้น 30000 ppm ได้แก่ crude ของเปลือกมะม่วงหิมพานต์ และส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย n-hexane โดยสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถของสารสกัดแต่ละชนิด ที่มีผลในการยับยั้งการงอกของสปอร์ จากค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งเฉลี่ย พบว่า essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวานให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ ส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane, n-hexane, เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane และ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ มีค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งเท่ากับ 97.60, 94.80, 92.80, 92.40, 84.20 ตามลำดับ และสารสกัดจากเปลือกผลไม้ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื่อว่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย dichloromethane กับ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวานทำให้ผลในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื่อว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5-6)

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของสารสกัดที่ได้จากพืช 3 ชนิด ที่สามารถยับยั้งการงอกสبور
ของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ

สารสกัดที่ ความเข้มข้นต่าง ๆ (ppm)	การยับยั้งการงอกสبورในระยะเวลาต่าง ๆ (%)			
	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.
CNSL (cr) 2500	84.00	82.05	25.53	60.00
"————" 5000	92.00	89.74	85.10	80.00
"————" 10000	96.00	94.87	93.61	91.00
"————" 20000	100.00	94.87	93.61	90.00
"————" 30000	100.00	100.00	100.00	100.00
CNSL (h) 2500	92.00	82.05	23.40	70.00
"————" 5000	100.00	97.43	95.74	94.00
"————" 10000	100.00	100.00	100.00	98.00
"————" 20000	100.00	100.00	100.00	100.00
"————" 30000	100.00	100.00	100.00	100.00
CNSL (d) 2500	80.00	79.48	29.78	56.00
"————" 5000	84.00	82.05	74.46	60.00
"————" 10000	92.00	89.74	82.97	64.00
"————" 20000	96.00	94.87	89.36	76.00
"————" 30000	100.00	94.87	91.48	86.00
CNSL (m) 2500	84.00	79.48	23.40	66.00
"————" 5000	92.00	87.17	80.85	72.00
"————" 10000	92.00	92.30	99.92	76.00
"————" 20000	96.00	94.87	85.10	82.00
"————" 30000	100.00	97.43	91.48	88.00
ส้ม (ess) 2500	96.00	97.43	93.61	92.00
"————" 5000	100.00	100.00	97.87	96.00
"————" 10000	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 5 (ต่อ) ประสิทธิภาพของสารสกัดที่ได้จากพืช 3 ชนิดที่สามารถยับยั้งการงอก
สปอร์ของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ

สารสกัดที่ ความเข้มข้นต่างๆ (ppm)		การยับยั้งการงอกของสปอร์ในระยะเวลาต่างๆ (%)			
		12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.
ส้ม (ess)	20000	100.00	100.00	100.00	100.00
"_____"	30000	100.00	100.00	100.00	100.00
ส้ม (h)	2500	96.00	94.87	89.36	82.00
"_____"	5000	100.00	92.30	93.61	90.00
"_____"	10000	100.00	100.00	97.87	94.00
"_____"	20000	100.00	100.00	100.00	98.00
"_____"	30000	100.00	100.00	100.00	100.00
ส้ม (d)	2500	96.00	92.30	91.48	86.00
"_____"	5000	100.00	97.43	93.61	90.00
"_____"	10000	100.00	100.00	100.00	98.00
"_____"	20000	100.00	100.00	100.00	100.00
"_____"	30000	100.00	100.00	100.00	100.00
ส้ม (m)	2500	80.00	69.23	63.82	60.50
"_____"	5000	84.00	82.05	76.59	70.00
"_____"	10000	92.00	89.74	85.10	78.00
"_____"	20000	96.00	92.30	89.36	82.00
"_____"	30000	100.00	100.00	95.74	90.00
มังคุด (h)	2500	92.00	70.52	52.12	39.40
"_____"	5000	100.00	92.30	65.95	60.00
"_____"	10000	100.00	100.00	95.74	78.00
"_____"	20000	100.00	100.00	97.87	80.00
"_____"	30000	100.00	100.00	100.00	84.00

ตารางที่ 5 (ต่อ) ประสิทธิภาพของสารสกัดที่ได้จากพืช 3 ชนิดที่สามารถยับยั้งการงอก
สปอร์ของ *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ

สารสกัดที่		การยับยั้งการงอกสปอร์ในระยะเวลาต่างๆ			
ความเข้มข้นต่างๆ		(%)			
(ppm)		12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.
มังคุด (d)	2500	92.00	87.17	76.59	70.00
"_____"	5000	96.00	92.30	82.97	76.00
"_____"	10000	100.00	94.87	89.36	82.00
"_____"	20000	100.00	97.43	95.74	90.00
"_____"	30000	100.00	100.00	97.87	94.00
มังคุด (m)	2500	88.00	71.79	57.44	46.00
"_____"	5000	96.00	84.61	63.82	50.00
"_____"	10000	100.00	94.87	82.97	75.00
"_____"	20000	100.00	94.87	89.36	80.00
"_____"	30000	100.00	100.00	97.87	90.00

ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	CNSL (cr)	CNSL (h)	CNSL (d)	CNSL (m)	ส้ม (ess)	ส้ม (h)	ส้ม (d)	ส้ม (m)	มังคุด (h)	มังคุด (d)	มังคุด (m)
2500	60.00	70.00	56.00	66.00	92.00	82.00	86.00	60.00	39.40	70.00	46.00
5000	80.00	94.00	60.00	72.00	96.00	90.00	90.00	70.00	60.00	76.00	50.00
10000	91.00	98.00	64.00	76.00	100.0	94.00	98.00	78.00	78.00	82.00	75.00
20000	90.00	100.0	76.00	82.00	100.0	98.00	100.0	82.00	80.00	90.00	80.00
30000	100.0	100.0	86.00	88.00	100.0	100.0	100.0	90.00	84.00	94.00	90.00
รวม(-x)	421.0	462.0	342.0	384.0	488.0	464.0	474.0	380.0	341.4	412.0	341.0
เฉลี่ย(X)	84.20	92.40	68.40	76.80	97.60	92.80	94.80	76.00	68.28	82.40	68.20
*	ab	ab	a	ab	bc	ab	bcd	ab	ad	ab	ad

* แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธีการของ Tukey's HSD test

ตัวอักษรที่ตามหลังเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* ถ้าอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และถ้าอักษรต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดชนิดต่างๆ ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้

การศึกษาการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยการจุ่มผลมะม่วงลงในสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ โดยคัดเลือกสารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุม *C. gloeosporioides* ในด้านการเจริญของเส้นใย และการงอกของสปอร์ได้ 5 ชนิด วัดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกซินบนผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ พบว่า สารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ให้ผลดีในการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ แต่สารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด ก็มีผลในการยืดอายุการเน่าเสียของผลมะม่วงได้ เช่น crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่ความเข้มข้น 30000 ppm ให้ผลดีที่สุดในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อ ซึ่งได้ผลดีกว่าความเข้มข้นที่ 50000 ppm ของสารชนิดเดียวกัน คือมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 63.95 และ 72.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 25) หลังจากชุบสารสกัดดังกล่าวนาน 9 วัน ส่วนสารสกัดที่ได้ผลดีรองลงมาคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane, crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane ที่ระดับความเข้มข้น 50000 ppm เท่ากัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 72.23, 72.72 และ 73.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินในระยะ 2 วันแรก พบว่า essential oil จากเปลือกส้มเขียวหวาน สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีที่สุด ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัด 50000 ppm เท่ากันรองลงมาคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane และเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane คือมีโรคเกิดขึ้น 37.55, 40.99 และ 42.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากการชุบสารสกัดชนิดต่างๆ พบว่า สารสกัดที่ได้จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทุกชนิดและทุกความเข้มข้นมีผลต่อเซลล์ผิวมะม่วง เนื่องจากสารสกัดดังกล่าวจะเกาะติดอยู่กับผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ ซึ่งมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ทำให้ผิวมะม่วงไม่น่ารับประทาน ทั้งยังมีลักษณะเหนียวติดมือเมื่อสัมผัส และยังทำให้เซลล์ผิวมะม่วงมีลักษณะคล้ายอาการเป็นจุดไหม้บริเวณที่มีสารสกัดเคลือบอยู่ (ภาพที่ 28) ส่วนสารสกัดชนิดอื่นๆ ที่มีผลกับเซลล์ผิวมะม่วง คือ essential oil จากเปลือกส้มเขียวหวาน ทำให้เกิดจุดแผลกระจายอยู่ทั่วไป เป็นสะเก็ดสีน้ำตาลเล็กๆ จะแสดงให้เห็นอาการดังกล่าว เมื่อใช้ essential oil ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 10000 ppm ขึ้นไป ในการชุบมะม่วงน้ำดอกไม้

