

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์พืช

EFFECT OF ESSENTIAL OIL FROM PLANTS ON GROWTH INHIBITION OF SEED BORNE FUNGI DURING STORAGE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชไร่

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-011-018

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์พืช

EFFECT OF ESSENTIAL OIL FROM PLANTS ON GROWTH INHIBITION OF SEED BORNE FUNGI DURING STORAGE



T105144

แพรวนภา พ่องูดม  
PRAEWNAPA PONGUDOM

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 105144  
วัน,เดือน,ปี..... 16 พ.ย. 2552

|         |
|---------|
| .b..... |
| .i..... |

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-011-018

**EFFECT OF ESSENTIAL OIL FROM PLANTS ON GROWTH INHIBITION  
OF SEED BORNE FUNGI DURING STORAGE**



**PRAEWNAPA PONGUDOM**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN AGRONOMY  
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2009**

**KMITL-2009-AG-M-010-018**



**COPYRIGHT 2009**

**FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

## หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์พืช

## นักศึกษา

นางสาว แพรวนภา ผ่องอุดม

## รหัสประจำตัว

49065206

## ปริญญา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

## พ.ศ.

2552

## อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร. อูมา แสงคร้าม

## อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา

ผศ.ดร. พรหมมาศ คูหากาญจน์

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้ แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ โดยสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลโหระพา 2 ชนิด คือ กะเพรา (*Ocimum sanctum* Linn.) และโหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.) และพืชตระกูลส้ม 2 ชนิด คือ มะกรูด (*Citrus hystrix* Linn.) และส้มโอ (*Citrus maxima* Merr.) ทดสอบที่ความเข้มข้น 8 ระดับ คือ 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 ไมโครลิตร ต่อ งานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร) การทดสอบดำเนินการโดยแยกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ ด้วยวิธี tissue transplanting technique เชื้อราที่พบ ได้แก่ *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *Penicillium* sp. ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อราทั้ง 3 ชนิดในอาหารสังเคราะห์ (PDA) ในงานทดลอง และทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหย โดยหยดน้ำมันหอมระเหยลงบนกระดาษกรองที่ฝาจานทดลองตามความเข้มข้นที่กำหนด และวัดการเจริญเติบโตของเชื้อราในรูปของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 9 วัน พบว่า น้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโหระพาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 3 ชนิดได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยมะกรูด และส้มโอ โดยสามารถยับยั้งได้ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 25 ไมโครลิตร จากผลการทดลองดังกล่าว จึงเลือกน้ำมันหอมระเหยกะเพราและโหระพามาทดสอบในการทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษา ที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารระเหยจากน้ำมันหอมระเหย ดำเนินการโดยรมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ที่เก็บรักษาในขวดสี่ขาขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโหระพา ที่ความเข้มข้น 50 ไมโครลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ambient temperature) และที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน โดยทุก 15 วัน ในระหว่างการเก็บ

รักษา นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด มาเพาะบนอาหาร PDA เพื่อตรวจการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ด พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด ไม่สามารถยับยั้งการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ด ได้ แต่เมื่อทดสอบการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อรา ระหว่างการเก็บรักษาโดยการนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มาปลูกถ่ายเชื้อลงบนเมล็ดพันธุ์ ทำการรมเมล็ด และเก็บรักษาไว้ในสภาวะเดียวกัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ (90 – 100 เปอร์เซ็นต์) นาน 15 – 30 วัน โดยน้ำมันหอมระเหย โหระพา มีประสิทธิภาพสูงกว่า น้ำมันหอมระเหยกะเพรา เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่ 20 องศาเซลเซียส มาทดสอบการคงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา บนอาหาร PDA พบว่า น้ำมันหอมระเหยยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) แม้จะเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน เมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยมาทดสอบความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้า พบว่า น้ำมันหอมระเหย ไม่มีผลต่อความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ทดสอบ แต่ความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะได้รับผลจากอุณหภูมิการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เมล็ดพันธุ์มีความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้า สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อระยะเวลาเก็บรักษายาวนานขึ้น ความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้า จะลดลง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากกะเพรา และ โหระพา ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ด ได้ แต่สามารถป้องกันการเข้าทำลายในระหว่างการเก็บรักษาได้ นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยยังไม่มีผลต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Thesis Title</b>      | Effect of Essential Oil from Plants on Growth Inhibition of Seed Borne Fungi During Storage |
| <b>Student</b>           | Miss Praewnapa Pongudom   |
| <b>Student ID.</b>       | 49065206  |
| <b>Degree</b>            | Master of Science   |
| <b>Program</b>           | Agronomy  |
| <b>Year</b>              | 2009  |
| <b>Thesis Advisor</b>    | Asst. Prof. Dr. Uma Sangkram  |
| <b>Thesis co-Advisor</b> | Assoc. Prof. Dr. Chamroon Laosinwattana<br>Asst. Prof. Dr. Prommart Koohakan                |

## ABSTRACT

This study consisted of two experiments. In the first experiment, 4 kinds of essential oils at 8 concentrations were tested for antifungal activity against *Aspergillus flavus*, *A. niger* and *Penicillium* sp. isolated from soybean and corn seeds. The essential oils were extracted by hydrodistillation from holy basil (*Ocimum sanctum* Linn.) and sweet basil (*Ocimum basilicum* Linn.) which were in Labiatae family and from bergamot (*Citrus hystrix* Linn.) and pomelo (*Citrus maxima* Merr.) which were in Rutaceae family. *A. flavus*, *A. niger* and *Penicillium* sp. were grown on PDA in separate petri dish and essential oil was dropped on filter paper on petri dish cover at the concentrations of 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35  $\mu\text{l}$   $70\text{ cm}^3$ . The growth of fungi was measured in term of colony's diameter. It was found that at the concentration of 25  $\mu\text{l}$   $70\text{ cm}^3$ , holy basil and sweet basil essential oils could inhibit growth of all fungi while bergamot and pomelo essential oils had slightly inhibition effect. From the results of the first experiment, in the second experiment, sweet basil and holy basil were selected to investigate the effect of storage temperature and storage time on the efficiency of essential oil. Soybean and corn seeds were kept in  $70\text{ cm}^3$  bottle and 50  $\mu\text{l}$  of essential oil was dropped on filter paper on bottle cover. Seeds were stored for 90 days at ambient temperature and at  $20^{\circ}\text{C}$ . Every 15 days stored seeds were sampled and tested for fungus growth on PDA. The results showed that both essential oils had no effect on seed borne fungi. However, when fungi were inoculated on sterile seeds and kept in the same condition, it was found that the essential oil could prevent growth of fungi 90-100% for 15-30 days of which sweet basil essential oil had more efficiency. The test of the stored essential oil for

antifungal activity against all fungi grown on PDA also showed the efficiency of essential oil during 90 day-storage. The study of the effect of essential oil on germination and seedling growth indicated that the difference of seed germination and seedling growth were not affected by the essential oil but depended on storage temperature and time. Seeds kept at 20<sup>o</sup>C had higher germination percentage and seedling growth. From all the results, it could be concluded that essential oil could not prevent seed borne fungi but could protect seed from infected fungi during storage and the essential oil had no effect on seed germination and seedling growth of tested seeds.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อุมา แสงคร้าม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. จำรุณ เล่าสินวัฒนา และ ผศ. ดร. พรหมมาศ กุหากาญจน์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา อบรม แนะนำสั่งสอน และถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ตลอดทั้งตรวจทานแก้ไข วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร.อารมย์ ศรีพิจิตร และ รศ. ดร.ทรงยศ ตันพิพัฒน์ ที่ให้เกียรติ เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำ ตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทดลอง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆ ขอขอบคุณทุกกำลังใจที่มีให้ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาปริญญาโท และปริญญาตรีทุกคน ที่คอยให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนเรื่องการศึกษา และคอยเป็นกำลังใจที่ดีที่สุดในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

แพรวนภา ผ่องอุดม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

|  | หน้า     |
|--|----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....   | I        |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....  | III      |
| กิตติกรรมประกาศ.....   | V        |
| สารบัญ.....  | VI       |
| สารบัญตาราง.....   | IX       |
| สารบัญภาพ.....   | XI       |
| <b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>   | <b>1</b> |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....   | 1        |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....   | 1        |
| 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....   | 2        |
| <b>บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>                                  | <b>3</b> |
| 2.1 ความสำคัญของเมล็ดพันธุ์.....   | 3        |
| 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์.....                     | 3        |
| 2.3 ความสำคัญของโรคพืชที่ติดมากับเมล็ด หรือโรคในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์พืช..... | 4        |
| 2.4 การจัดการและการควบคุมโรคในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์พืช.....                   | 5        |
| 2.5 ข้อดี และข้อเสียของการใช้สารเคมี.....                                  | 5        |
| 2.6 การใช้น้ำมันหอมระเหยในการป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์.....         | 6        |
| <b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>                                     | <b>9</b> |
| 3.1 อุปกรณ์ และสารเคมีในการทดลอง.....                                      | 9        |
| 3.2 สถานที่ดำเนินงาน.....  | 9        |
| 3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน.....   | 10       |
| 3.4 วิธีดำเนินงานวิจัย.....  | 10       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 4 ผลการทดลอง.....  | 16   |
| 4.1 การศึกษาผลของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่แยกได้จากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์.....                | 16   |
| 4.2 การศึกษาผลของระยะเวลา และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารระเหยจากน้ำมันหอมระเหยในระหว่างการเก็บรักษามะล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดอาหารสัตว์..... | 25   |
| 4.2.1 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์.....  | 25   |
| 4.2.2 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบริสุทธิ์ ที่ปลูกถ่ายลงบนเมล็ดพันธุ์ ในระหว่างการเก็บรักษา.....                    | 33   |
| 4.2.2.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> .....  | 33   |
| 4.2.2.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> .....   | 33   |
| 4.2.2.3 ผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Penicillium sp.</i> .....   | 34   |
| 4.2.3 การศึกษาการคงประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบริสุทธิ์.....  | 40   |
| 4.2.4 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้า.....  | 41   |
| 4.2.4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก.....  | 41   |
| 4.2.4.2 ความสูงต้นกล้า.....  | 46   |
| 4.2.4.3 ความยาวรากต้นกล้า.....   | 50   |
| 4.2.4.4 น้ำหนักแห้งต้นกล้า.....  | 55   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

|                                   | หน้า |
|-----------------------------------|------|
| บทที่ 5 วิจัยผลลัพธ์การทดลอง..... | 61   |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....       | 64   |
| บรรณานุกรม.....                   | 65   |
| ภาคผนวก.....                      | 68   |
| ประวัติส่วนตัว.....               | 83   |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

| ตารางที่ |  | หน้า |
|----------|--|------|
| 4.1      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> โดยน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด.....  | 22   |
| 4.2      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> โดยน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด.....   | 23   |
| 4.3      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Penicillium</i> sp. โดยน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด.....   | 24   |
| 4.4      | เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหย กะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน..... | 26   |
| 4.5      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> ที่ปลูกถ่ายเชื้อบนผิวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์.....   | 35   |
| 4.6      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> ที่ปลูกถ่ายเชื้อบนผิวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์.....  | 36   |
| 4.7      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Penicillium</i> sp. ที่ปลูกถ่ายเชื้อบนผิวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์.....  | 37   |
| 4.8      | ประสิทธิภาพการคงฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยในระหว่างการเก็บรักษา รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i> และ <i>Penicillium</i> sp..... | 40   |
| 4.9      | เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหย กะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน.....   | 43   |
| 4.10     | เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน.....   | 44   |
| 4.11     | เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าถั่วเหลือง ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน.....   | 47   |
| 4.12     | เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหย กะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน.....   | 48   |
| 4.13     | เปอร์เซ็นต์ความยาวรากต้นกล้าถั่วเหลือง ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหย กะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน.....   | 52   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |  | หน้า |
|----------|--|------|
| 4.14     | เปอร์เซ็นต์ความขบวนการคั้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน... | 53   |
| 4.15     | เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งคั้นกล้าถั่วเหลือง ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน.....      | 57   |
| 4.16     | เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งคั้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน... | 58   |
| ผ.1      | เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>A. flavus</i> ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ...  | 69   |
| ผ.2      | เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>A. niger</i> ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ....  | 70   |
| ผ.3      | เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Penicillium</i> sp. ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....  | 71   |
| ผ.4      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>A. flavus</i> บนเมล็ดพันธุ์พืช.....   | 72   |
| ผ.5      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>A. niger</i> บนเมล็ดพันธุ์พืช.....  | 73   |
| ผ.6      | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Penicillium</i> sp. บนเมล็ดพันธุ์พืช.   | 74   |
| ผ.7      | เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง.....  | 75   |
| ผ.8      | เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์.....   | 76   |
| ผ.9      | เปอร์เซ็นต์ความสูงคั้นกล้าถั่วเหลือง.....  | 77   |
| ผ.10     | เปอร์เซ็นต์ความสูงคั้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์.....   | 78   |
| ผ.11     | เปอร์เซ็นต์ความขบวนการคั้นกล้าถั่วเหลือง.....  | 79   |
| ผ.12     | เปอร์เซ็นต์ความขบวนการคั้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์.....   | 80   |
| ผ.13     | เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งคั้นกล้าถั่วเหลือง.....  | 81   |
| ผ.14     | เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งคั้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์.....   | 82   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญญภาพ

| ภาพที่ |   | หน้า |
|--------|---|------|
| 3.1    | ชุดเครื่องมือการต้มกลั่นน้ำมันหอมระเหย (Clevenger apparatus).....   | 11   |
| 3.2    | ขวดสีชาขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภาชนะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์.....  | 13   |
| 3.3    | การประเมินการมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ที่ด้วยสายตา .....  | 13   |
| 4.1    | ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> บนอาหาร PDA.....   | 17   |
| 4.2    | ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> บนอาหาร PDA.....  | 17   |
| 4.3    | ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา <i>Penicillium</i> sp. บนอาหาร PDA.....  | 18   |
| 4.4    | ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> ของน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (—○—) โหระพา (—□—) มะกรูด (—▲—) และส้มโอ (—✕—) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 18   |
| 4.5    | ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> ของน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (—○—) โหระพา (—□—) มะกรูด (—▲—) และส้มโอ (—✕—) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....  | 19   |
| 4.6    | ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา <i>Penicillium</i> sp. ของน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (—○—) โหระพา (—□—) มะกรูด (—▲—) และส้มโอ (—✕—) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....    | 19   |
| 4.7    | ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> ของน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด.....  | 20   |
| 4.8    | ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> ของน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด.....   | 20   |
| 4.9    | ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา <i>Penicillium</i> sp. ของน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด.....   | 21   |
| 4.10   | ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา <i>A. flavus</i> ของน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (ก) และน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ข) ที่ระดับความเข้มข้น 8 ระดับ.....                      | 21   |
| 4.11   | การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ในชุดควบคุม.....   | 27   |
| 4.12   | การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ในชุดทดลองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา.....   | 28   |
| 4.13   | การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ในชุดทดลองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา.....   | 29   |