ส่วนที่ความเข้มข้น 2500 ppm ไม่แสดงอาการผิดปกติ (ภาพที่ 29)

ดังนั้น จากการทดลองรูปผลมะม่วงน้ำดอกไม้มีด้วยสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ กัน พบว่า สารสกัดที่สามารถควบคุมโรคแอนแทรกซินได้ดี และไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์มะม่วง ซึ่งมะม่วงยังอยู่ในสภาพปกติไม่เกิดความเสียหายคือ เปลือกมังคุดและเปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane ในระดับความเข้มข้น 50000 ppm คือมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 73.20 และ 76.10 ตามลำดับ (ภาพที่ 26) ส่วนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่ความเข้มข้น 500 ppm มีผลในการควบคุมโรคแอนแทรกซินได้ดีกว่าการใช้สารสกัดทั้งที่กล่าวมาคือ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคถึง 86.17 เปอร์เซ็นต์ หลังจากรูปผลมะม่วงน้ำดอกไม้มานาน 9 วัน (ตารางที่ 7, ภาพที่ 27)

จากการบ่มผลมะม่วงที่อุณหภูมิห้องนาน 9 วัน พบว่า crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ความเข้มข้น 30000 ppm ให้ผลในการควบคุมการเกิดโรคแอนแทรกซินได้ดีที่สุด และให้ผลแตกต่างจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่ความเข้มข้น 500 ppm และ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวานที่ความเข้มข้น 10000 และ 30000 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกซินได้ไม่แตกต่างจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์ benomyl อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถของสารสกัดแต่ละชนิดจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค พบว่า เปลือกมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane ให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกซินได้ดีและให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ crude ของเปลือกมะม่วงหิมพานต์ และเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane นอกนั้นให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกซินได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

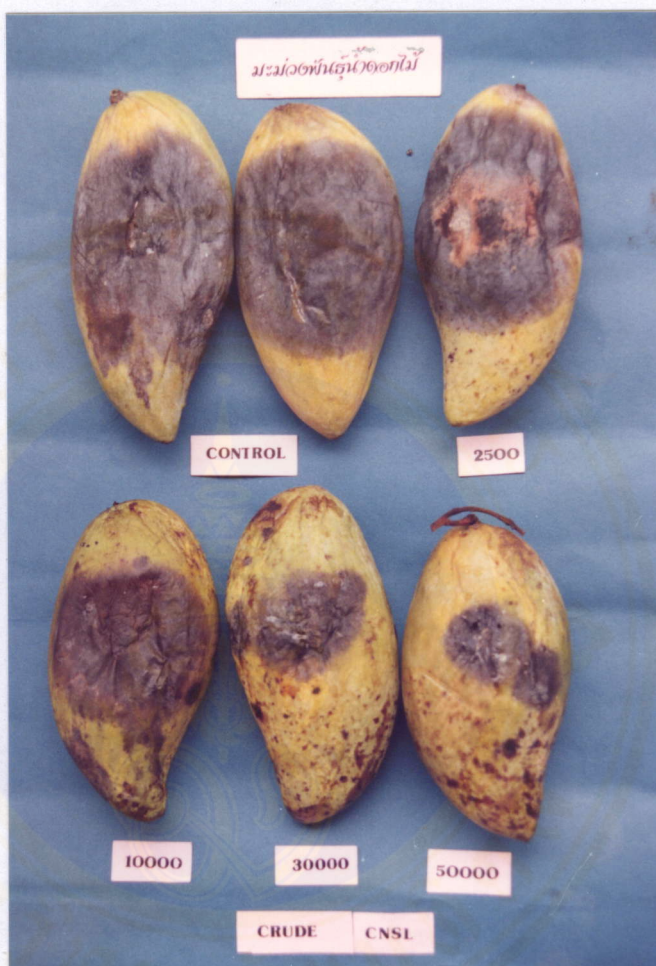
ตารางที่ 7 ความรุนแรงของโรคแอนแทรกซินสที่เกิดขึ้นบนผลมะม่วง หลังจากผ่านการ
 รุบสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 4 ระดับ

สารสกัด		ความรุนแรงของโรคแอนแทรกซินสบนผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ (%)		
ความเข้มข้น (ppm)		ระยะบ่มเชื้อ (วัน)		
		2	5	9
ส้ม(ess)	2500	66.89	86.21	90.08
" "	10000	59.34	85.00	85.00
" "	30000	50.71	68.79	81.25
" "	50000	37.55	60.66	77.00
ส้ม (d)	2500	47.47	81.92	86.83
" "	10000	51.80	83.24	89.94
" "	30000	45.32	64.42	86.12
" "	50000	42.54	69.23	76.10
CNSL(h)	2500	56.11	87.46	85.02
" "	10000	60.42	87.48	73.68
" "	30000	54.39	67.62	73.68
" "	50000	40.99	58.85	72.23
CNSL(cr)	2500	90.65	77.31	91.25
" "	10000	70.72	94.23	89.88
" "	30000	51.80	66.26	63.95
" "	50000	63.66	77.00	72.72
มังคุด(d)	2500	62.58	82.29	89.35
" "	10000	70.13	88.68	90.81
" "	30000	71.22	82.62	79.08
" "	50000	59.34	69.00	73.20
benomyl	500	78.77	84.65	86.17

ตารางที่ 8 การเกิดโรคแอนแทรกซ์ในสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ หลังจากหีบสารสกัดชนิดต่าง ๆ นาน 9 วัน

ความเข้มข้น (ppm)	การเกิดโรคแอนแทรกซ์ในสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ (%)					
	ส้ม(ess)	ส้ม(d)	มังคุด(d)	CNSL(cr)	CNSL(h)	benomyl
500	-	-	-	-	-	86.17 a
2500	90.08 ab	86.83 ab	90.81 ab	91.25 ab	73.68 ab	
10000	94.57 a	89.94 ab	89.35 ab	89.88 ab	85.02 ab	
30000	92.79 a	86.13 ab	79.08 ab	63.95 b	73.68 ab	
50000	91.10 ab	76.10 ab	73.20 ab	72.72 ab	72.23 ab	
-x	368.54	339.00	332.44	317.80	304.61	86.17
x	92.13 a	84.75 ac	83.11 bc	79.45 ab	76.15 b	86.17 ac

* อักษรที่ตามหลังเบอร์ขึ้นต้นการเกิดโรคแอนแทรกซ์ ถ้าอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ถ้าอักษรต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการของ Tukey's HSD test



ภาพที่ 25 . ประสิทธิภาพ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ หลังจากบ่มนาน 9 วัน



ภาพที่ 26 ประสิทธิภาพของเปลือกมังคุด ที่สกัดด้วย dichloromethane ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ หลังจากบ่มนาน 9 วัน



ภาพที่ 27 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้น 50000 ppm กับสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ความเข้มข้น 500 ppm ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ หลังจากผ่านไป 9 วัน



ภาพที่ 28 ผลข้างเคียงจากการรับประทานมะม่วง ด้วยสารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane ความเข้มข้น 2500 และ 10000 ppm ที่เป็นสีน้ำตาลเคลือบอยู่ทั่วผิวมะม่วง และมีลักษณะเหนียวติดมือเมื่อสัมผัส



ภาพที่ 29. ผลข้างเคียงจากการชุบผลมะม่วงด้วย essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ที่ความเข้มข้น 10000 ppm ซึ่งเกิดเป็นสะเก็ดแผลเล็ก ๆ สีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วผิวมะม่วง

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการคัดเลือกสารสกัดพืชที่นำมาใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินสม่มวงน้ำคอกาเม้ ได้ทำการคัดเลือกเบื้องต้นด้วยการศึกษาเบอร์เซ็นต์ที่ *C. gloeosporioides* ถูกยับยั้งการเจริญของเส้นใย บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารสกัดพืชแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้นของสารเท่ากันคือ 5000 ppm ทั้งนี้ สารที่นำมาคัดเลือกจะแตกต่างกันในเรื่องวิธีการสกัดกล่าวคือ พืชบางชนิดถูกนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน หรือตัวทำละลาย 1 ชนิดไม่ได้ใช้สกัดกับพืชทุกชนิด อันเนื่องมาจาก ปริมาณของตัวทำละลายมีจำกัด และมีความแพงจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคแตกต่างกัน เช่นพืชบางชนิดมีการสกัดด้วย ethanol เพื่อเปรียบเทียบกับ methanol ผลปรากฏว่า สารที่สกัดด้วย methanol ให้ผลในการควบคุมการเจริญของเส้นใยได้ดีกว่าการใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายเป็นต้น จากการทดลองพบว่า เปลือกผลไม้ที่สกัดด้วย n-hexane หรือ dichloromethane ให้ผลในการควบคุมเชื้อราได้ดีกว่าการใช้ตัวทำละลายที่เป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งตรงข้ามกับพรรณิกา (2521) ที่กล่าวว่า สารสกัดจากพืชสมุนไพรในแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ได้ดีกว่า สารสกัดใน chloroform และ petroleum ether ดังนั้นหลังจากทำการทดสอบคัดเลือกเบื้องต้นด้วยสารสกัดที่มีลักษณะดังกล่าวแล้ว จะให้สารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิดที่ให้ผลยับยั้ง *C. gloeosporioides* ที่สูงสุดคือสารสกัดจากเปลือกส้มเขียวหวาน, เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และเปลือกมังคุด และเมื่อนำสารสกัดจากพืช 3 ชนิดมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยที่ความเข้มข้น 5 ระดับ พบว่า ที่ความเข้มข้น 30000 ppm essential oil จากเปลือกส้มเขียวหวาน ให้ผลยับยั้งการเจริญของราบนจานเลี้ยงเชื้อได้ดีที่สุด ซึ่งอาจเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มเขียวหวาน มีส่วนประกอบของ terpene alcohol 50 เบอร์เซ็นต์ (41) ซึ่งสารนี้มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ที่อาจมีฤทธิ์ในการระงับการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายชนิด รองลงมาคือ เปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane, เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane ซึ่งเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จะมีสารที่เป็นกรดอยู่มากคือ กรด anacardic, กรด ortho-hydroxybenzoic เป็นต้น และยังมีสารพวก phenol ซึ่งสารดังกล่าวมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ นอกจากนี้ยังมีสาร cardol,

carnadol และ methylcardol (16) ส่วนสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย n-hexane และ dichloromethane จะได้สารสกัดที่มีสีเหลือง ซึ่งเป็นสารพวก resin ส่วนสารที่ได้จากการสกัดด้วย methanol จะได้สารสีม่วงแดง ซึ่งมีส่วนประกอบของ anthocyanin ซึ่งสารที่เป็น resin จะให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. gloeosporioides* ได้ดีกว่าสารพวก anthocyanin ส่วนสารที่มีรสขมคือ OC และ B mangosteen (41) ส่วนสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ใช้ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ซึ่งจากการทดลองของอังสุมา(2530) พบว่า benomyl 500 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ความเป็นพิษของสารสกัดชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อ *C. gloeosporioides* จากค่า ED₅₀ พบว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane มีความเป็นพิษต่อ *C. gloeosporioides* สูงที่สุด คือ มีค่า ED₅₀ เท่ากับ 254.34 ppm รองลงมาคือ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, เปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วย dichloromethane และ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ส่วนเปลือกมังคุดที่สกัดด้วย methanol จะมีพิษต่อ *C. gloeosporioides* ต่ำสุด อย่างไรก็ตาม สารเคมีสังเคราะห์ benomyl ก็ถือว่า มีอันตรายหรือมีพิษต่อ *C. gloeosporioides* สูงกว่าสารสกัดจากพืชดังกล่าวทุกชนิด คือมีค่า ED₅₀ ต่ำกว่า 10 ppm จากค่า ED₅₀ แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกันในการควบคุมการเจริญของเชื้อราเท่ากันคือ ยับยั้งได้ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดขึ้น 1-2 เท่า อัตราการยับยั้งก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณเหมือนกับการเพิ่มความเข้มข้น สารสกัดจากเปลือกผลไม้ทุกชนิด จะมีอัตราการยับยั้งที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเหมือนกันตรงที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดีขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Morris(1979) คือ สารสกัดหลายชนิดเมื่อเพิ่มความเข้มข้นสูงขึ้น ก็สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้เพิ่มขึ้น เช่น เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ 60.76 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 30000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญได้ 73.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเพิ่มความเข้มข้นขึ้นหลายเท่า อัตราการยับยั้งการเจริญเพิ่มขึ้นเพียง 12.3 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของสารสกัด มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่ระดับหนึ่ง และมีผลในการยับยั้งการเจริญได้ดีในระดับความเข้มข้นที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน จะเห็นว่า มีค่า ED₅₀ สูงกว่า คือ 583.24 ppm แต่เมื่อเทียบที่ระดับความเข้มข้น 30000 ppm พบว่า ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ

วิเคราะห์ได้ว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย n-hexane คือสามารถยับยั้งการเจริญได้ถึง 95.84 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า องค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และเปลือกส้มเขียวหวาน มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้แตกต่างกัน สารที่มีอยู่ในเปลือกส้มเขียวหวาน ส่วนใหญ่เป็นพวก terpene alcohol ซึ่งเมื่อเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้น ทำให้ผลต่อเชื้อโรคได้ดีกว่า และมีช่วงความสามารถในการยับยั้งที่ต่างกันมากกว่า สารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ จึงทำให้มีค่า ED₅₀ สูงกว่าด้วย และสารที่มีอยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ส่วนใหญ่เป็นพวกกรดต่าง ๆ โดยเฉพาะ anacardic acid ที่ผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา รองมาจากสารจำพวก alcohol และสารที่สกัดด้วย solvent ต่าง ๆ ก็จะได้สารที่แตกต่างกัน 3 กลุ่มตามชนิดของ solvent คือ สารกลุ่มมีขั้ว (polarity), กึ่งมีขั้ว (intermediate polarity) และ ไม่มีขั้ว (non polarity) ซึ่งสารทั้ง 3 กลุ่ม ให้ผลในการยับยั้งเชื้อโรคแตกต่างกัน จากการทดลองพบว่ากลุ่มสารที่ให้ผลดีในการยับยั้งคือ non polarity และ intermediate polarity ส่วนกลุ่ม polarity จะมีผลในการยับยั้งการเจริญได้ต่ำที่สุด

ในการควบคุมการงอกของสปอร์ ระหว่างบ่มเชื้อจะต้องควบคุมความชื้นอย่างสม่ำเสมอ เพราะถ้าความชื้นไม่เพียงพอ จะทำให้สปอร์เหี่ยวตาย และเหี่ยวได้ง่ายจากการทดลอง พบว่า essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ให้ผลดีที่สุดในการยับยั้งการงอกของสปอร์ ที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm โดยบ่มนาน 48 ชั่วโมง สปอร์ก็ยังไม่งอก germ tube แต่ประการใด รองลงมาคือ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จะเห็นว่า essential oil มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ได้ดีที่สุด ในบรรดาสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่าง ๆ ซึ่งน่าจะมีความเหมาะสมในการควบคุมโรคแอนแทรกสนบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ดี แต่ในทางปฏิบัติพบว่า crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกสนได้ดีที่สุด ที่ระดับความเข้มข้น 30000 ppm หลังจากหุบผลมะม่วงนาน 9 วัน ซึ่งให้ผลดีกว่าที่ระดับความเข้มข้น 50000 ppm ซึ่งหลังจากการหุบผลมะม่วงในสารสกัดดังกล่าว ผิวมะม่วงจะมีลักษณะเหี่ยว และมียีน้ำตาล เคลือบผลมะม่วงอยู่ จะพบตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm ขึ้นไป สารดังกล่าวมีพิษต่อเซลล์ผิวมะม่วง ทำให้เกิดอาการไหม้ตา เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นจนเกินระดับหนึ่ง ก็จะมีผลทำให้เกิดสารเคลือบผิวมะม่วงมากขึ้น สารนี้มีผลทำให้เกิดแผลกับผลมะม่วง ทำให้เชื้อโรคสามารถเข้าทำลายได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ผลมะม่วงที่ใช้ความเข้มข้น 50000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงกว่าที่ระดับความเข้มข้น 30000 ppm แสดงว่า crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ มีสารที่