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |   | หน้า |
|--------|---|------|
| 4.14   | การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ในชุดควบคุม.....  | 30   |
| 4.15   | การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ในชุดทดลองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา.....  | 31   |
| 4.16   | การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ในชุดทดลองด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา.....   | 32   |
| 4.17   | การเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย (ก) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ข) .....   | 38   |
| 4.18   | การเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย (ก) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (ข) เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน.....   | 38   |
| 4.19   | การเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน.....   | 39   |
| 4.20   | การเจริญเติบโตของเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย (ก) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ข) .....  | 39   |
| 4.21   | เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 75 วัน.....       | 45   |
| 4.22   | เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 45 วัน..... | 45   |
| 4.23   | เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 75 วัน..... | 49   |

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |  | หน้า |
|--------|--|------|
| 4.24   | เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 45 วัน.....     | 49   |
| 4.25   | เปอร์เซ็นต์ความยาวรากต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 75 วัน.....         | 54   |
| 4.26   | เปอร์เซ็นต์ความยาวรากต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 45 วัน.....  | 54   |
| 4.27   | เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 75 วัน.....        | 59   |
| 4.28   | เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๒-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๓-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-๑-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-๔-) เป็นเวลา 45 วัน..... | 59   |
| 4.29   | การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลือง ที่เก็บรักษา 2 สภาวะ เป็นเวลา 60 วัน.....   | 60   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โรคของเมล็ดพันธุ์พืชเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการเพาะปลูก โดยมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง หรือต้นกล้าเจริญเติบโตไม่เต็มที่ โรคดังกล่าวสามารถเกิดได้ตั้งแต่ในแปลงปลูก ระหว่างการเก็บเกี่ยว หรือแม้กระทั่งระหว่างการเก็บรักษา สาเหตุสำคัญเกิดจาก เชื้อราหลายชนิด (คณีย์ บุญเกียรติ, 2549) ดังนั้น การป้องกันกำจัด โรคพืชที่ติดมากับเมล็ดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง โดยทั่วไปวิธีการที่นิยมคือ การใช้สารเคมีคลุกเมล็ดหรือรมเมล็ด ซึ่งการใช้สารเคมีเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเนื่องจากสะดวกและง่ายต่อการจัดการ แต่การใช้สารเคมีป้องกันกำจัด โรคพืชโดยขาดความระมัดระวังจะเป็นพิษต่อคนและสัตว์เมื่อเข้าสู่ร่างกาย เกิดการปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตร และอาจตกค้างอยู่ในสภาพแวดล้อม (กัญญา พุทธสมัย, 2538) นอกจากนี้การใช้สารเคมียังทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อโรคอีกด้วย จากปัญหาดังกล่าวนักวิชาการจึงหันมาให้ความสนใจและทำการศึกษาเพื่อหาสารสกัดธรรมชาติที่เหมาะสมมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งการศึกษาล้วนให้ความสำคัญกับการ โดยให้สารสกัดธรรมชาติสัมผัสกับเชื้อโดยตรงหรือการคลุกสารสกัดกับเมล็ด ซึ่งในแง่เมล็ดพันธุ์นั้น สารดังกล่าวอาจมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อ แต่อาจส่งผลต่อความงอกของเมล็ดได้เช่นกัน ดังนั้นการใช้สารจากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติในการระเหยหรือน้ำมันหอมระเหยเพื่อรมเมล็ด จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในด้านการป้องกันปัญหาของโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตาม สารสกัดจากพืชธรรมชาตินั้นมักสลายตัวเร็ว ทำให้ไม่มีความคงที่ของประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง (เสียง กฤษณีไพบุลย์, 2532) เหตุผลดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษาในเรื่องผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบางชนิดที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ ตลอดจนประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ และสภาวะต่างๆ ในการเก็บรักษาที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสาร ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม และสะดวกต่อการใช้งานยิ่งขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของสารระเหยจากน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืช ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทางศูนย์ฯ ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ และขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษา ต่อการออกฤทธิ์ของสารระเหย จากน้ำมันหอมระเหยในระหว่างการเก็บรักษา

### 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้สารสกัดธรรมชาติที่อยู่ในรูปของสารระเหย ที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดโรค ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา
- 1.3.2 ทราบถึงผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อฤทธิ์ ของสารสกัดธรรมชาติในรูปของสารระเหย ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืช
- 1.3.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสารจากธรรมชาติไปเป็นผลิตภัณฑ์ ในการรักษา คุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ความสำคัญของเมล็ดพันธุ์พืช

การใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีในการผลิตพืช หรือการผลิตเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้พืชมีศักยภาพในการงอก สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ และทำให้ผลผลิตพืชที่ได้มีปริมาณ และคุณภาพดี จวงจันทร์ ดวงพัตรา (2529) ให้ความสำคัญของเมล็ดพันธุ์พืชไว้ดังต่อไปนี้

2.1.1 เมล็ดพันธุ์เป็นตัวนำลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดได้จากพืช จากชั่วชีวิตหนึ่ง ไปยังอีกชั่วชีวิตหนึ่ง คุณสมบัติเช่นนี้เป็นสิ่งที่ช่วยให้นักผสมพันธุ์ และปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถรวบรวมแหล่งพันธุกรรม (germplasm) ของพืชต่างๆ เก็บไว้ในรูปของเมล็ด เพื่อใช้ประโยชน์ในการผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ในการสร้างพันธุ์พืชใหม่ๆ

2.1.2 เมล็ดพันธุ์เป็นส่วนของพืชที่มีชีวิต ซึ่งสามารถเก็บรักษาไว้ได้ง่ายที่สุด เนื่องจากเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก ใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาน้อยและสามารถควบคุมดูแลรักษาให้มีชีวิตอยู่ยาวนานได้ง่ายกว่าส่วนอื่นๆ ของต้นพืช นอกจากนี้ยังมีความสะดวกต่อการขนย้ายหรือหรือนำเมล็ดพันธุ์จากที่หนึ่ง ไปยังอีกที่หนึ่ง

2.1.3 เมล็ดพันธุ์ทำหน้าที่สืบพันธุ์หรือขยายพันธุ์ (reproduction) ได้ต้นพืชใหม่ จึงทำให้วงจรชีวิตของพืชไม่ขาดตอน ดำรงไว้ซึ่งพืชพันธุ์ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในโลกไม่ให้สูญพันธุ์ไป

### 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

จากความสำคัญของเมล็ดพันธุ์พืชที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (seed storage) และการดำรงซึ่งความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์พืชไว้นั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ดีและเหมาะสม จะส่งผลให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ช้าลงหรือทำให้มีความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ยืดยาวออกไป อารมย์ ศรีพิจิตร (2527) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้ดังนี้

2.2.1 ชนิดของเมล็ด เมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิด มีคุณสมบัติของการมีชีวิตได้ยาวนานแตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์พืชบางชนิด อาจเก็บรักษาได้เพียงระยะเวลาสั้นๆ เช่น เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

2.2.2 การเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์เร็วเกินไป ส่งผลให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากสภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดไม่อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรงของต้นกล้าต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อเนื้อ ทำให้ผลผลิตลดลง

2.2.3 ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น เมื่อเมล็ดพันธุ์ได้รับ อุณหภูมิและ/หรือ ความชื้นสูงในระหว่างการเก็บรักษา จะส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

2.2.4 ปัจจัยทางเคมี ในสภาพการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทางเคมีในเมล็ด เช่น เมื่ออุณหภูมิ หรือความชื้นสูง ส่งผลต่อการเร่งกิจกรรมของเอนไซม์ และการ หายใจภายในเมล็ด

2.2.5 ปัจจัยทางสรีรวิทยา ความชื้นในเมล็ดที่สูง อาจเนื่องมาจากเก็บเกี่ยวเร็วเกินไป จะเป็นตัว ส่งเสริมการเจริญเติบโตของแมลงและเชื้อรา

2.2.6 ปัจจัยทางชีวภาพ ซึ่งได้แก่ นก หนู แมลง และเชื้อรา สิ่งมีชีวิตต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่เป็น ศัตรูที่สำคัญยิ่งของเมล็ด โดยเฉพาะเชื้อรา เป็นสาเหตุสำคัญต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ใน ระหว่างการเก็บรักษา โดยมีลักษณะการเสื่อมคุณภาพในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- 1) เมล็ดสูญเสียความมีชีวิต โดยเชื้อราจะเจริญเติบโตบนผิวของเมล็ดหรือรอยแตกกร้าว และมีการผลิตสารพิษ มีผลต่อเอมบริโอ ทำให้เมล็ดสูญเสียความงอก
- 2) เมล็ดเกิดการเปลี่ยนสี เกิดความร้อนและกลิ่นเหม็นอับ
- 3) เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเมล็ด เช่น เพิ่มปริมาณกรดไขมันอิสระ หรือมี อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียความงอกของเมล็ดพันธุ์พืช

## 2.3 ความสำคัญของโรคพืชที่ติดมากับเมล็ด หรือโรคในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์พืช

โรคที่ติดมากับเมล็ดหรือ โรคในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์พืช สาเหตุส่วนใหญ่ เกิดจาก เชื้อรา การ ปนเปื้อนของเชื้อสาเหตุดังกล่าว อาจติดไปกับเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่ก่อนการเก็บเกี่ยว ขณะเก็บเกี่ยว และ ระหว่างการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว หรือแม้กระทั่งระหว่างการเก็บรักษา เชื้อสาเหตุนี้มีทั้งที่เป็น เชื้อที่เจริญเข้าไปในเนื้อเยื่อต่างๆ ของเมล็ด หรือภายใต้เปลือกเมล็ด (seed coat) หรือเป็นเชื้อที่ติด อยู่ตามผิวเท่านั้น (สุคฤดี ประเทืองวงศ์. 2527)

การปนเปื้อนของเชื้อราในเมล็ดพันธุ์พืช จะส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ ความงอกของ เมล็ดพันธุ์ลดลง และส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืชโดยตรง การแพร่กระจายของเชื้อราในโรงเก็บอาจ อยู่ในรูปของเส้นใย หรือสปอร์ และสามารถอาศัยอยู่ในเมล็ดพันธุ์เป็นระยะเวลาอันยาวนาน เมื่อ สภาพแวดล้อมเหมาะสม การเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ของเชื้อราจะเกิดขึ้น ได้อย่างรวดเร็ว และเชื้อรา บางชนิดอาจสร้างสารพิษขึ้นมาทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ตัวอย่างของเชื้อราในโรงเก็บที่ สำคัญ เช่น *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp., *Fusarium* spp. และ *Penicillium* spp. เป็นต้น แต่ที่ พบมากมีอยู่ 2 ชนิด คือ เชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. (สมบัติ ศรีชูวงศ์. 2534; กัญจน พุทธสมัย. 2538) เชื้อราเหล่านี้สามารถสร้างสารพิษได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *A. flavus* จะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็ง และเป็นพิษต่อตับ (สุกัญญา กอง

เงิน. 2540) และ สาร citreoviridin ที่เกิดจากเชื้อ *Penicillium* spp. ทำให้เกิดอาการอัมพาต เป็นต้น (มานพ นชะพงษ์. 2549) ดังนั้นการป้องกันกำจัดไม่ให้เกิดการระบาดของโรคในโรงเก็บเมล็ดจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

## 2.4 การจัดการและการควบคุมโรคในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์พืช

สมบัติ ศรีชูวงศ์ (2534) ได้อธิบายถึงการจัดการและการควบคุมโรคในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์พืชไว้ดังนี้

2.4.1 ควรเก็บเมล็ดพันธุ์ที่แห้งสนิท หรือหลังการเก็บเกี่ยวควรนำมาเมล็ดไปตากแดดให้แห้งก่อนนำมาเก็บรักษา

2.4.2 ลักษณะ โรงเก็บเมล็ดควรมีการถ่ายเทอากาศที่ดี

2.4.3 ไม่ควรนำเมล็ดพันธุ์จากต้นที่เป็นโรคมานำเมล็ดเนื่องจากเชื้อสามารถติดต่อกันทางเมล็ด

2.4.4 หลังการเก็บเกี่ยวเมื่อพบต้นที่เป็นโรค ควรเผาหรือทำลายทิ้ง

2.4.5 ก่อนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ควรมีการคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีเพื่อป้องกันเชื้อสาเหตุโรคพืชในระหว่างการเก็บรักษา เช่น สาร Vitavax<sup>®</sup>, Captan<sup>®</sup>, Mancozeb<sup>®</sup>

## 2.5 ข้อดี และข้อเสียของการใช้สารเคมี

การคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม ซึ่งมีข้อดีในแง่ของต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้ฉีดพ่นทางใบ หรือการราดสารเคมีลงดิน และการคลุกเมล็ดอย่างทั่วถึงจะหยุดการพัฒนาของเชื้อราได้ดี แต่การใช้สารเคมีคลุกเมล็ดมีข้อเสียที่ต้องคำนึงถึงดังนี้ (สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. 2543)