คงที่ไม่ละลายตัวได้ง่าย จึงมีผลในการควบคุมโรคแอนแทรกซินได้ดี ส่วนสารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดอื่น ๆ ให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกซินเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น สารที่ให้ผลดีรองลงมาคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่สกัดด้วย *n*-hexane ซึ่งสารนี้มีผลต่อผิวมะม่วงเช่นเดียวกับกับ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ สำหรับเปลือกมังคุดและเปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วย dichloromethane สามารถควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วงได้ดี รองลงมาและไม่มีผลข้างเคียงกับผลมะม่วง ผลมะม่วงยังคงอยู่ในสภาพปกติ จึงถือได้ว่า เปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane ให้ผลดีที่สุดในการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วง รองลงมาคือ เปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วย dichloromethane ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผิวมะม่วงเช่นกัน ส่วน essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ให้ผลดีในการควบคุมโรคเพียง 2-3 วันแรก ซึ่งสาร essential oil สลายตัวได้รวดเร็วที่อุณหภูมิปกติ จึงสามารถควบคุมโรคได้ในช่วงเวลาอันสั้น แต่การใช้ที่ความเข้มข้น 10000 ppm ขึ้นไปจะทำให้ผลมะม่วงเกิดความเสียหาย คือ เป็นสะเก็ดแผลสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วผิวมะม่วง อย่างไรก็ตาม ยังให้ผลในการควบคุมโรคได้ดีกว่าสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่ความเข้มข้น 500 ppm ซึ่งเป็นการใช้ความเข้มข้นที่จัดว่าเหมาะสมและมีการใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรกซินในปัจจุบันโดยยังสุมา(2530) พบว่า การแช่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่ 500 ppm มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides* ได้ดี Sohi และคณะ(1973) ทำการทดลอง ใช้สารเคมี benomyl ความเข้มข้น 500 ppm ให้ผลดีในการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วงโดยแช่แล้วเอาขึ้นทันที กับแช่นาน 10 นาที ให้ผลในการควบคุมโรคไม่แตกต่างกัน ดังนั้นความเข้มข้นของสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่นำมาทดลอง จึงใช้ที่ความเข้มข้น 500 ppm แต่หลังจากการชุบผลมะม่วงและเก็บไว้นาน 9 วัน เบอร์เซ็นต์การเกิดโรคกลับสูงกว่าการใช้สารสกัดจากเปลือกผลไม้ที่ความเข้มข้น 50000 ppm ซึ่งอาจเนื่องมาจากสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่ความเข้มข้น 500 ppm มี active ingredient 500 ppm แต่การใช้สารสกัดนั้นไม่ทราบ active ingredient และสารสกัดใช้ความเข้มข้นสูงกว่าสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ถึง 100 เท่า ซึ่งอาจมีสารที่เป็น active ingredient สูงกว่า 500 ppm จึงมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ดีกว่า ผลมะม่วงจึงแสดงอาการของโรคน้อยกว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์ benomyl ส่วนการใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ในระดับที่สูงนั้น เนื่องมาจาก สารที่มีอยู่ในสารสกัด เป็นสารที่สามารถสลายตัวได้ง่าย ที่อุณหภูมิปกติ และไม่จับติดกับผลมะม่วงนอกจากนี้ สารออกฤทธิ์ที่มีผลต่อเชื้อโรคอย่างแท้จริงก็มีเจือปนอยู่กับ crude ถิ่นในปริมาณที่

น้อย จึงต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่าสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ซึ่งเป็นสารที่คงที่และมีเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์สูง เป็นต้น หลังการหุ้บผลมะม่วงในสารเคมีสังเคราะห์ benomyl นาน 9 วัน พบว่า เบอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในระดับที่สูง อันเนื่องมาจากการแช่ผลมะม่วงในสารดังกล่าว ที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคจะต่ำลงมา (58) นอกจากนี้การเก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ 30–35 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวมีการเร่งปฏิกิริยา ทำให้มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงขึ้น และผลิตก๊าซเอทิลีนมากขึ้น มีส่วนทำให้เชื้อพัฒนาและเจริญอย่างรวดเร็ว ถ้าผลไม้นั้นมีบาดแผล (63) ดังนั้นการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง โดยการใช้น้ำสารเคมีสังเคราะห์ benomyl ในการทดลองครั้งนี้ จึงมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง

ดังนั้นการทดลองนี้ เป็นเพียงให้ทราบข้อมูลเบื้องต้น เกี่ยวกับอินทรีย์สารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคที่มีอยู่ในวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ที่มีปริมาณสูงมากในแต่ละปี และมีต้นทุนที่ต่ำ รวมทั้งยังสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสารเคมีที่ใช้ควบคุมเชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในอนาคตต่อไป

6.1. สรุปผลการทดลอง

สารสกัดจากเปลือกผลไม้ที่ได้จากพืชชนิดต่างๆ ถูกนำมาคัดเลือกประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกซินมะม่วง โดยทำการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย *C. gloeosporioides* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผสมสารสกัดชนิดต่างๆโดยวิธี food poison technique ในระดับความเข้มข้น 5000 ppm พบว่า สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุดคือ essential oil จากเปลือกส้มเขียวหวาน รองลงมาคือ สารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane และ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้ง 66.08, 62.36 และ 58.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีสารชนิดอื่นอีก คือ เปลือกมังคุดที่สกัดด้วย n-hexane มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 28.42 เปอร์เซ็นต์ จึงได้คัดเลือกสารจากพืชทั้ง 3 ชนิด มาใช้ในการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใย และการออกของสปอร์ ตลอดจนหาค่า ED₅₀ และการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 3 ชนิด รวม 11 สารในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย *C. gloeosporioides* ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 2500, 5000, 10000, 20000 และ 30000 ppm พบว่า ทุกสารสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงขึ้นตามความเข้มข้น และที่ระดับความเข้มข้น 30000 ppm essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวานให้ผลการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อโรคเป้าหมายได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane และเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane คือมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเท่ากับ 95.84, 89.28 และ 73.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีสังเคราะห์ พบว่า การใช้สารเคมีสังเคราะห์ benomyl ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพของสารสกัดที่แสดงถึงความเป็นพิษต่อ *C. gloeosporioides* โดยเทียบจากค่า ED₅₀ ที่ได้จากการคำนวณพบว่า สารสกัดที่มีพิษต่อเชื้อโรคสูงที่สุดคือเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane รองลงมาคือ crude ของเปลือกเมล็ด

มะม่วงหิมพานต์, ส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane และ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน คือมีค่า ED₅₀ อยู่ที่ระดับความเข้มข้น 254.34, 348.12, 391.13 และ 583.24 ppm ตามลำดับ จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดชนิดต่างๆ ในการควบคุมการงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* โดยวิธี slide culture ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ พบว่า สารสกัดจากเปลือกผลไม้ทุกชนิด ให้ผลการยับยั้งการงอกของสปอร์ลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ส่วนสารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ดีที่สุดตามระยะเวลา 48 ชั่วโมง คือ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm รองลงมาคือ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane ที่ระดับความเข้มข้น 20000 ppm โดยสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์แล้ว ทำการคัดเลือกสารสกัดที่จะนำมาใช้ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จะได้สารสกัดจากเปลือกผลไม้ 5 สาร ซึ่งเป็นตัวแทนของพืช 3 ชนิด โดยได้ทำการปลูกเชื้อบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้แล้วบ่มไว้ 48 ชม. ภายใต้การควบคุมความชื้น จากนั้นจึงนำผลมะม่วงมาชุบสารสกัดแต่ละชนิดแยกกันนาน 2 นาที ที่ความเข้มข้น 4 ระดับคือ 2500, 10000, 30000 และ 50000 ppm ส่วนสารเคมีสังเคราะห์ benomyl จะใช้ที่ความเข้มข้น 500 ppm แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ผลปรากฏว่า หลังจากบ่มนาน 9 วัน เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มมากขึ้น สารสกัดที่มีผลในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ดีที่สุดคือ crude จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่ระดับความเข้มข้น 30000 ppm คือมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 63.95 เปอร์เซ็นต์ซึ่งต่ำกว่าทุก treatment รองลงมาคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane เข้มข้น 50000 ppm, crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เข้มข้น 50000 ppm, เปลือกมังคุดที่สกัดด้วย dichloromethane เข้มข้น 50000 ppm และ เปลือกส้มเขียวหวานที่สกัดด้วย dichloromethane เข้มข้น 50000 ppm คือมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 72.23, 72.72, 73.20 และ 76.10 ppm ตามลำดับ ซึ่งให้ผลดีเมื่อเทียบกับการใช้สารเคมีสังเคราะห์ benomyl เพราะผลมะม่วงที่ชุบด้วย benomyl มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงถึง 86.17 แต่การใช้สารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ชุบผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีผลทำให้ผิวมะม่วงเกิดจุดต่างตาและเหนียวติดมือ ทั้งยังทำให้เซลล์ผิวมะม่วงเกิดการไหม้เสียหาย และทำให้เกิดแผลซึ่งเชื้อโรคสามารถเจริญอย่างรวดเร็วเมื่อเพิ่มความเข้มข้นสูงขึ้น ทำให้ตลาดและผู้บริโภคไม่ยอมรับ ส่วน essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวานก็มีผลต่อเซลล์ผิวมะม่วงตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm ขึ้นไป คือทำให้

เกิดจุดแผลสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วผิวผลมะม่วง ดังนั้นสารสกัดที่ให้ผลดีในการควบคุมโรคแอนแทรกสนบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้และน้ำพองทำให้ผิวผลมะม่วงเกิดความเสียหายคือ เปลือกมึงคุดและเปลือกส้มเขียวหวาน ที่สกัดด้วย dichloromethane ที่ระดับความเข้มข้น 50000 ppm ซึ่งทั้งสองสารนี้ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2. ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่กล่าวมาจะเห็นว่า สารสกัดจากเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ สามารถให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกสน แต่สารสกัดบางชนิดก็มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ประโยชน์ ถึงแม้จะมีความสามารถยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรกสนได้ดีก็ตาม เช่น สารสกัดที่ได้จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งให้ผลในการควบคุมโรคได้ดี แต่ก็มีผลข้างเคียงกับผลมะม่วง คือ เป็นอันตรายต่อผิวมะม่วง ทำให้เกิดจุดต่างๆ และเป็นน้ำมันที่มีลักษณะเหนียว ทำให้เกิดการหนืดเหนอะหนะไม่เหมาะกับการสัมผัสด้วยมือ อีกทั้งยังทำให้ผลมะม่วงไม่สวยและไม่น่ารับประทาน ถ้าหากนำไปใช้ประโยชน์ ก็จะทำให้มะม่วงเสียราคาและเกิดความเสียหายได้ จากการทดลอง เปลือกมึงคุดที่สกัดด้วย dichloromethane เป็นสารสกัดที่ให้ผลดี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ crude ของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ดังนั้น เปลือกมึงคุด จึงเป็นพืชที่สมควรหาการศึกษาขึ้นต่อไป เนื่องจากเปลือกมึงคุด ไม่เป็นอันตรายต่อผิวมะม่วง และสามารถควบคุมโรคได้ดีกว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์ benomyl จึงเป็นพืชที่น่าหาการศึกษาหาสารที่เป็นตัวออกฤทธิ์ (active ingredient) ที่มีผลคือ *C. gloeosporioides* เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากสารธรรมชาติ ที่จัดว่าเป็นการใช้ประโยชน์ได้ครบวงจร หรือนำขยะหรือวัสดุไร้ค่ามาทำให้เป็นประโยชน์ที่จะไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปมาก นอกจากนี้ สารสกัดอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจคือ essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน จากการทดลองจะเห็นว่า สารดังกล่าวมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยและสปอร์ของ *C. gloeosporioides* ได้ดีที่สุดในการทดสอบหลายชนิดที่ทำการทดลอง อีกทั้งยังสามารถควบคุมการเกิดโรคแอนแทรกสนบนผลมะม่วงได้ดีใน 2 วันแรก ซึ่งหลังจากการชุบผลมะม่วงด้วย essential oil ของส้มเขียวหวาน จะมีกลิ่นหอม และกลิ่นดังกล่าวสามารถระเหยได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิปกติ ภายใน 2-3 วัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน เกิดการสลายตัวได้ง่าย จึงให้ผลในการควบคุมโรคแอนแทรกสนได้ในระยะสั้น ซึ่งหลังจากการชุบผลมะม่วง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง ทำให้สารสกัดดังกล่าวไม่ระเหยออกไปหมด

ก็มีแนวโน้มที่จะสามารถควบคุมโรคแอนแทรกسينบนผลมะม่วงได้ดี แต่ถ้าหากใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 10000 ppm จะเกิดผลข้างเคียงกับผลมะม่วง คือทำให้ผิวมะม่วงเกิดสะเก็ดแผลสีน้ำตาลเสี้ยน กระจายอยู่ทั่วไป ทำให้ดูไม่น่ารับประทาน ซึ่งคล้ายกับลักษณะของการเกิดโรคแอนแทรกซินसनระยะแรกเริ่ม ดังนั้น essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ก็เป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ และสมควรทำการศึกษาในขั้นต่อไป เพื่อวิเคราะห์หาสารที่เป็นอันตรายต่อผลมะม่วง เพื่อทำการแยกสารที่เป็นอันตรายออกไป และหาสารที่เป็นตัวออกฤทธิ์ที่มีผลต่อ *C. gloeosporioides* มาใช้ประโยชน์ ซึ่งสารที่มีอยู่ใน essential oil ของเปลือกส้มเขียวหวาน ส่วนใหญ่เป็นสารจำพวก terpene alcohol ซึ่งจะมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ดี

บรรณานุกรม

1. กัมพล อิศรางกูร ณ อยุธยา. สมุนไพร (การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นสำหรับงานวิจัย
อันดับที่ 01). กรุงเทพมหานคร: โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2525: 173-184.
2. กัมพล อิศรางกูร ณ อยุธยา. สมุนไพรอันดับที่ 02. กรุงเทพมหานคร: โครงการ
ศึกษาวิจัยสมุนไพร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524: 1-224.
3. กาญจนา เหล่าศรีเจริญสกุล, จิราภรณ์ ล้วนปรีดา. การศึกษาวัสดุเหลือใช้จากโรง
งานอุตสาหกรรมเกษตรมาใช้ให้เป็นประโยชน์ สำนวณปริมาณของเหลือใช้จาก
โรงงานผลไม้กระป๋อง. กรมวิชาการเกษตร รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี
2527. กรุงเทพมหานคร, 2527: 25.
4. กิ่งแก้ว ต้อยปาน, สมทรง บัวผดุง, สมสมัย บาลกุล, เกรียงศักดิ์ อดุลสวัสดิ์, ถวิล
จอมเมืองและพลสุข หดทัยนาสันต์. การหาปริมาณสารมีพิษตกค้างของ
benomyl ในมะม่วงพันธุ์หนึ่งกลางวันหลังเก็บเกี่ยว. กองวิเทศการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2526. กรุงเทพมหานคร,
2526: 43.
5. เกษม สร้อยทอง. พืชสมุนไพรบางชนิดที่มีอิทธิพลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา
และศึกษาภาพในการใช้ป้องกันกำจัดโรคพืช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบั
ติด (เกษตรศาสตร์). คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.
6. เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิและมโนธรรม สัจจถาวร. มะม่วงหิมพานต์. กรุงเทพ
มหานคร: สหมิตร, 2530: 56.
7. ชัยย ชัยชาญพิทยุทธและคณะ. สมุนไพรอันดับที่ 02. กรุงเทพมหานคร: โครงการ
ศึกษาวิจัยสมุนไพร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525: 1-224.
8. ญัตติมา บุญวัฒน์. โรคภายหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงและความสูญเสีย. ปัญหา
พิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). คณะเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2530: 5.
9. ทรงศักดิ์ ดันดีพิพัฒน์. การใช้กากสับปะรดแห้งและยูเรียเป็นอาหารเสริมแก่
โคพื้นเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2519: 36.
10. ธรรมศักดิ์ สมมาตรย์. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช. กรุงเทพมหานคร: กลุ่ม

หนังสือเกษตร, 2528: 1-371.

11. นาริรัตน์ ภูษาศล, สุชาติ ชัยกัมลาส, ธงชัย กังวาลวงศ์. ศึกษาคุณค่าทางอาหารของมะม่วงหลังการทำให้เนื้อมะม่วงและเปลือกเชื่อมเบอร์แมงกานีส. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร รายงานผลการค้นคว้าวิจัย. กรุงเทพมหานคร, 2526: 19.
12. นิพนธ์ วิสารทานนท์. การป้องกันกำจัดโรคมะม่วงระยะแตกใบอ่อนและแทงช่อดอก. วารสารเคหการเกษตร 2532; ฉบับที่ 3: 54-57.
13. นิพนธ์ วิสารทานนท์. โรคแอนแทรคโนสของมะม่วง. ข่าวสารศัตรูพืช 2525; ปีที่ 1, ฉบับที่ 1: 27-33.
14. นิพนธ์ วิสารทานนท์. โรคแอนแทรคโนสของมะม่วง. วน: เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับมะม่วง. กรุงเทพมหานคร: โครงการตำราชาวบ้าน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526: 55-60.
15. ประเจ็ด สินทรัพย์. ปัญหาการผลิตและการตลาดสับปะรดกระป๋องของไทย. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525: 1-133.
16. ประเทืองศรี สินชัยศรี, ประเสริฐ อนุพันธุ์, พูน อารีย์. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ในน้ำมันเปลือกมะม่วงหิมพานต์ เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม. รายงานผลงานวิจัยปี 2530. กรุงเทพมหานคร, 2530: 8
17. ประเทืองศรี สินชัยศรี. พืชเมืองร้อนที่หักกล้นหอม. กรุงเทพมหานคร: เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร, 2535: 1-9.
18. ประเทืองศรี สินชัยศรีและคณะ. น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่มีผลต่อการป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ. สำนักงานคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ รายงานความก้าวหน้าของการวิจัยครั้งที่ 3 เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร, 2534: 13.
19. ประเทืองศรี สินชัยศรี. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการใช้ประโยชน์ของมะม่วงหิมพานต์. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรมะม่วงหิมพานต์. ศรีสะเกษ, ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จ. ศรีสะเกษ, 2532: 1-16.
20. พรหมนิภา ชุมศรี. การตรวจสอบสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์. กรุงเทพมหานคร: สภาวิจัยแห่งชาติ, 2521: 7.
21. พิมพา ลิมปะพยอม. ผลการทดสอบบรณนิยมของชาวยุโรป (ปารีส-ลอนดอน) เกี่ยวกับมะม่วงไทย. วน: รวมเรื่องเกี่ยวกับมะม่วง. กรุงเทพมหานคร: ชมรมผู้พัฒนามะม่วงแห่งประเทศไทย, 2523: 101-103.

- 22.พิศมัย นามแพง. วัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย. วารสารเทคโนโลยี 2528; ปีที่ 6, ฉบับที่ 4: 2-4.
- 23.มาริษา พดกษราช. การทดสอบผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุของโรคพืช ก.โรคแอนแทรคโนสของมะม่วง. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาโรคพืช. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533: 1-38.
- 24.มาลี ชมภูพล. อายุของผลไม้สดลิขนิค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะกลีกรรมและสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2509: 1-43.
- 25.ลลิต้า เมมสองสีและลินดา แจ่มจันทร์. แอนโทไซยานินในเปลือกมังคุดและดอกอัญชัน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28. กรุงเทพมหานคร, 2533: 65-67.
- 26.วรนุช คุปต์นันทรักษ์. การศึกษาวิธีการบางอย่างในการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาผลมะม่วง. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2520: 1-105.
- 27.วรณา วงศ์กรเชาวลิต. การเจริญของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงในน้ำคั้นเปลือกและแกนลิขนิคและศักยภาพในการใช้เป็นอาหารปลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528: 1-150.
- 28.วัชรภรณ์ สุริยาภิวัฒน์. การวิเคราะห์ความแปรปรวน. ใน: สถิติเบื้องต้นและการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529: 242-260.
- 29.วัลลภา อธิภาวะ. การศึกษาช่วงเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้น้ำร้อนแช่ผลมะม่วงเพื่อลดการเกิดโรคภายหลังการเก็บเกี่ยว. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2528: 113.
- 30.วัลลภา อธิภาวะ, ถนอม สุขเจริญและภคินี ยัศวรสะพงศ์. การศึกษาปฏิกิริยาของมะม่วงพันธุ์ต่างๆ ที่มีต่อโรคที่เกิดขึ้นในระหว่างเก็บรักษา. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2524: 98.
- 31.วัลลภา อธิภาวะ, ประวิติ ตันบุญเอก, ภคินี ยัศวรสะพงศ์, บริศนา เหมสุจิ, ถนอม สุขเจริญและคารา พวงสุวรรณ. โรคและวิธีการเก็บรักษาผลมะม่วงหลังเก็บเกี่ยว. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2521: 92.

43. สมศักดิ์ วรรณศิริ. สวนกล้วย. นนทบุรี: ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท, 2532: 26.
44. สมศิริ แสงโชติ. โรคภายหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง. ใน: รวมเล่มเอกสารประกอบการอบรมเรื่องเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เพื่อการส่งออก. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน, 2531: 34-33.
45. สมศิริ แสงโชติ. อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีการฆ่าเชื้อ. ใน: โรคพืชเบื้องต้น บทปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529: 31-56.
46. สมสมัย บาลกุลและคณะ. การหาปริมาณสารมีพิชตกค้างชนิด sumicidin, dimethoate, malathion, carbaryl และ carbosulfan ในวันเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์หนึ่งกลางวัน. กองวิเทศนิเทศการเกษตร กรมวิชาการเกษตร รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2526. กรุงเทพมหานคร, 2526: 42.
47. สรรเสริญ เจริญศรีและวินัย ปัญญาธัญญะ. การใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของมะม่วงหิมพานต์. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, 2519 : 75-84.
48. สำนักงานปลัดกระทรวง. อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง. กรุงเทพมหานคร: กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2524: 1-17.
49. สาลี ใจดีและคณะ. การใช้สมุนไพร เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: โครงการพัฒนาเทคนิคการทาสุนัขสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525: 32-36.
50. สุชาติ วิจิตรานนท์และชจรศักดิ์ ภวกุล. การทดสอบประสิทธิภาพของยาเคมีบางชนิดต่อโรคแอนแทรกซินของมะม่วง. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2519: 1-85.
51. สุชาติ วิจิตรานนท์และชจรศักดิ์ ภวกุล. การทดสอบประสิทธิภาพของยาเคมีบางชนิดต่อโรคแอนแทรกซินของมะม่วง. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2520: 90.
52. สุชาติ วิจิตรานนท์และชจรศักดิ์ ภวกุล. การทดสอบประสิทธิภาพของยาเคมีบางชนิดต่อโรคแอนแทรกซินของมะม่วง. กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร รายงานประจำปี 2521. กรุงเทพมหานคร, 2521: 113-117.

53. สุชาติ วิจิตรานนท์และชจรศักดิ์ ภวกุล. การศึกษาปฏิกิริยาของมะม่วงพันธุ์ต่างๆ ต่อโรคแอนแทรกสนิส. กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร รายงานประจำปี 2522. กรุงเทพมหานคร, 2522: 365-371.
54. อุดลย์ สุวรรณเนตร, รัตนาภรณ์ พรหมศรีทอและประเทืองศรี ลินชัยศรี. การศึกษาการใช้ประโยชน์ของมะม่วงหิมพานต์ 4 ปริมาณและส่วนประกอบทางเคมีของน้ำยางจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. กรมวิชาการเกษตร รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2526. กรุงเทพมหานคร, 2526: 179.
55. อภิรัตน์ มากมน. สารสกัดจากพืช: ทนทางสู่การทดแทนสารเคมี. วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม 2533; ปีที่ 8, ฉบับที่ 3: 14-19.
56. อภิรัตน์ มากมน. สารสกัดจากพืช: ทนทางสู่การทดแทนสารเคมี. วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม 2534; ปีที่ 8, ฉบับที่ 3: 17.
57. อมรา มลิลลา. การใช้สมุนไพร เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524: 1-224.
58. อรุณี พวงมี. การควบคุมโรคผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะก่อนและหลังเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาโรคพืช. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533: 48.
59. ยิ่งสุมา ชยสมบัติ. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. และการควบคุม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530: 56.
60. อาณัติ ต๊ะปิ่นตา. ผลกระทบของสารเคมีทางการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม 2533; ปีที่ 8, ฉบับที่ 3: 6-13.
61. อีรียูกี อิกิ, คาร่า พวงสุวรรณและประวิติ ตันบุญเอก. การศึกษาวิธีป้องกันผลเน่าของมะม่วงในระหว่างเก็บรักษา. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2519: 86-87.
62. อีรียูกี อิกิ, ประวิติ ตันบุญเอกและวัลลภา ธีรภาวะ. โรคและวิธีการเก็บรักษาผลมะม่วงหลังเก็บเกี่ยว. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, 2520: 88-89.
63. Abeles FB. The biochemistry and mode of action of ethylene. *Nature* 1972; 204: 343-345.
64. Askar A, MM Ismailia, Abdel-Baki, SK El-Sahamy, SS Ibrahim,

- Zaggzig and AR Egypt. Flower changes in ripening mango fruits (*Manifera indica* L.). *Confructa* 1983; 27: 96-107.
65. Bailey Alton E. Industrial oil and Products. New York: Interscience Publishers Inc. New York, 1951: 967.
66. Ben-aire R. Benzimidazole penetration distribution and persistence in postharvest treated pears. *Phytopath* 1975; 65: 1187.
67. Bernardini E. The New Oil and Fat Technology. In: Via Acadimia del Cimento Rome. Italy: Publishing House, 1973: 103.
68. Bijur RV. Solvents for Extraction. In: Chemical Agriculture India. Bombay: Esso Standart Easter, 1966: 65.
69. Blienroth EW, HA Hansen and I Shirose. Post-harvest fungal control of mangoes. *Coletanea do Inst. de Technol de Alimentos* 1973; 5: 185-197.
70. Burchill RT. Hot water as a possible post-harvest control of *Gloeosporium* rots of stored apples. *Plant Pathol* 1964; 13: 16-107.
71. Chau KF and AM Alvarez. A histological study of anthracnose on *Carica papaya*. *Phytopath* 1983; 73: 113-116.
72. Chema GS, DV Karmarkar and HM Joshi. Investigations on the cold storage of mangoes. *Indian J Agric Sci* 1950; 20: 259-325.
73. Clara FM. Anthracnose disease of mango in the Philippines. *Phil Agric Rev* 1927; 20: 271-273.
74. Cook AA. Disease of tropical and subtropical fruits and nuts. New York: Hafner Press, 1975: 317.
75. Cooper GM and DW Salunke. Effect of gamma radiation, chemical and packaging treatments on refrigerated life of strawberries and sweet cherries. *Food Technol* 1963; 17: 801-804.