2.5.1 เป็นพิษต่อคนและสัตว์ เนื่องจากสารเคมีส่วนมากผลิตจากสารอนินทรีย์ บางชนิดมีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ ซึ่งทำให้เกิดพิษต่อสัตว์ทุกชนิดรวมทั้งมนุษย์

2.5.2 สารที่ใช้กำจัดเชื้อโรคบางชนิดทำให้พืชเกิดอาการผิดปกติ เช่นทำให้ใบแห้ง ซึ่งเป็นอาการเป็นพิษต่อพืช (phytotoxic) โดยตรง

2.5.3 สารเคมีทุกชนิดมีการสลายตัวในธรรมชาติ โดยเกิดจากการทำปฏิกิริยากับแสงแดด ความร้อนหรือกับสารต่างๆ ในดินหรือย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ซึ่งส่งผลให้เปลี่ยนแปลงรูปแบบโครงสร้างทางเคมี บางส่วนสะสม และอยู่ในธรรมชาติ เช่น ในดิน ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

2.5.4 เชื้อโรคอาจเกิดการดื้อยา ซึ่งเมื่อมีการดื้อยาเกิดขึ้นทำให้เกษตรกรใช้สารเคมีในปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมมากตามไปด้วย

2.5.5 สารเคมีอาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ ทำให้สมดุลของสิ่งมีชีวิตเสียไป

2.5.6 ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสารเคมีเกือบทุกชนิดเป็นสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ต้องเสียค่าการนำเข้าเป็นเงินจำนวนมาก

จากผลเสียของการใช้สารเคมีดังกล่าว นักวิชาการจึงสนใจในการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ เพื่อทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งการวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงผลของ สารระเหยหรือน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชหลายชนิดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ เช่น การใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* บนอาหาร PDA (นฤมล มงคลธนวัฒน์. 2545)

## 2.6 การใช้น้ำมันหอมระเหยในการป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์

น้ำมันหอมระเหย หรือ essential oil หมายถึง น้ำมันที่พืชสร้างขึ้นและเก็บไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล ลำต้น ตลอดจนเมล็ด ซึ่งจะพบแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด คุณสมบัติที่เด่นชัดของน้ำมันหอมระเหย คือ มีกลิ่นหอม และระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ เป็นของเหลวใสที่ไม่มีสีหรือมีสีอ่อน และมีกลิ่นเฉพาะ คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมี (สิริลักษณ์ มาลานิยม. 2545) เช่น น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกะเพรา มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ methyl chavicol, linalol และ eugenol น้ำมันหอมระเหยโหระพามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ methyl chavicol, alpha-humulene และ eugenol (เฉลิมชัย วงษ์อารี และวาริช ศรีละออง. 2551) น้ำมันหอมระเหยจากใบพลู มีสารสำคัญคือ chavicol ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด (วิศิษฐ์ เกตุปัญญาวงศ์. 2551) และน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดและส้มโอ มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ B-pinene, limonene, sabinene และ citronella ซึ่งมีคุณสมบัติในการบรรเทาอาการกล้ามเนื้อกระตุก กล้ามเนื้อบวม ระงับกลิ่น นำเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย (สมสุข มัจฉาชีพ. 2534)

Chatterjee (1990) ศึกษาผลการยับยั้งการเจริญและการปนเปื้อนของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษา โดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากชมพูเห็ดเทศ กานพลู และ geranium ความเข้มข้น 30 µl/g (เมล็ด) โปยกี้ก ความเข้มข้น 40 µl/g (เมล็ด) และโหระพา ความเข้มข้น 50 µl/g (เมล็ด) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Curvularia pallescens*, *Chaetomium inclicum*, *A. glaucus*, *A. niger* และ *A. sydowi* ได้ และในสภาพนอกห้องปฏิบัติการ น้ำมันหอมระเหยจากชมพูเห็ดเทศ ขิง และเทียนขาว สามารถยับยั้งการปนเปื้อนเชื้อรา *A. flavus* ในเมล็ดข้าวโพดได้ ที่ระดับความเข้มข้น 50 µl/g (เมล็ด)

เอกสารนี้เป็น Mahmoūd (1994) ศึกษาผลของสารจากน้ำมันหอมระเหย 20 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm พบว่าสารจากน้ำมันหอมระเหย 5 ชนิด ได้แก่ geraniol, nerol, citronella (aliphatic oil),

cinamaldehyde (aromatic aldehyde) และ thymol (phenolic ketone) ให้ผลดีที่สุด และเมื่อทดสอบเพิ่มเติมเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของน้ำมันหอมระเหย 5 ชนิด ที่สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสารอะฟลาทอกซินได้ พบว่า ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของ น้ำมันหอมระเหย geraniol และ citronella สามารถยับยั้งได้คือ 500 ppm และ น้ำมันหอมระเหย thyme และ cinamaldehyde สามารถยับยั้งได้ที่ระดับความเข้มข้น 250 และ 200 ppm ตามลำดับ และยังพบอีกว่า สาร citral, citronella และ eugenol ในน้ำมันหอมระเหย จะสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสารอะฟลาทอกซินได้มากกว่า 8 วัน อย่างไรก็ตามหลังจาก 15 วัน สารในน้ำมันหอมระเหยไม่สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษได้ ทำให้เชื้อราผลิตสารพิษมากกว่าชุดควบคุม

Paster *et al.* (1995) ได้ทดสอบน้ำมันหอมระเหยจาก oregano, thyme ต่อการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *A. ochraceus* ในเมล็ดข้าวสาลีเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำหอมระเหยจาก oregano ที่ความเข้มข้น 2  $\mu\text{L}$  สามารถยับยั้งการเกิดเส้นใย และที่ระดับความเข้มข้น 2–2.5  $\mu\text{L}$  สามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อราได้

Montes-Belmont and Corvajal (1998) ศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่ปนเปื้อนในเมล็ดข้าวโพด โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืช 11 ชนิด พบว่าสารประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยอบเชย สะระแหน่ โหระพา, origanum, epazote, thyme และ กานพลู สามารถป้องกันการปนเปื้อนเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดได้ และสารประกอบ thymol, *o*-methoxycinnamaldehyde ที่ได้จากน้ำมันหอมระเหย thyme, origanum และ อบเชย สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 3 - 8 เปอร์เซ็นต์ และสารนี้ยังคงตกค้างในเมล็ดข้าวโพด เมื่อตรวจสอบหลังการใช้สารเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แต่พบว่าไม่เป็นพิษต่อพืช

Kritzinger *et al.* (2002) ทดสอบประสิทธิภาพของพืชน้ำมันหอมระเหย ที่มีต่อเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดถั่วพุ่ม ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Fusarium oxysporum*, *F. equiseti* และ *Penicillium chrysogenum* โดยการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการพบว่า น้ำมันหอมระเหยจาก thyme และกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm ตามลำดับ ในขณะที่สะระแหน่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ที่ 2,000 ppm และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหย thyme กานพลู และสะระแหน่ มาทดสอบผลการยับยั้งเชื้อราในโรงเก็บเมล็ดถั่วพุ่มนอกห้องปฏิบัติการ โดยปล่อยให้มีการปนเปื้อนของเชื้อราตามธรรมชาติ และการทำให้ติดเชื้อโดยการปลูกถ่ายลงไป พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งสามชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ในระดับความเข้มข้นต่างกัน และส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและการเจริญของถั่วพุ่มเพิ่มขึ้น

Atanda *et al.* (2006) ศึกษาการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* CFR 223 โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยโหระพา อบเชย ผักชี และใบกระวาน

ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 1-5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด 5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) น้ำมันหอมระเหยโหระพาสารสามารถควบคุมการเจริญและการผลิตสารอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* CFR 223 ได้ดีที่สุด และสามารถควบคุมเชื้อราในเมล็ดข้าวฟ่างได้นานถึง 32 วัน

สำหรับประเทศไทย มีการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับการใช้สารระเหย หรือน้ำมันหอมระเหยจากพืช ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่นเดียวกัน เช่นงานทดลองของ สุภัทรา จามกระโทก และคณะ (2545) รายงานการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบ และน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (*Boesenbergia pandurata*) จิง (*Zingiber officinale*) และขมิ้น (*Curcuma longa*) ในการต่อต้านราสาเหตุโรคพืช 6 ชนิด คือ *Colletotrichum capsici* (2 สายพันธุ์), *Dothiorella* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Pestalotiopsis* sp. และ *Pythium aphanidermatum* พบว่าสารสกัดหยาบที่สามารถยับยั้งการเจริญของราได้ดีที่สุดคือ สารสกัดที่ได้จากจิง ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm ในอาหาร PDA โดยยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* ทุกสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบได้ระหว่าง 83 – 87 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งเชื้อรา *P. aphanidermatum* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือน้ำมันหอมระเหยกระชาย ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ในอาหาร PDA มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเส้นใยของรา *C. capsici* (สายพันธุ์ 170), *Dothiorella* sp., และ *P. aphanidermatum* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยับยั้งเชื้อรา *Pestalotiopsis* spp. ได้ 88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่า มี camphene, eucalyptol, ocimene, camphor และ geraniol เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในกระชาย โดย geraniol คือ สารสำคัญในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืช

นฤมล มงคลธนวัฒน์ (2545) ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโต และการสร้างสารอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม บนอาหาร PDA และในเมล็ดข้าวโพด พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา บนอาหาร PDA ได้ และที่ระดับความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน และการสร้างสปอร์บนเมล็ดข้าวโพดได้ ตามลำดับ

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินงานวิจัย

### 3.1 อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง

#### 3.1.1 พืชทดสอบ

- เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 (*Glycine max* (Linn.) Merr.)
- เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ พันธุ์ดีกาลับ (*Zea mays* Linn.)

#### 3.1.2 พืชทดลอง

- กะเพรา (*Ocimum sanctum* Linn., Labiatae)
- โหระพา (*Ocimum basilicum* Linn., Labiatae)
- มะกรูด (*Citrus hystrix* Linn., Rutaceae)
- ส้มโอ (*Citrus maxima* Merr., Rutaceae)

#### 3.1.3 อุปกรณ์

- ชุดกลั่น (cleverger apparatus)
- อ่างน้ำเย็น (cooling bath)
- ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
- หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)
- ตู้เขี่ยเชื้อ (laminar air flow)
- ขวดลีซานขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร

#### 3.1.4 สารเคมี

- อาหารสังเคราะห์ (potato dextrose agar; PDA)
- อาหารแข็ง (water agar; WA)
- แอทธิลแอลกอฮอล์ (ethylalcohol)
- คลอโรกซ์ (clorox)

### 3.2 สถานที่ดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะ  
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน

ทำการทดลองตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2550 ถึง ธันวาคม 2551

### 3.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ

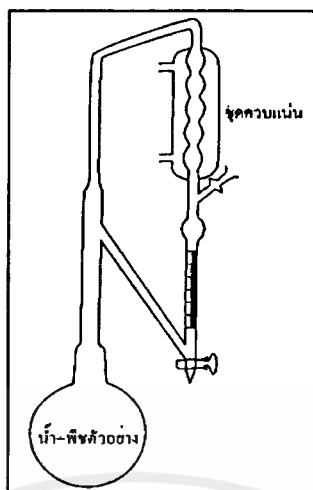
#### 3.4.1 การศึกษาผลของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่แยกได้จากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์

##### 3.4.1.1 การแยกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดอาหารสัตว์

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ มาแยกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด โดยวิธี tissue transplanting technique (ไพโรจน์ จ้วงพานิช. 2535) โดยการนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ แช่ด้วยคลอโรกซ์ ความเข้มข้น 10 % นาน 60 วินาที ล้างด้วยน้ำกลั่น และซับด้วยกระดาษชำระที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว และนำไปวางบนอาหารแข็ง (WA) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เมื่อปรากฏเส้นใยของเชื้อรา ทำการตัดปลายเส้นใย เลี้ยงในอาหาร PDA แล้วแยกเชื้อราแต่ละไอโซเลท (isolate) ให้บริสุทธิ์ ทำการจัดจำแนก และเก็บรักษาเชื้อราไว้เพื่อทดสอบในขั้นตอนต่อไป

##### 3.4.1.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหย

นำใบกะเพราและโหระพา ส่วนมะกรูดและส้มโอ ใช้เฉพาะผิวเปลือก ใส่ลงในเครื่องกลั่น cleverger apparatus (ภาพที่ 3.1) เติมน้ำให้ท่วม นำมาสกัดด้วยวิธีการต้มกลั่น (hydrodistillation) ให้ความร้อนด้วยหม้อต้มไฟฟ้า นาน 3 ชั่วโมง (Nikos and Costas. 2007) จนน้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำที่เกิดขึ้นจะพาน้ำมันหอมระเหยไปกระทบกับชุดควบแน่น ทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นของเหลวใสที่แยกตัวจากน้ำได้อย่างชัดเจน เก็บตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยไว้ในขวดที่บดแสง เพื่อทดสอบต่อไป



**ภาพที่ 3.1** ชุดเครื่องมือการดักกลั่นน้ำมันหอมระเหย (clevenger apparatus)

3.4.1.3 การศึกษาผลของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่แยกได้จากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ บนอาหาร PDA

จัดกลุ่มทดลองแบบ 4 x 8 factorial in Completely Randomized Design จำนวน 6 ซ้ำ

ปัจจัยแรกได้แก่ สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิด ได้แก่ กะเพรา โหระพา มะกรูด และส้มโอ

ปัจจัยที่สองได้แก่ ปริมาณน้ำมันหอมระเหยต่อปริมาตร 8 ระดับ ได้แก่ 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 ไมโครลิตร ต่อ จานทดลอง (petri dish) ขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร)

ดำเนินการทดสอบโดยเตรียมอาหาร PDA และย้ายเชื้อราบริสุทธิ์แต่ละไอโซเลท ที่แยกได้จากข้อ 3.4.1.1 โดยคัดปลายเส้นใยของเชื้อราขนาดไม่เกิน 1 ตารางมิลลิเมตร วางลงบนอาหาร PDA จากนั้นหยดน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข้อ 3.4.1.2 ลงบนกระดาษกรองที่ฝาจานทดลอง ตามความเข้มข้นที่กำหนด ปิดฝาจานทดลองให้สนิทและวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 9 วัน วัดการเจริญเติบโตของเชื้อราในรูปแบบเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (colony's diameter) และรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยคำนวณจากสูตร (Mostapha, 2004)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง} = \frac{A1 - A2}{A1} \times 100$$

A1 หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราในชุดที่ไม่มีน้ำมันหอมระเหย (ชม.)