76. Couey HM and MN Follstad. Heat pasteurization for control of postharvest decay in fresh strawberries. *Phytopath* 1966; 56: 1345-1347.
77. Daquiaoag VR and TH Quimio. Latent infection in mango caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Phytopathol* 1975; 15: 35-46.
78. Daykin ME and RD Milholland. Histopathology of ripe rot caused by *Colletotrichum gloeosporioides* on muscadine grape. *Phytopath* 1984; 74: 1339-1341.
79. Denham TG and JM Walker. Some epidemiological aspects of post-bloom fruit drop disease (*Colletotrichum gloeosporioides*) in citrus. *Ann Appl Biol* 1981; 98: 65-77.
80. Dennison RA and EM Ahmed. Irradiation effects on the ripening of Kent mangoes. *J Food Sci* 1967; 32: 702-705.
81. Dharkar SD, KA Savagaon, AA Srirangar and A Sreenivasan. Irradiation of mangoes I: Radiation-induced delay in ripening of Alphonso mangoes. *J Food Sci* 1966; 31: 863-869.
82. Dickman MB and AM Alvarez. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Disease* 1983; 67: 748-750.
83. Doidge EM. Black spot of mangoes. *Fmg in S Afr* 1932; 7: 89-91.
84. Eckert JW and NF Sommer. Control of fruits and vegetables by postharvest treatment. *Ann Rev Phytopath* 1967; 59: 391-432.
85. Eckert JW. Control of postharvest diseases with anti-microbial agents. In: *Post-harvest Phytology and Crop Preservation*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1983: 256-283.

- 86.Eckert JW, MJ Kolbezen, ML Rahm and KJ Eckard. Influence of benomyl and methyl 2-benzimidazole carbamate on the development of *Pennicilium digitatum* in the pericarp of orange fruit. *Phytopath* 1979; 69: 934.
- 87.Fabian FW krehland NW little. The role of species picked food spoilage. *Food Res* 1939; 4: 156.
- 88.Fernise BS, AJ Hannaford, V Rogers, PWC Smith and AR Tatchell. *Vogels textbook of practical organic chemistry*. 4th ed. English language book Soc. and longman, 1975: 1-1368.
- 89.Fitzell RD, CM Peak and RE Darnell. A model for estimating infection level of anthracnose disease of mango. *Ann Appl Biol* 1984; 104: 451-458.
- 90.Fitzell RD and CM Peak. The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. *Ann Appl Biol* 1984; 104: 53-59.
- 91.Hagihara BH, Matsubara M, Nakai and Okunuki. Crystalline bacteria proteinase I Preperation of crystalline proteinase of *Bacillus subtilis*. *J Biochem* 1958; 45: 45-185.
- 92.Heinicke RM and WA Gortner. Stem bromelain a new protease preperation from pineapple plant. *Econ Bot* 1957; 11: 225
- 93.Holliday P. *Furgus diseases of tropical crops*. London & New York: Cambridge Univ Press, 1980.
- 94.Jacobs CT, HT Brodrick, HD Swarts and NJ Mulder. Control of postharvest decay of mango fruit in South Africa. *Plant Dis Reprtr* 1973; 57: 173-176.
- 95.Kumitz M. Crustalline soybean trysin inhibitor I General properties. *J Gen Physiol* 1947; 30: 291.
- 96.Ledger S. Postharvest disease control with prochloraz. *Queensland Fruit and Vegetable News* 1984; 55: 830-832.
- 97.Lim TK and KC Khoo. Diseases and Disorders of Mango in

- Malaysia. Kuala Lumpur: Art Printing Works SDN BHD, 1985: 1-101.
98. Lutz JM and RE Hardenberg. The Commercial storage of fruits, Vegetables and florist and Nursery stocks. In: USDA Handbook No 66. 1977: 1-94.
 99. Martinez NG, AE Montavo and M Seda. Cosmotics and perfumery. In: Food science and technology abstracts. 1974: 98.
 100. Morris JA. Antimicrobial activity of aroma chemicals and essential oils. J of the American oil chemical's Soc 1979; 56: 595-603.
 101. Muirhead IF. Post-harvest control of mango anthracnose with benomyl and hot water. Aust J exp Agric Anim Husb 1976; 16: 600-603.
 102. Murachi T and M Yamazaki. Fractionation and specificity studies on stem bromelain. J Biol Chemistry 1960; 335: 99.
 103. Pennock W and G Maldonado. Hot water treatment of mango fruit to reduce anthracnose decay. J Agric Univ 1962; 46: 272-283.
 104. Quimio AJ and TH Quimio. Postharvest control of Philippine mango anthracnose by benomyl. Philipp Agric 1974; 58: 147-155.
 105. Smith WL. Heat treatments. Plant Pathologist US Dept Agri 1952: 187-191.
 106. Smoot JJ and RH Segall. Hot water as a Postharvest control of mango anthracnose. Plant Dis Repr 1963; 47: 739-742.
 107. Sohi HS, SS Sokhi and RP Tiwari. Studies on the storage rot of mango caused by *Colletotrichum gloeosporioides* Penz and its control. Phytopath 1973; 12: 114-116.
 108. Sommer NF. Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. Plant Disease 1982; 66: 357-364.

- 109.Spalding DH and WF Reeder. Post-harvest disorders of mangoes as affected by fungicides and heat treatments. Plant Dis Reprtr 1972: 566.
- 110.Subramanyam H and NVN Moorthy. Control of spoilage and ripening in mango fruit by zineb and sodium diethyldithiocarbamate. Pestic Sci 1973; 4: 24-31.
- 111.Sutton. The Coelomycetes. Commonwealth Mycological Institute, 1980: 696.
- 112.Tandon JN and BB Singh. Control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) by fungicides. Indian Phytopath 1968; 21: 212-216.
- 113.Thomson AK. The storage of mango fruits. Trop Agri 1971; 48: 63-70.
- 114.Thomson AK. Transport of West Indian mango fruits. Trop Agri 1971; 48: 71-77.
- 115.Tricita HQ and AJ Quimio. Pathogenecity of mango anthracnose. Philippine Agriculturist 1974; 58: 323-329.
- 116.Verhoeff K. Latent infections by fungi. Ann Rev Phytopathol 1974; 12: 99-110.
- 117.Wardlaw CW, RED Baker and SH Crowdy. Latent infections in tropical fruits. Trop Agri 1939; 19: 275-276.
- 118.Wealth of India. Raw Materials Vol 1. New Delhi: Council of Scientific & Indus Research, 1948: 49.
- 119.Williumson CE. Ethylene, a metabolic produce of diseased or injured plants. Phytopath 1950; 40: 205-208.



ภาคผนวก ก
องค์ประกอบของสาร CNSL

ส่วนประกอบทางเคมีของ CNSL ประกอบด้วย phenolic compound 2 ชนิดคือ

1. anacardic acid ประมาณ 90% anacardic acid เป็น derivative ของ salicylic acid ซึ่งถูก decarboxylated ให้ง่ายด้วยความร้อนระหว่าง roasting process กลายเป็น cardanol ซึ่งเป็น monohydroxy phenol

2. cardol ประมาณ 10% เป็น resorcinol derivative ซึ่งมี long unsaturated hydrocarbon chain

ในส่วนของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เมื่อนำมาบดและสกัดจะได้น้ำมันเหลวข้นสีน้ำตาลเข้มเรียกว่า CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลาย (organic solvent) ทุกชนิดและมีส่วนประกอบของกรดไขมันประมาณร้อยละ 20-24 อยู่ในรูป phenolic acid ประกอบด้วย anacardic acid 90% และ cardol 10% CNSL เป็นกรดไขมันที่อยู่ในส่วน pericarp ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เป็น main by product ของการแปรรูปมะม่วงหิมพานต์ ส่วนประกอบของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีดังนี้

- เมล็ดใน (kernel or meat portion)

- endocarp หนาประมาณ 1/3" อยู่ถัดจากเมล็ดในออกมาทำหน้าที่ป้องกันเมล็ดในจากสาร CNSL

- mesocarp หนาประมาณ 3/16" ถึง 1/4" มีลักษณะเป็นรูพรุนคล้ายฟองเป็นที่อยู่ของสาร CNSL

- epicarp หนาประมาณ 1/30" มีสีเขียวแกมเทาขึ้นอยู่กับความแห้งของเปลือก (นิเทศก์, 2522)