A2 หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราในชุดที่มีน้ำมันหอมระเหย (ชม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยที่ดำเนินการโดยศูนย์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารระเหยจากน้ำมันหอมระเหยในระหว่างการรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดอาหารสัตว์

การศึกษาแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.4.2.1 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์

จัดกลุ่มทดลองแบบ 2 x 7 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ

ปัจจัยแรกได้แก่ อุณหภูมิในการเก็บรักษา 2 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิ 20<sup>o</sup>ซ

ปัจจัยที่สองได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษา 7 ระยะ ได้แก่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน

ดำเนินการ โดยนำน้ำมันหอมระเหย ที่แสดงผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีที่สุดในข้อ 3.4.1 อย่างน้อย 2 ชนิด มาทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ โดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดอาหารสัตว์ ใส่ในขวดสีชาขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว) จำนวน 60 เมล็ด ต่อซ้ำ จากนั้นหยคน้ำมันหอมระเหยปริมาณ 50 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรองเบอร์ 1 (ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว) ซึ่งติดอยู่กับฝาขวด ปิดขวดให้สนิท (ภาพที่ 3.2) ดำเนินการทดสอบผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตามปัจจัยที่กำหนด โดยนำเมล็ดพันธุ์พืชทั้ง 2 ชนิด ที่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหย เพาะบนอาหาร PDA และตรวจสอบการเจริญของเชื้อราที่เข้าครอบครองเมล็ด หลังเพาะเป็นเวลา 5 วัน (ภาพที่ 3.3) จากสูตร (3.1) (ดัดแปลงจาก สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. 2540) และรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับชุดควบคุมโดยคำนวณจากสูตร (3.2)

เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์

$$= \frac{\text{จำนวนเมล็ดพันธุ์ที่มีเชื้อราปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์}}{\text{จำนวนเมล็ดพันธุ์พืชที่สุ่ม}} \times 100 \dots \dots \dots (3.1)$$

เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อราที่รายงานผล

$$= \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ของชุดทดลอง}}{\text{เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ของชุดควบคุม}} \times 100 \dots \dots (3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะณใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขวดสีขาขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภาชนะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และ ข้าวโพดอาหารสัตว์



ภาพที่ 3.3 การประเมินการมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ด้วยสายตา

ก = ไม่มีการรอดชีวิตของเชื้อรา ข = มีการรอดชีวิตของเชื้อรา

3.4.2.2 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบริสุทธิ์ ที่ปลูกถ่ายลงบนเมล็ดพันธุ์พืช ในระหว่างการเก็บรักษา

จัดกลุ่มทดลองแบบ 2 x 7 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ

ปัจจัยแรกได้แก่ น้ำมันหอมระเหย 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา

ปัจจัยที่สองได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษา 7 ระยะ ได้แก่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน

ดำเนินการโดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดอาหารสัตว์ นึ่งฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121<sup>o</sup>ซ

ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปต้มด้วยน้ำเดือดนาน 3 และ 20 นาที ตามลำดับ ทั้งไว้ให้เย็น ทำการปลูกถ่ายเชื้อราบริสุทธิ์แต่ละ ไอโซเลท ที่แยกได้จากข้อ 3.4.1.1 โดยนำสปอร์ของเชื้อราบริสุทธิ์มาละลายในน้ำกลั่น (ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ) จากนั้นทำการเขย่าให้เข้ากัน และปลูกถ่ายเชื้อปริมาณ 20 ไมโครลิตร ลงบนเมล็ดพันธุ์ดังกล่าว จากนั้นนำเมล็ดวางในขวดสีขาขนาด 70

ลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ) จำนวน 3 เมล็ดต่อขวด จำนวน 90 ขวด (30 ขวด ต่อ ซ้ำ) ทำการหมักเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหย ที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครลิตร โดยหยดน้ำมันหอมระเหยบนกระดาษกรองที่ติดอยู่ที่ฝาขวด เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนผิวเมล็ดพันธุ์พืช เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีน้ำมันหอมระเหย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 90 วัน โดย ทุก 15 วัน ทำการประเมินการเกิดโรคด้วยสายตารางงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์พืช โดยคำนวณจากสูตร (ดัดแปลงจาก Mostapha. 2004)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง} = \frac{B1-B2}{B1} \times 100$$

B1 หมายถึง จำนวนขวดที่มีเชื้อราเกิดขึ้นในชุดควบคุมที่ไม่มีน้ำมันหอมระเหย

B2 หมายถึง จำนวนขวดที่มีเชื้อราเกิดขึ้นในชุดทดลองที่มีน้ำมันหอมระเหย

3.4.2.3 การศึกษาการคงประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบริสุทธิ์

จัดกลุ่มทดลองแบบ 2 x 7 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ

ปัจจัยแรก ได้แก่ อุณหภูมิในการเก็บรักษา 2 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิ 20°C

ปัจจัยที่สอง ได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษา 7 ระยะ ได้แก่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน

ทำการทดสอบโดยเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ไว้ภายใต้สภาวะ และระยะเวลาการเก็บรักษา เช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.1 ก่อนการเก็บรักษา และ ทุกๆ 15 วัน ระหว่างการเก็บรักษา ดำเนินการทดสอบตามวิธีเดียวกับข้อ 3.4.1.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย โดยวัดการเจริญเติบโตของเชื้อราในรูปแบบเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (colony's diameter) รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา จากสูตร (Mostapha. 2004)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง} = \frac{A1-A2}{A1} \times 100$$

A1 หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราในชุดที่ไม่มีน้ำมันหอมระเหย (ชม.)

A2 หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราในชุดที่มีน้ำมันหอมระเหย (ชม.)

3.4.2.4 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อความงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้า

จัดกลุ่มทดลองแบบ 2 x 7 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ

ปัจจัยแรก ได้แก่ อุณหภูมิในการเก็บรักษา 2 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิ 20°C

ปัจจัยที่สอง ได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษา 7 ระยะ ได้แก่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน

ทำการทดสอบโดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ รมด้วยน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิด เก็บรักษาไว้ภายใต้สภาวะ และระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.1 ทุกๆ 15 วัน ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ จำนวน 50 เมล็ด ต่อซ้ำ โดยวิธี between paper (ISTA. 1999) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน หาเปอร์เซ็นต์ความงอก และวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยวัดความยาวราก ความสูงของต้นกล้า และหาน้ำหนักแห้ง (การหาน้ำหนักแห้งดำเนินการโดยนำส่วนของต้นกล้าถั่วเหลือง ไม่รวมใบเลี้ยง และข้าวโพด อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการรมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหย โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกของชุดทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกของชุดควบคุม}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้า} = \frac{\text{ความสูงต้นกล้าของชุดทดลอง} \times 100}{\text{ความสูงต้นกล้าของชุดควบคุม}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความยาวรากต้นกล้า} = \frac{\text{ความยาวรากต้นกล้าของชุดทดลอง} \times 100}{\text{ความยาวรากต้นกล้าของชุดควบคุม}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้า} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งต้นกล้าของชุดทดลอง} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งต้นกล้าของชุดควบคุม}}$$

### 3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

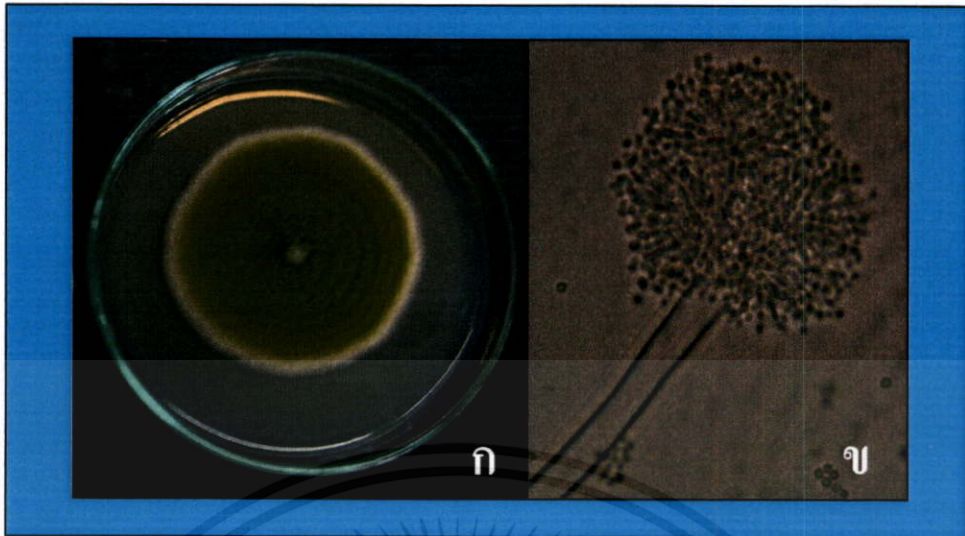
## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

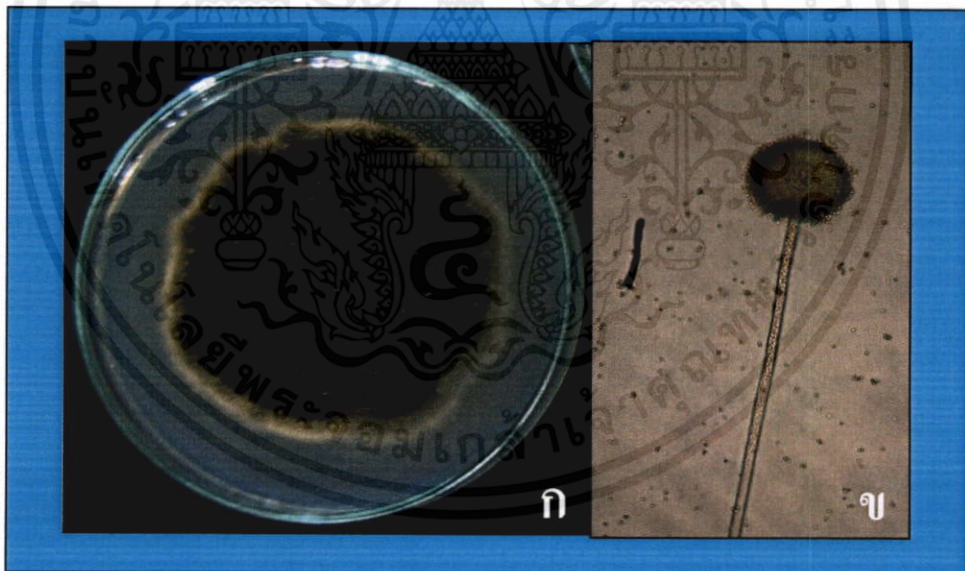
#### 4.1 การศึกษาผลของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่แยกได้จากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์

จากการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ โดยการแยกเชื้อจากเมล็ดพันธุ์พืชดังกล่าว พบเชื้อรา 3 ชนิด ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *Penicillium* sp. (ภาพที่ 4.1-4.3) และเมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิด ได้แก่ กะเพรา โหระพา มะกรูด และส้มโอ ที่ระดับความเข้มข้น 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 ไมโครลิตร ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์พืชทั้ง 3 ชนิด บนอาหาร PDA พบว่าน้ำมันหอมระเหยต่างชนิดกัน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และผลการยับยั้งจะเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสูงขึ้น (ภาพที่ 4.4 - 4.6) ซึ่งน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโหระพา ตั้งแต่ ความเข้มข้น 25 ไมโครลิตร ต่อ งานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราทั้ง 3 ชนิด คือ *A. flavus*, *A. niger* และ *Penicillium* sp. ได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) สำหรับน้ำมันหอมระเหยมะกรูด สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *A. niger* ได้อย่างสมบูรณ์เพียงชนิดเดียว ที่ระดับความเข้มข้น 25 ไมโครลิตร ต่อ งานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยส้มโอ ทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถยับยั้งเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ได้อย่างสมบูรณ์ (ภาพที่ 4.7 - 4.9 แสดงผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราทั้ง 3 ชนิด โดยน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด) และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยจากทุกระดับความเข้มข้น พบว่า น้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโหระพา มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมา ได้แก่ มะกรูด และส้มโอ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของการยับยั้ง (ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 1-35 ไมโครลิตร) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ได้ เฉลี่ยเท่ากับ 69.04, 57.13, 34.16 และ 19.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) เชื้อรา *A. niger* ได้ เฉลี่ยเท่ากับ 70.83, 64.95, 46.02 และ 3.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) และเชื้อรา *Penicillium* sp. ได้ เฉลี่ยเท่ากับ 58.67, 66.88, 41.29 และ 16.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

จากการทดลองเห็นได้ว่า น้ำมันหอมระเหยในพืชตระกูลกะเพรา-โหระพา มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus*, *A. niger* และ *Penicillium* sp. ได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยในพืชตระกูลส้ม (มะกรูดและส้มโอ) จึงคัดเลือกกะเพรา และโหระพา มาทดสอบในการทดลองที่ 2