ภาคผนวก ข

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

ในการทดลองบนจานเลี้ยงเชื้อ อาหาร PDA ซึ่งมีอัตราส่วน ดังนี้

น้ำตาลจากหัวมันฝรั่ง	200 กรัม
dextrose	20 กรัม
agar	17 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

สำหรับ dextrose อาจใช้ glucose แทนได้ เตรียมโดยนำมันฝรั่งที่ปอกเปลือกแล้วล้างน้ำให้สะอาด ตัดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 ลบ.ซม. ต้มกับน้ำกลั่น 500 มล. จนมันฝรั่งสุก ต้มต่อไปอีกสักครู่ นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เอาเนื้อมันฝรั่งออกเติม dextrose 20 กรัม ต้มและคนจน dextrose ละลาย นำส่วนผสมนี้ผสมกับวันที่ต้มจนละลายในน้ำ 500 มล. ผสมโดยคนและตั้งไฟให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นแทนน้ำที่ขาดหายไปจนครบ 1000 มล. ใส่ขวด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรนี้เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของราต่างๆ เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะราที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคแก่พืช (phytopathogenic fungi) และแบคทีเรียบางชนิด (สมศิริ, 2529)

ภาคผนวก ค

การหาค่า ED₅₀ โดยใช้สมการ regression

เปลี่ยนค่าเบอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นค่า probit โดยเทียบค่าจากตารางของ Fisher R.A. and F. Yates. 1963. Statistical Table for Biological, Agricultural and Medical Research. และแปลงค่าความเข้มข้นเป็นค่า logarithm ให้แกน Y เป็นค่า probit แกน X เป็นค่าความเข้มข้น กราฟที่ได้คือ DR. Curve จากนั้นหาค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการ เพื่อหาค่า ED₅₀

$$\text{หาค่า } b \text{ โดยใช้สูตร } b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

ตัวอย่างการหาค่า ED₅₀ ของ CNSL ที่สกัดด้วย n-hexane

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดด้วย n-hexane ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ ในการยับยั้งการเจริญของ *C. gloeosporioides*

ความเข้มข้น(X) (ppm)	ยับยั้งการเจริญของเส้นใยโดยเฉลี่ย(Y) (%)
2500	60.76
5000	61.93
10000	66.91
20000	72.76
30000	73.06

แปลงค่าความเข้มข้นเป็นค่า logarithm เช่น

$$\text{ความเข้มข้น 5000 ppm.} = \log 5 \log 10^3$$

$$= 0.6989+3$$

$$= 3.6989$$

$$\text{ความเข้มข้น 10000 ppm.} = \log 10^4 = 4.000$$

แปลงค่าเปอร์เซ็นต์ยิบยังการเจริญของเส้นใย เป็นค่า probit โดยใช้ตาราง probit จะได้

ตารางที่ 2 การแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ยิบยังเป็นค่า probit และค่าความเข้มข้น(ppm) เป็นค่า logarithm

ค่า logarithm(แกน X)	ค่า probit (แกน Y)
3.3979	5.2715
3.6989	5.3029
4.0000	5.4372
4.3010	5.6038
4.4771	5.6128

ตารางที่ 3 การกำหนดค่าในแกน X,Y และการหาค่า xy, x^2 จากตารางที่ 2 กำหนดค่า

Y	X	XY	x^2
5.2715	3.3979	17.9120	11.5457
5.3029	3.6989	19.6148	13.6818
5.4372	4.0000	21.7488	16.0000
5.6038	4.3010	24.1019	18.4986
5.6128	4.4771	25.1290	20.0444
ผลรวม Σ $\Sigma Y=27.2282$ $\Sigma X=19.8749$ $\Sigma XY=108.5065$ $\Sigma X^2=79.9705$			

แทนค่าที่ได้ในสูตรเพื่อหาค่า b

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{5(108.5065) - (19.8749)(27.2282)}{5(79.9705) - (395.01116)} \\
 &= \frac{542.5325 - 541.1577}{(399.8525) - (395.01116)} \\
 &= \frac{1.3748}{4.84409} \\
 &= 0.2839
 \end{aligned}$$

จาก $a = \bar{Y} - b\bar{X}$

หาค่า Y และ X โดย

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N} = \frac{27.2282}{5} = 5.4456$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{19.8749}{5} = 3.9749$$

แทนค่า $\bar{X}, \bar{Y}$ จะได้

$$\begin{aligned}
 a &= 5.4456 - (0.2839)(3.9749) \\
 &= 4.3171
 \end{aligned}$$

จากสมการถดถอย $\hat{Y} = a + bX$

หาค่า ED₅₀ ค่า $\hat{Y} = 5$ แทนค่าเพื่อหาค่า X ที่ต้องการ จะได้

$$5 = 4.3171 + (0.2839)X$$

$$X = \frac{5 - 4.3171}{0.2839} = 2.4054$$

แปลงจากค่า logarithm เป็นค่าปกติ โดยใช้ antilogarithm

จะได้ $X = 254.3457$ ppm.

ED₅₀ ของสาร CNSL (n-hexane) คือ 254.3457 ppm.

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการของ Tukey' s HSD test

วิธีการของ Tukey's HSD test จะใช้ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ของ
 สารสกัดแต่ละชนิด ซึ่งเทียบกับค่า HSD ที่ได้จากการคำนวณ โดย HSD หาได้จาก

$$HSD = q_{\alpha, k, N-k} \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

α = ระดับนัยสำคัญที่เลือก

k = จำนวนสารสกัดชนิดต่างๆ ทั้งหมด

n = จำนวนหน่วยทดลองทั้งหมดภายในสารสกัดแต่ละชนิด

MSE = Mean Square of Error

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของสารสกัดในการควบคุมโรคแอนแทรกซินบนผลมะม่วง
นาน 9 วัน
ตัวอย่าง

การเกิดโรคแอนแทรกซินหลังจากบ่มนาน 9 วัน (cm.)				
ชนิดของสารสกัดและความเข้มข้นระดับต่างๆ (ppm)				
CNSL(cr) 2500	CNSL(cr) 10000	CNSL(cr) 30000	CNSL(cr) 50000	CNSL(h) 2500
6.0	6.2	4.3	6.0	6.0
5.6	7.0	5.7	5.5	7.0
6.5	7.0	3.6	6.0	5.0
4.5	7.0	2.5	5.5	4.6
6.5	4.9	2.7	5.0	7.5
7.0	6.0	6.0	4.5	5.6
7.2	5.4	6.0	3.8	7.5
6.0	6.0	3.4	3.1	7.0
6.5	6.0	5.2	5.5	7.0
6.8	6.1	4.3	4.9	5.0
รวม Σx 62.6	61.6	43.7	49.8	50.5
เฉลี่ย $\bar{x}$ 6.26	6.16	4.37	4.98	5.05

$$MSE = \frac{SS_{\text{within}}}{(N-K)}$$

$$SS_{\text{within}} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x^2 - \sum_{j=1}^k \frac{(T_j)^2}{n_j}$$

$$SS_{\text{within}} = (6.0)^2 + (5.6)^2 + (6.5)^2 + \dots - \frac{(62.6)^2}{10} - \frac{(61.6)^2}{10} - \dots - \frac{(50.5)^2}{10}$$



$$\begin{aligned} &= 1641.91 - 1465.33 \\ &SS_{within} = 176.58 \\ &MSE = \frac{176.58}{(50-5)} = 3.924 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HSD &= q_{\alpha, k, N-k} \sqrt{\frac{MSE}{n}} \\ &= q_{.05, 5, 45} \sqrt{\frac{3.924}{10}} \end{aligned}$$

จากตาราง K ถ้าให้ $\alpha = .05$, $k = 5$ และ $N-k = 45$
พบว่า q มีค่าประมาณ 4.025 (ได้จากการเทียบบัญชีตาราง)

$$\begin{aligned} HSD &= (4.025)(0.626) \\ &= 2.519 \end{aligned}$$

ตารางที่ 5 ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสารสกัดแต่ละคู่

	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$
$\bar{x}_1 = 6.26$	-	0.10	1.89	1.28	1.21
$\bar{x}_2 = 6.16$	-	-	1.79	1.18	1.11
$\bar{x}_3 = 4.37$	-	-	-	0.61	0.68
$\bar{x}_4 = 4.98$	-	-	-	-	0.07
$\bar{x}_5 = 5.05$	-	-	-	-	-

ค่าผลต่างจะ拿來เปรียบเทียบกับค่า HSD ที่ได้จากการคำนวณ ถ้ามีค่ามากกว่าค่า HSD แสดงว่าคู่ที่มีความแตกต่างทางสถิติ และถ้าค่าของผลต่างมีค่าน้อยกว่า HSD แสดงว่า คู่ที่มีความแตกต่างทางสถิติไม่มีความสำคัญทางสถิติ