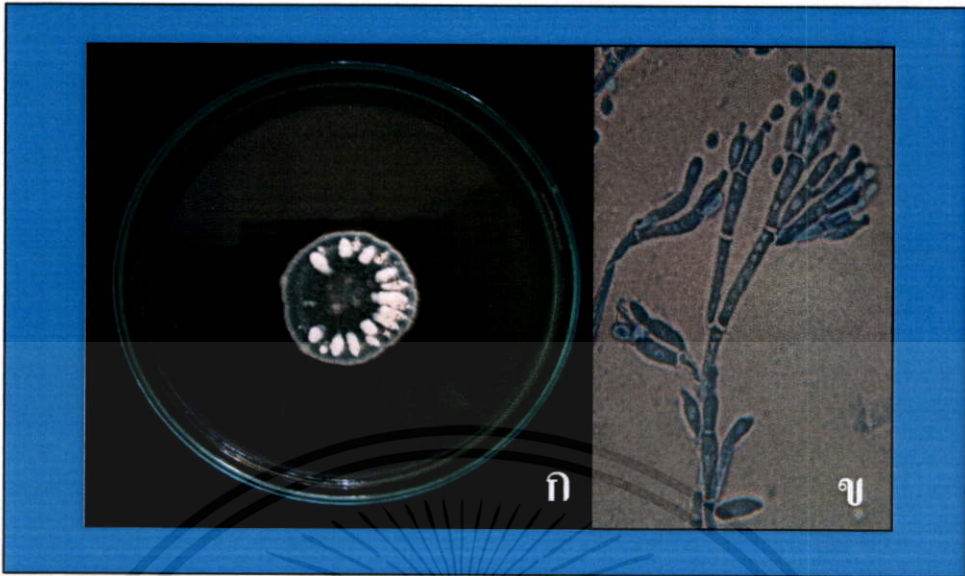


ภาพที่ 4.1 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Aspergillus flavus* บนอาหาร PDA (ก) และ conidial structure ที่กำลังขยาย 400 เท่า (ข)

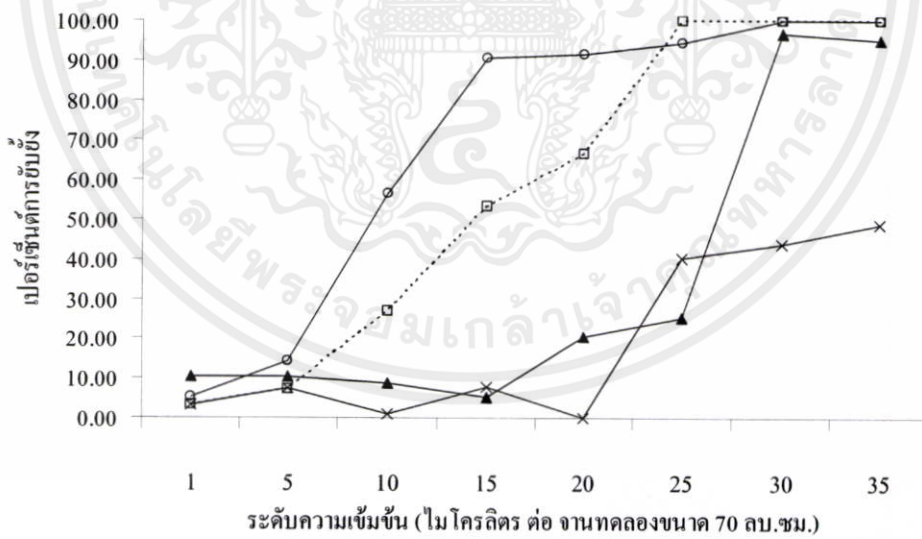


ภาพที่ 4.2 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Aspergillus niger* บนอาหาร PDA (ก) และ conidial structure ที่กำลังขยาย 400 เท่า (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



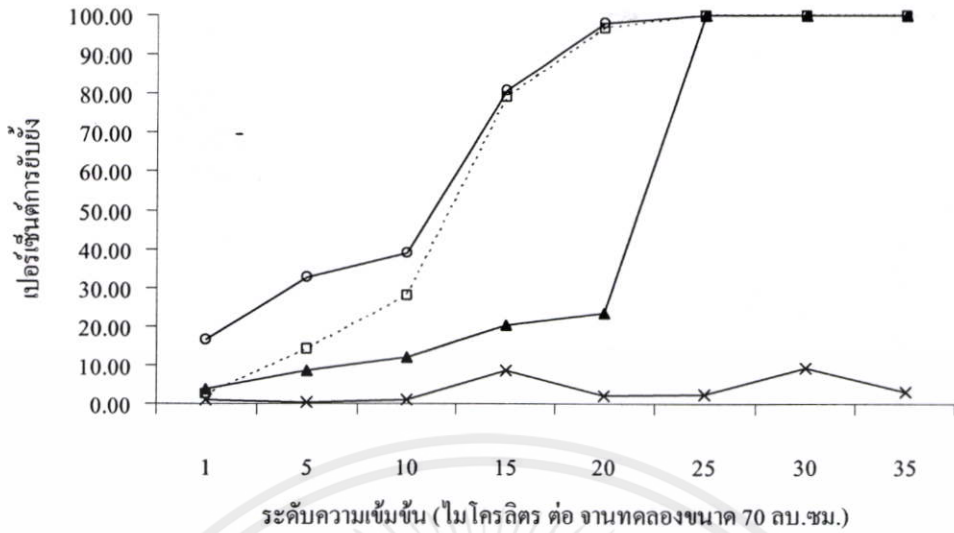
ภาพที่ 4.3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Penicillium* sp. บนอาหาร PDA (ก) และ conidial structure ที่กำลังขยาย 400 เท่า (ข)



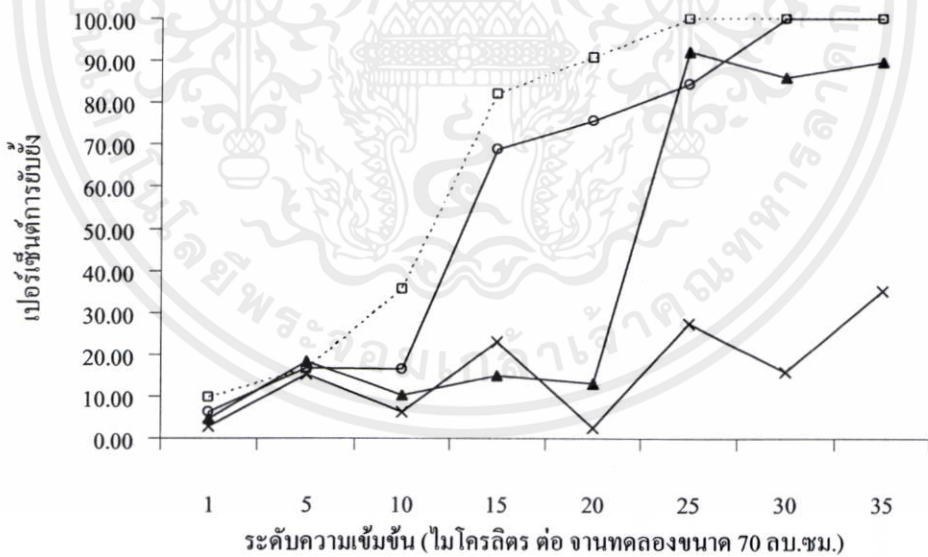
ภาพที่ 4.4 ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus flavus* ของน้ำมันหอมระเหย

กะเพรา (○) โหระพา (◻) มะกรูด (▲) และสัมนโอ (×) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 4.5** ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus niger* ของน้ำมันหอมระเหย กะเพรา (○) โหระพา (□) มะกรูด (▲) และส้มโอ (×) ที่ระดับความชื้นต่างๆ



**ภาพที่ 4.6** ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Penicillium* sp. ของน้ำมันหอมระเหย

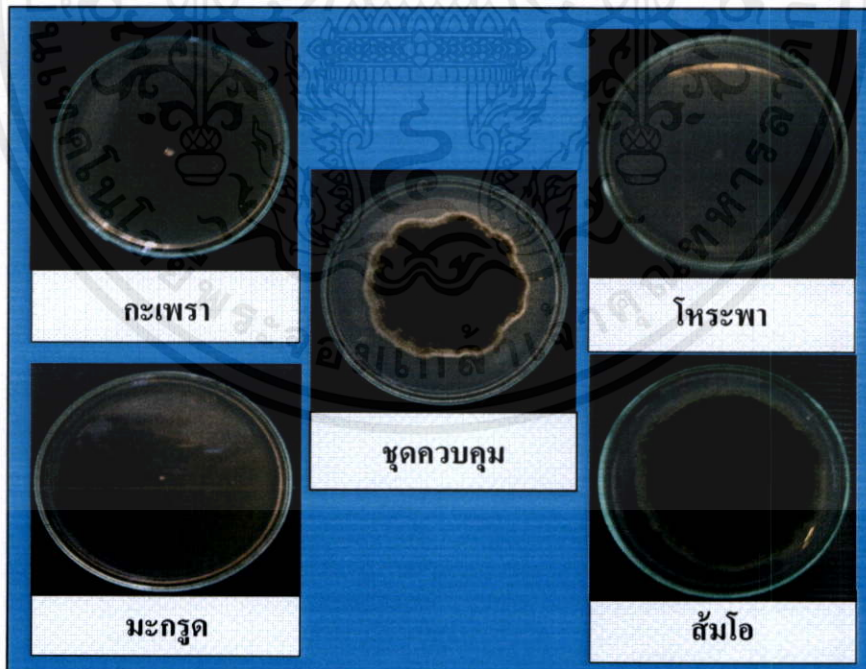
(○) กะเพรา (□) โหระพา (▲) มะกรูด (×) ส้มโอ ที่ระดับความชื้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



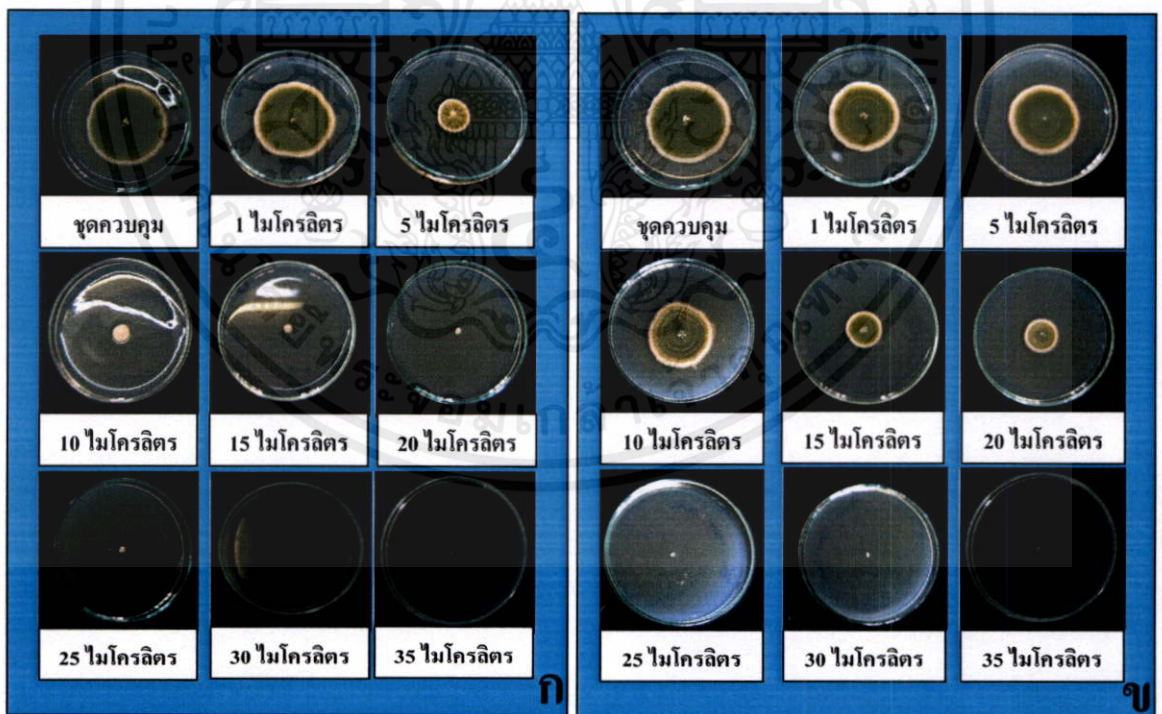
ภาพที่ 4.7 ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus flavus* ของน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด (35 ไมโครลิตร ต่อ งานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์ เซนติเมตร)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพที่ 4.8** ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus niger* ของน้ำมันหอมระเหย 4  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น ออกทางนามของให้คิดแบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด (35 ไมโครลิตร ต่อ งานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์  
 เซนติเมตร)



ภาพที่ 4.9 ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Penicillium* sp. ของน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด (35 ไมโครลิตร ต่อ จานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร)



ภาพที่ 4.10 ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *A. flavus* ของน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (ก) และน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ข) ที่ระดับความเข้มข้น 8 ระดับ (ไมโครลิตร ต่อ จานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

#### ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด

| น้ำมันหอมระเหย | ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ไมโครลิตร / 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร) (B) |                      |                    |                     |                     |                     |                     |                     |                      |                      | เฉลี่ย             |
|----------------|---|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
|                | 1   | 5                    | 10                 | 15                  | 20                  | 25                  | 30                  | 35                  |                      |                      |                    |
| กะเพรา         | 5.07 <sup>hi</sup>  | 14.14 <sup>gh</sup>  | 56.55 <sup>c</sup> | 90.57 <sup>a</sup>  | 91.42 <sup>a</sup>  | 94.59 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup>  | 69.04 <sup>A</sup> |
| โหระพา         | 3.32 <sup>hi</sup>  | 7.23 <sup>hi</sup>   | 26.84 <sup>f</sup> | 53.19 <sup>cd</sup> | 66.44 <sup>b</sup>  | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup>  | 57.13 <sup>B</sup> |
| มะกรูด         | 10.32 <sup>ghi</sup>  | 10.45 <sup>ghi</sup> | 8.81 <sup>hi</sup> | 5.34 <sup>hi</sup>  | 20.30 <sup>fg</sup> | 25.48 <sup>f</sup>  | 96.73 <sup>a</sup>  | 96.73 <sup>a</sup>  | 95.05 <sup>a</sup>   | 95.05 <sup>a</sup>   | 34.16 <sup>C</sup> |
| ส้มโอ          | 3.10 <sup>hi</sup>  | 7.32 <sup>hi</sup>   | 0.86 <sup>i</sup>  | 7.70 <sup>hi</sup>  | 0.00 <sup>i</sup>   | 40.13 <sup>c</sup>  | 43.67 <sup>de</sup> | 43.67 <sup>de</sup> | 48.86 <sup>cde</sup> | 48.86 <sup>cde</sup> | 19.06 <sup>D</sup> |
| เฉลี่ย         | 5.45 <sup>F</sup>   | 9.78 <sup>E</sup>    | 23.26 <sup>D</sup> | 39.20 <sup>C</sup>  | 44.54 <sup>C</sup>  | 65.05 <sup>B</sup>  | 85.10 <sup>A</sup>  | 85.10 <sup>A</sup>  | 85.98 <sup>A</sup>   | 85.98 <sup>A</sup>   |                    |

F-test A = 0.0001\*

F-test B = 0.0001\*

F-test AxB = 0.0001\*

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus niger* โดยน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิด

| น้ำมันหอมระเหย | ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (ไมโครลิตร / 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร) (B) |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     | เฉลี่ย             |
|----------------|---|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                | 1   | 5                    | 10                  | 15                  | 20                  | 25                  | 30                  | 35                  |                     |                     |                    |
| กะเพรา         | 16.52 <sup>gh</sup>   | 32.54 <sup>d</sup>   | 38.89 <sup>c</sup>  | 80.88 <sup>b</sup>  | 97.80 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 70.83 <sup>A</sup> |
| โหระพา         | 2.53 <sup>kl</sup>  | 14.00 <sup>ghi</sup> | 27.71 <sup>de</sup> | 78.93 <sup>b</sup>  | 96.41 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 64.95 <sup>B</sup> |
| มะกรูด         | 3.90 <sup>kl</sup>  | 8.71 <sup>ij</sup>   | 11.96 <sup>hi</sup> | 20.32 <sup>fg</sup> | 23.30 <sup>ef</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 46.02 <sup>C</sup> |
| ส้มโอ          | 1.14 <sup>l</sup>   | 0.34 <sup>l</sup>    | 1.12 <sup>l</sup>   | 8.48 <sup>ij</sup>  | 2.22 <sup>kl</sup>  | 2.39 <sup>kl</sup>  | 9.34 <sup>ij</sup>  | 3.04 <sup>kl</sup>  | 3.04 <sup>kl</sup>  | 3.04 <sup>kl</sup>  | 3.51 <sup>D</sup>  |
| เฉลี่ย         | 6.02 <sup>F</sup>   | 13.90 <sup>E</sup>   | 19.92 <sup>D</sup>  | 47.15 <sup>C</sup>  | 54.93 <sup>B</sup>  | 75.60 <sup>A</sup>  | 77.34 <sup>A</sup>  | 75.76 <sup>A</sup>  | 75.76 <sup>A</sup>  | 75.76 <sup>A</sup>  |                    |
| F-test A       | = 0.0001*   |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                    |
| F-test B       | = 0.0001*   |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                    |
| F-test AxB     | = 0.0001*   |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                    |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 4.3** เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Penicillium* sp. โดยน้ำหนักหอมระเหย 4 ชนิด

| น้ำหนักหอมระเหย (A) | น้ำหนักหอมระเหย (ไม่โครลิตร / 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร) (B) |                      |                      |                      |                     |                     |                      | เฉลี่ย              |                    |
|---------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
|                     | 1   | 5                    | 10                   | 15                   | 20                  | 25                  | 30                   |                     | 35                 |
| กะเพรา              | 6.08 <sup>hi</sup>                                      | 16.94 <sup>Fi</sup>  | 16.47 <sup>Fi</sup>  | 68.94 <sup>d</sup>   | 75.68 <sup>cd</sup> | 84.48 <sup>bc</sup> | 100.00 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup> | 58.67 <sup>B</sup> |
| โหระพา              | 9.80 <sup>ghi</sup>                                     | 16.45 <sup>Fi</sup>  | 35.42 <sup>c</sup>   | 82.06 <sup>bc</sup>  | 90.55 <sup>ab</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup> | 66.88 <sup>A</sup> |
| มะกรูด              | 4.76 <sup>hi</sup>                                      | 18.50 <sup>ghi</sup> | 10.17 <sup>ghi</sup> | 14.92 <sup>Fi</sup>  | 13.07 <sup>Fi</sup> | 92.27 <sup>ab</sup> | 85.99 <sup>abc</sup> | 89.83 <sup>ab</sup> | 41.29 <sup>C</sup> |
| ส้มโอ               | 2.91 <sup>i</sup>                                       | 15.35 <sup>Fi</sup>  | 6.22 <sup>hi</sup>   | 23.18 <sup>efg</sup> | 2.38 <sup>i</sup>   | 27.27 <sup>ef</sup> | 15.95 <sup>Fi</sup>  | 35.27 <sup>c</sup>  | 16.17 <sup>D</sup> |
| เฉลี่ย              | 5.89 <sup>D</sup>                                       | 16.81 <sup>C</sup>   | 17.07 <sup>C</sup>   | 47.27 <sup>B</sup>   | 45.42 <sup>B</sup>  | 76.00 <sup>A</sup>  | 75.49 <sup>A</sup>   | 81.27 <sup>A</sup>  |                    |
| F-test A            | = 0.0001*   |                      |                      |                      |                     |                     |                      |                     |                    |
| F-test B            | = 0.0001*   |                      |                      |                      |                     |                     |                      |                     |                    |
| F-test AxB          | = 0.0001*   |                      |                      |                      |                     |                     |                      |                     |                    |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของจุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของจุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 4.2 การศึกษาผลของระยะเวลา และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดอาหารสัตว์

### 4.2.1 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์

#### เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

จากการทดลอง รมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ ด้วยน้ำมันหอมระเหย กะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิที่ต่างกัน 2 ระดับ เป็นเวลา 90 วัน จากนั้นในระหว่างการเก็บรักษาทุก 15 วัน นำเมล็ดพันธุ์เพาะบนอาหาร PDA พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกันไม่สามารถลดปริมาณเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดได้ ซึ่งเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ (ภาพที่ 4.12 และ 4.13) โดยมีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4)

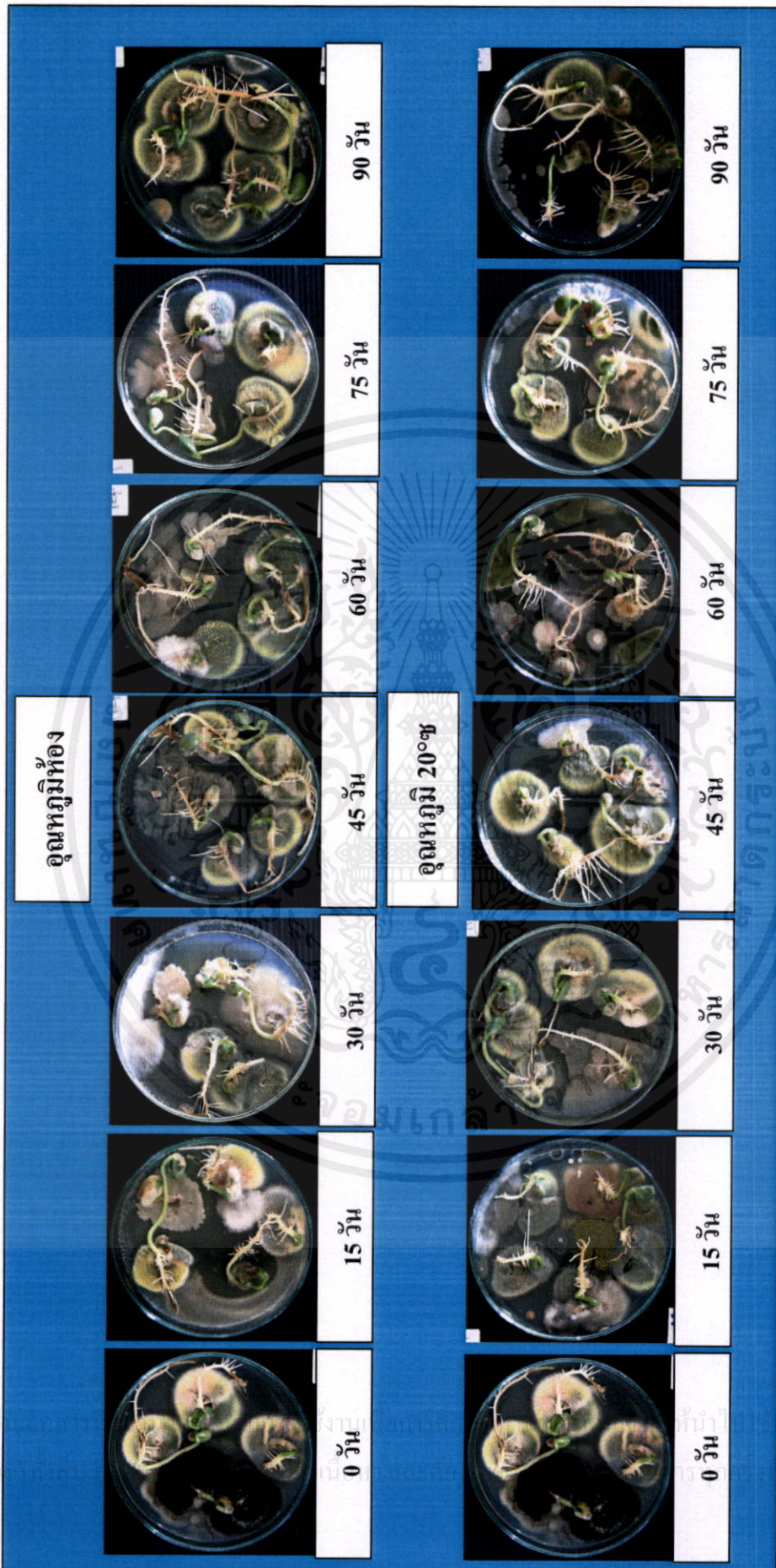
#### เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์

การรมเมล็ดข้าวโพดอาหารสัตว์ ด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ในทำนองเดียวกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (ภาพที่ 4.15 และ 4.16) โดยเชื้อราสามารถมีชีวิตรอดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4** เบื้องต้นการมีชีวิตรอดของเชอราที่ป็นเื่ออนมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ที่ผ่านการรมด้วยน้ำนหอมระเหย กะเพรา และโหระพา  
 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

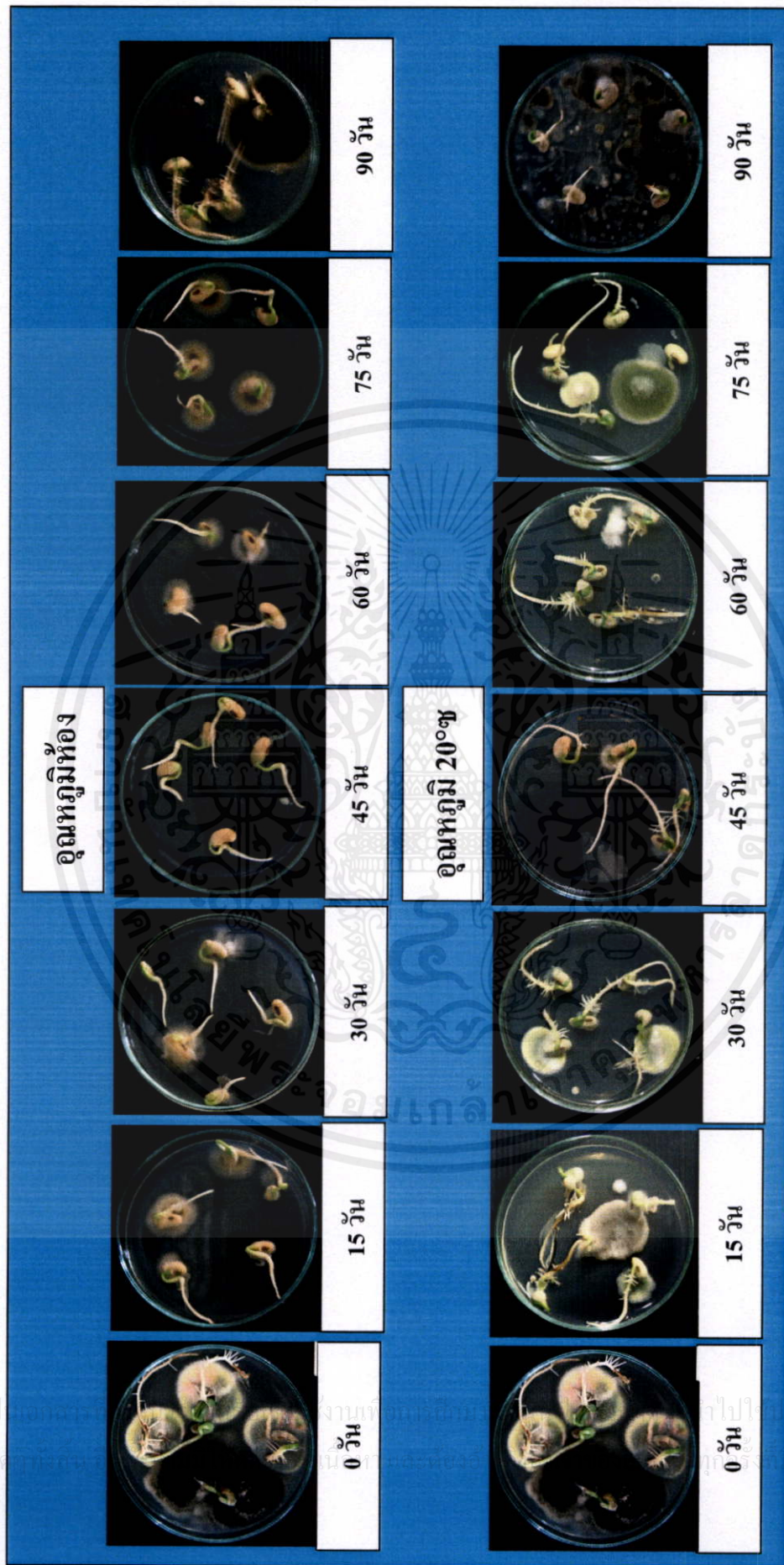
| เมล็ดพันธุ์ | ชนิดน้ำนหอม | อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) |       |       |       |       |       |       | เฉลี่ย |       |
|-------------|-------------|-------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
|             |             |                   | 0                          | 15    | 30    | 45    | 60    | 75    | 90    |        |       |
| ถั่วเหลือง  | กะเพรา      | ห้อง              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |
|             |             | 20°C              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |
| โหระพา      | โหระพา      | ห้อง              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |
|             |             | 20°C              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |
| ข้าวโพด     | กะเพรา      | ห้อง              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |
|             |             | 20°C              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |
| โหระพา      | โหระพา      | ห้อง              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |
|             |             | 20°C              | 100.0                      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0  | 100.0 |



ภาพที่ 4.11 การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ในชุดควบคุม



ภาพที่ 4.12 การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวที่งอกในชุดทดลองที่รูดด้วยน้ำมือนหอมระเหยกะเพรา



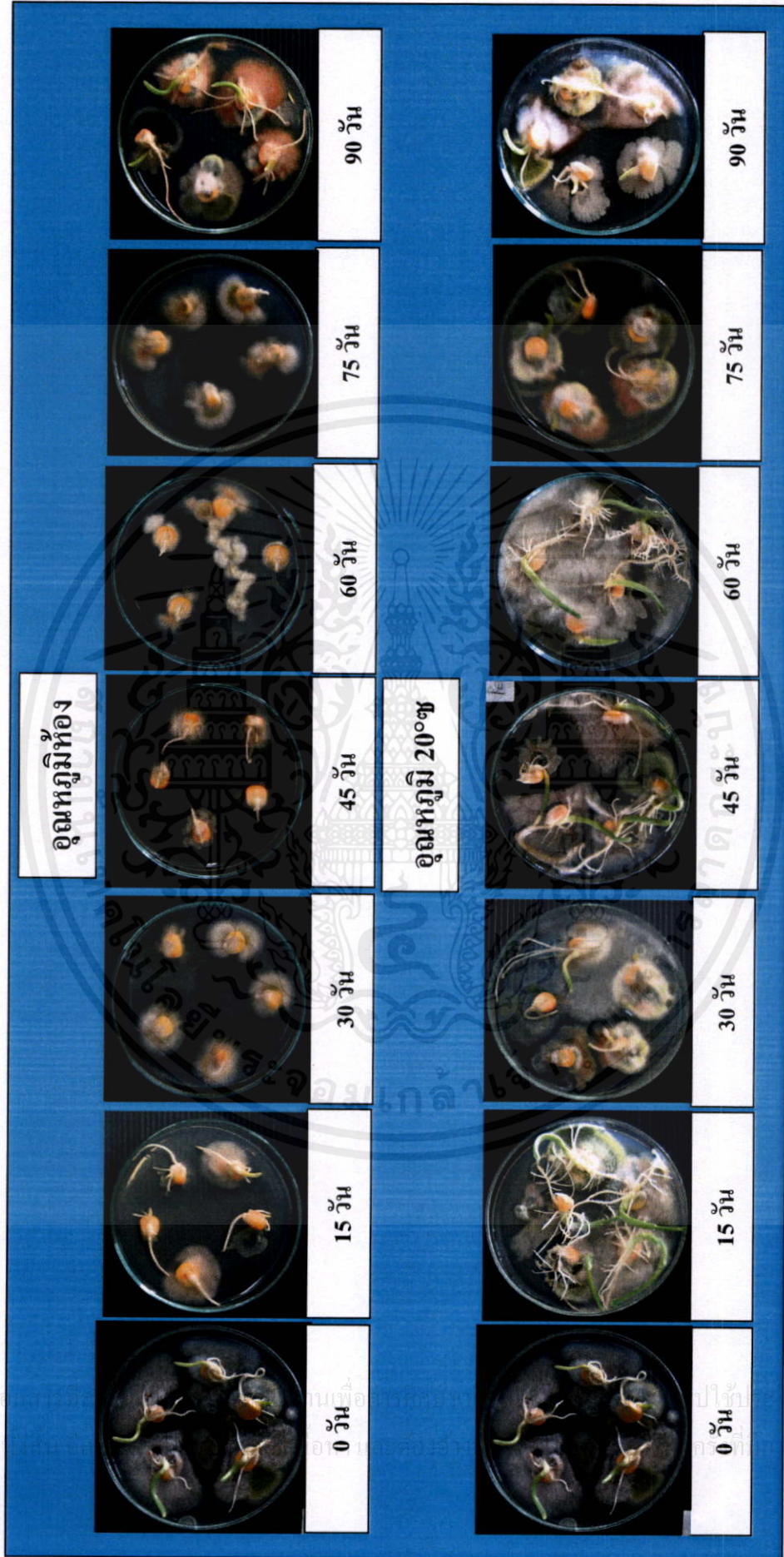
ภาพที่ 4.13 การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เลี้ยงในชุดทดลองที่รวมด้วยน้ำหมอมะเขยโฮระพา

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
ไม่ว่ากรณีใดๆ กรุณาแจ้งมาที่ฝ่ายประชาสัมพันธ์ โทร. 0 2214 9999

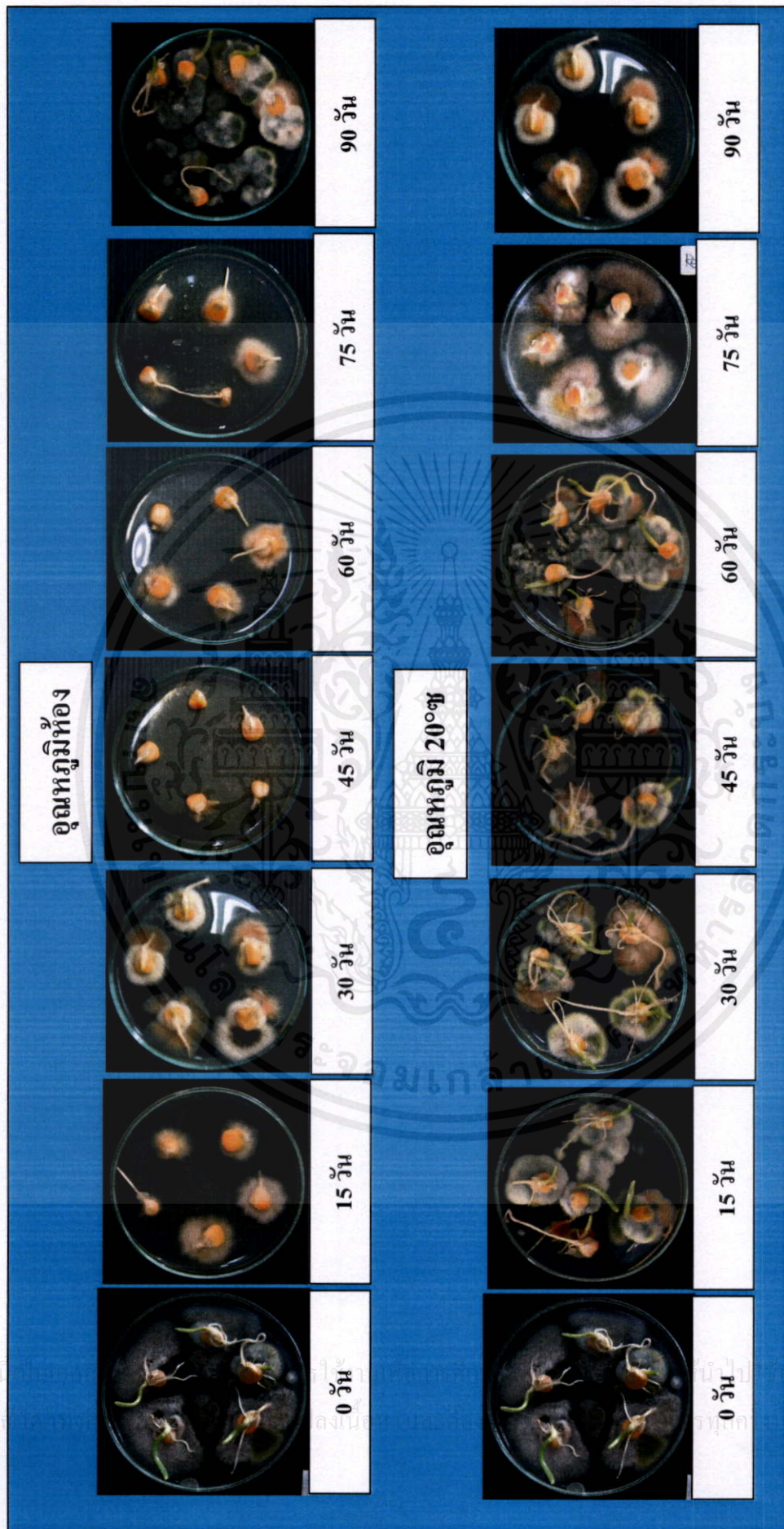
ถ้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
กรุณาแจ้งการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ในชุดควบคุม



ภาพที่ 4.15 การมีชีวิตรอดของเข็รราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ในชุดทดลองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา



ภาพที่ 4.16 การมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ในชุดทดลองที่รวมด้วยน้ำหมอมะเขยไทรระพา

## 4.2.2 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบริสุทธิ์ที่ปลูกถ่ายลงบนเมล็ดพันธุ์พืช ในระหว่างการเก็บรักษา

การปลูกถ่ายเชื้อรา ลงบนผิวเมล็ดพันธุ์พืช ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ เปรียบเทียบได้กับการที่เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งในการทดลองนี้ เชื้อราที่แยกได้ในการทดลองที่ 1 ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *Penicillium* sp. เมื่อทำการปลูกถ่ายเชื้อทั้ง 3 ชนิด ลงบนผิวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ แล้วรมด้วยน้ำมันหอมระเหย และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน เพื่อศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ผิวเมล็ด และเชื้อราที่ปนเปื้อนในระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองปรากฏ ดังนี้

### 4.2.2.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus*

ผลการทดสอบ พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิด สามารถควบคุมการปนเปื้อนและการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* บนผิวเมล็ดพันธุ์ได้แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งการรมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อรา ด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยกะเพรา โดยสามารถยับยั้งได้เฉลี่ย 50.48 และ 48.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) และเมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษา ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 4.5) โดยน้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* ได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) นาน 15 วัน ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยกะเพรายับยั้งได้ 81.11 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาที่เท่ากัน

สำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ พบว่า น้ำมันหอมระเหยต่างชนิดกันสามารถควบคุมการปนเปื้อนและการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* ได้แตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้งได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยกะเพราเช่นกัน และการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย พบว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนเมล็ดข้าวโพดอาหารสัตว์ได้อย่างสมบูรณ์ นาน 45 วัน (ภาพที่ 17) ส่วนน้ำมันหอมระเหยกะเพราสามารถยับยั้งได้สมบูรณ์เพียง 15 วัน (ภาพที่ 18)

### 4.2.2.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger*

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโหระพา สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* บนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ได้แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งน้ำมันหอมระเหยโหระพา สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีกว่าน้ำมันหอม

ระเหยกะเพรา โดยสามารถยับยั้งได้เฉลี่ย 66.98 และ 31.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และประสิทธิภาพการยับยั้งจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

สำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ พบว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. niger* บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ได้เฉลี่ยเท่ากับ 60.95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยกะเพรายังได้ 22.86 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพการยับยั้งจะลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.20)

#### 4.2.2.3 ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Penicillium* sp.

จากการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Penicillium* sp. บนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พบว่า น้ำมันหอมระเหยต่างชนิดกัน สามารถควบคุมการปนเปื้อนและการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Penicillium* sp. ได้แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งการรมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อรา ด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีกว่า น้ำมันหอมระเหยกะเพรา โดยมีค่าเฉลี่ยของการยับยั้งเท่ากับ 58.73 และ 34.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราโดยน้ำมันหอมระเหยลดลง อย่างไรก็ตาม น้ำมันหอมระเหยโหระพา สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ได้นานถึง 30 วัน (ตารางที่ 4.7)

สำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ พบว่า น้ำมันหอมระเหยต่างชนิดกันสามารถควบคุมการปนเปื้อนและการเจริญเติบโตของเชื้อราได้แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการยับยั้งบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง โดยน้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) นาน 30 วัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยกะเพรา สามารถยับยั้งได้สูงสุดคือ 82.22 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาได้ 15 วัน (ตารางที่ 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.5** เปรียบเทียบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่ปลูกถ่ายเชื้อบนผิวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์

| เมล็ดพันธุ์ | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                     |                     |                     |                    | เฉลี่ย             |                    |                    |
|-------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|             | 0                              | 15                  | 30                  | 45                  | 60                  | 75                 |                    | 90                 |                    |
| ถั่วเหลือง  | กะเพรา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 81.11 <sup>b</sup>  | 72.22 <sup>c</sup>  | 42.22 <sup>d</sup>  | 21.11 <sup>f</sup> | 21.11 <sup>f</sup> | 3.33 <sup>g</sup>  | 48.73 <sup>A</sup> |
|             | โหระพา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 74.44 <sup>c</sup>  | 32.22 <sup>e</sup>  | 15.56 <sup>f</sup> | 15.56 <sup>f</sup> | 15.56 <sup>f</sup> | 50.48 <sup>A</sup> |
|             | เฉลี่ย                         | 100.00 <sup>A</sup> | 90.56 <sup>B</sup>  | 73.33 <sup>C</sup>  | 37.22 <sup>D</sup>  | 18.33 <sup>E</sup> | 18.33 <sup>E</sup> | 9.45 <sup>F</sup>  |                    |
| ข้าวโพด     | F-test A =                     | 0.1159ns            |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test B =                     | 0.0001*             |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |
| ข้าวโพด     | กะเพรา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 71.11 <sup>b</sup>  | 41.11 <sup>c</sup>  | 7.78 <sup>e</sup>  | 2.22 <sup>e</sup>  | 2.22 <sup>e</sup>  | 46.35 <sup>B</sup> |
|             | โหระพา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>b</sup> | 100.00 <sup>b</sup> | 35.56 <sup>d</sup> | 35.56 <sup>d</sup> | 20.00 <sup>d</sup> | 70.16 <sup>A</sup> |
|             | เฉลี่ย                         | 100.00 <sup>A</sup> | 100.00 <sup>A</sup> | 85.56 <sup>B</sup>  | 70.56 <sup>C</sup>  | 21.67 <sup>D</sup> | 18.89 <sup>D</sup> | 11.11 <sup>E</sup> |                    |
|             | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test B =                     | 0.0001*             |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 4.6** เปรียบเทียบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ที่ปลูกถ่ายเชื่อมบนผิวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์

| เมล็ดพันธุ์ | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|-------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|             | 0                              | 15                  | 30                 | 45                 | 60                 | 75                 | 90                 | เฉลี่ย             |                    |                    |                    |
| ถั่วเหลือง  | กะเพรา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 64.44 <sup>c</sup> | 18.89 <sup>e</sup> | 18.89 <sup>e</sup> | 18.89 <sup>e</sup> | 0.00 <sup>f</sup>  | 0.00 <sup>f</sup>  | 0.00 <sup>f</sup>  | 0.00 <sup>f</sup>  | 31.59 <sup>B</sup> |
|             | โหระพา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 73.33 <sup>b</sup> | 73.33 <sup>b</sup> | 73.33 <sup>b</sup> | 73.33 <sup>b</sup> | 37.78 <sup>c</sup> | 37.78 <sup>c</sup> | 37.78 <sup>c</sup> | 37.78 <sup>c</sup> | 66.98 <sup>A</sup> |
|             | เฉลี่ย                         | 100.00 <sup>A</sup> | 68.89 <sup>B</sup> | 46.11 <sup>C</sup> | 46.11 <sup>D</sup> | 46.11 <sup>D</sup> | 18.89 <sup>E</sup> | 18.89 <sup>E</sup> | 18.89 <sup>E</sup> | 18.89 <sup>E</sup> |                    |
|             | F-test A =                     | 0.0001*             |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test B =                     | 0.0001*             |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| ข้าวโพด     | กะเพรา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 33.33 <sup>d</sup> | 13.33 <sup>d</sup> | 13.33 <sup>d</sup> | 0.00 <sup>e</sup>  | 0.00 <sup>e</sup>  | 0.00 <sup>e</sup>  | 0.00 <sup>e</sup>  | 0.00 <sup>e</sup>  | 22.86 <sup>B</sup> |
|             | โหระพา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 95.56 <sup>b</sup> | 93.33 <sup>b</sup> | 51.11 <sup>c</sup> | 51.11 <sup>c</sup> | 17.78 <sup>c</sup> | 17.78 <sup>c</sup> | 17.78 <sup>c</sup> | 17.78 <sup>c</sup> | 60.95 <sup>A</sup> |
|             | เฉลี่ย                         | 100.00 <sup>A</sup> | 64.44 <sup>B</sup> | 53.33 <sup>B</sup> | 32.22 <sup>C</sup> | 25.56 <sup>D</sup> | 8.89 <sup>D</sup>  | 8.89 <sup>D</sup>  | 8.89 <sup>D</sup>  | 8.89 <sup>D</sup>  |                    |
|             | F-test A =                     | 0.0001*             |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test B =                     | 0.0001*             |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|             | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

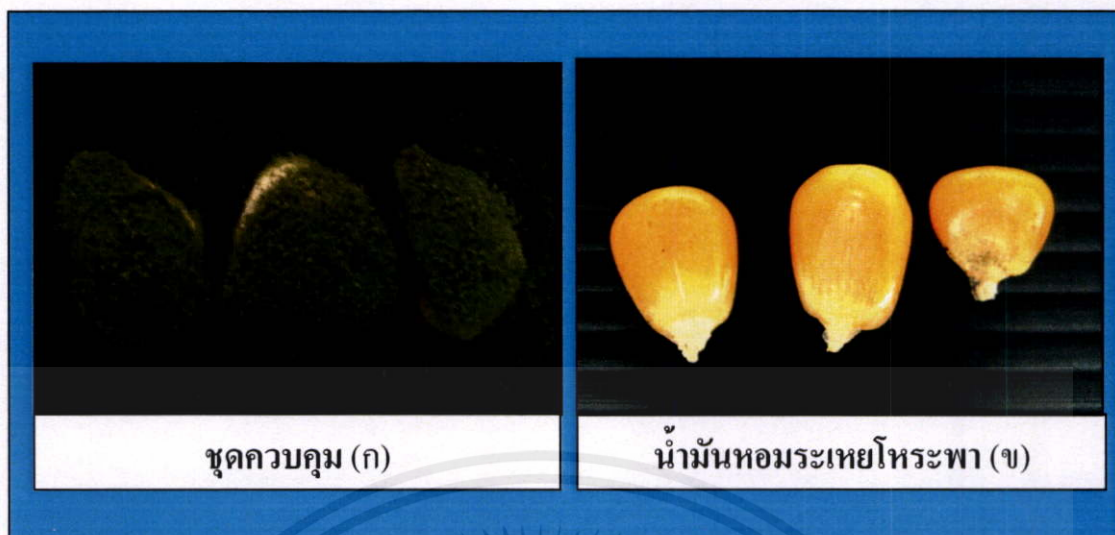
F-test ns = ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 4.7** เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Penicillium* sp. ที่ปลูกถ่ายเชื่อมบนผิวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์

| เมล็ดพันธุ์ | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |  |
|-------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|
|             | 0                              | 15                  | 30                  | 45                  | 60                 | 75                 | 90                 | เฉลี่ย             |                    |                    |  |
| ถั่วเหลือง  | (A)                            | 0                   | 15                  | 30                  | 45                 | 60                 | 75                 | 90                 |                    |                    |  |
|             | กะเพรา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 88.89 <sup>b</sup>  | 48.89 <sup>c</sup>  | 3.33 <sup>c</sup>  | 0.00 <sup>c</sup>  | 0.00 <sup>c</sup>  | 0.00 <sup>c</sup>  | 0.00 <sup>c</sup>  | 34.44 <sup>B</sup> |  |
|             | โหระพา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 90.00 <sup>b</sup>  | 90.00 <sup>b</sup>  | 33.33 <sup>d</sup> | 33.33 <sup>d</sup> | 32.22 <sup>d</sup> | 32.22 <sup>d</sup> | 32.22 <sup>d</sup> | 58.73 <sup>A</sup> |  |
| เฉลี่ย      | 100.00 <sup>A</sup>            | 89.44 <sup>B</sup>  | 69.44 <sup>C</sup>  | 18.33 <sup>D</sup>  | 16.67 <sup>D</sup> | 16.11 <sup>D</sup> | 16.11 <sup>D</sup> | 16.11 <sup>D</sup> |                    |                    |  |
| ข้าวโพด     | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |  |
|             | F-test B =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |  |
|             | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |  |
| ถั่วเหลือง  | กะเพรา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 82.22 <sup>b</sup>  | 80.00 <sup>b</sup>  | 32.22 <sup>d</sup> | 17.78 <sup>e</sup> | 17.78 <sup>e</sup> | 17.78 <sup>e</sup> | 17.78 <sup>e</sup> | 49.68 <sup>B</sup> |  |
|             | โหระพา                         | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup> | 63.33 <sup>c</sup> | 63.33 <sup>c</sup> | 63.33 <sup>c</sup> | 62.22 <sup>c</sup> | 62.22 <sup>c</sup> | 78.89 <sup>A</sup> |  |
|             | เฉลี่ย                         | 100.00 <sup>A</sup> | 91.11 <sup>B</sup>  | 90.00 <sup>B</sup>  | 47.78 <sup>C</sup> | 40.56 <sup>D</sup> | 40.56 <sup>D</sup> | 40.56 <sup>D</sup> | 40.00 <sup>D</sup> |                    |  |
| ข้าวโพด     | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |  |
|             | F-test B =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |  |
|             | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |  |

ตัวอักษรภายในกลุ่มพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)  
ตัวอักษรภายในกลุ่มพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 4.17 การเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย (ก) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ข)



ภาพที่ 4.18 การเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย (ก) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (ข) เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 การเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน



ภาพที่ 4.20 การเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* บนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ของชุดควบคุมที่ไม่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย (ก) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา (จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.3 การศึกษาการคงประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา

จากการศึกษาการคงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา โดยการนำน้ำมันหอมระเหยที่เก็บรักษาไว้มาทดสอบโดยตรงกับเชื้อราบริสุทธิ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่า การเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยไว้ในสภาวะอุณหภูมิแตกต่างกัน เป็นระยะเวลาแตกต่างกัน ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย โดยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา ที่ระดับความเข้มข้นที่ทดสอบ ยังคงประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ต่อเชื้อราบริสุทธิ์ ได้นาน 90 วัน โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราทั้ง 3 ชนิดได้อย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4.8)

**ตารางที่ 4.8** ประสิทธิภาพการคงฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยในระหว่างการเก็บรักษา รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *Penicillium* sp.

| เชื้อรา                | อุณหภูมิเก็บรักษา | น้ำมันหอมระเหย | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) |     |     |     |     |     |     | เฉลี่ย |     |
|------------------------|-------------------|----------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|
|                        |                   |                | 0                          | 15  | 30  | 45  | 60  | 75  | 90  |        |     |
| <i>A. flavus</i>       | ห้อง              | กะเพรา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        |                   | โหระพา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        | 20°C              | กะเพรา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        |                   | โหระพา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
| <i>A. niger</i>        | ห้อง              | กะเพรา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        |                   | โหระพา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        | 20°C              | กะเพรา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        |                   | โหระพา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
| <i>Penicillium</i> sp. | ห้อง              | กะเพรา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        |                   | โหระพา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        | 20°C              | กะเพรา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |
|                        |                   | โหระพา         | 100                        | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100    | 100 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.4 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืช

##### 4.2.4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก

###### เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการรมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการรมเมล็ด) และทำการทดสอบเปรียบเทียบผลของสภาวะเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน พบว่า การรมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ ในช่วง 0 – 45 วัน ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แต่ ความงอกจะลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน และจะสูญเสียความงอกทั้งหมด เมื่อเก็บรักษานานกว่า 75 วัน อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยโดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความงอกใกล้เคียงกับชุดควบคุม โดยมีความงอกสูงกว่าชุดควบคุมเฉลี่ย 2.07 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า จะทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องให้ความงอกมีค่าเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 75 วัน ในขณะที่การเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แม้ค่าความงอกจะลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 75 วัน แต่ยังคงมีค่าสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.9)

สำหรับการรมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิห้อง ส่งผลให้มีความงอกต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยการรมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่อุณหภูมิห้อง นาน 60 วัน ส่งผลให้ความงอกต่ำกว่าชุดควบคุมเฉลี่ย 26 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.9) และสูญเสียความงอกทั้งหมด เมื่อเก็บรักษานานกว่า 75 วัน ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความงอกสูงกว่าชุดควบคุม เฉลี่ย 4.41 เปอร์เซ็นต์ และค่าความงอกยังคงสูงกว่า 82 เปอร์เซ็นต์ แม้เก็บรักษาเมล็ดเป็นเวลา 75 วัน เช่นเดียวกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา

###### เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์

การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และเก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 2 ระดับ พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ไม่ว่าจะเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิห้อง หรือที่ 20 องศาเซลเซียส โดยความงอกของข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.60 และ 96.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการรมเมล็ด (ตารางที่ 4.10) และระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ในช่วง 45 วัน ของการเก็บรักษาไม่มีผลต่อความงอก โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ จะยังคงมีความงอกเฉลี่ยสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ แต่ความงอกจะลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 60 วัน

การรมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา พบว่า การรมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำมันหอมระเหย เก็บรักษาในสภาวะที่แตกต่างกัน ไม่มีผลทำให้ให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในช่วง 45 วันแรกของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับ การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา แต่ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ จะลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเมล็ดไวนานตั้งแต่ 60 วัน ขึ้นไปในทั้งสองสภาวะอุณหภูมิ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.9** เปรียบเทียบความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ที่เริ่มเมล็ดด้วยน้ำหมักและโหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

| ชนิดน้ำหมัก      | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                     |                     |                    |                     | เฉลี่ย              |                     |
|------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | (A)                            | 0                   | 15                  | 30                  | 45                 | 60                  |                     | 75                  |
| อุณหภูมิจับรักษา | ห้อง                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 89.1 <sup>abc</sup> | 96.0 <sup>ab</sup>  | 82.9 <sup>ab</sup> | 62.9 <sup>c</sup>   | 0.0 <sup>d</sup>    | 71.83 <sup>B</sup>  |
|                  | 20°C                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 106.8 <sup>ab</sup> | 105.3 <sup>ab</sup> | 98.5 <sup>ab</sup> | 114.6 <sup>ab</sup> | 87.3 <sup>abc</sup> | 102.07 <sup>A</sup> |
|                  | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 98.0 <sup>A</sup>   | 100.7 <sup>A</sup>  | 90.7 <sup>A</sup>  | 88.7 <sup>A</sup>   | 43.7 <sup>B</sup>   |                     |
|                  | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                     |                     |                     |
| โหระพา           | ห้อง                           | 100.0 <sup>b</sup>  | 92.1 <sup>bc</sup>  | 97.3 <sup>b</sup>   | 83.8 <sup>bc</sup> | 69.2 <sup>c</sup>   | 0.0 <sup>d</sup>    | 73.73 <sup>B</sup>  |
|                  | 20°C                           | 100.0 <sup>b</sup>  | 100.3 <sup>b</sup>  | 106.7 <sup>b</sup>  | 94.8 <sup>bc</sup> | 142.2 <sup>a</sup>  | 82.5 <sup>bc</sup>  | 104.41 <sup>A</sup> |
|                  | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 96.2 <sup>A</sup>   | 102.0 <sup>A</sup>  | 89.3 <sup>A</sup>  | 105.7 <sup>A</sup>  | 41.3 <sup>B</sup>   |                     |
|                  | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                     |                     |                     |
| อุณหภูมิจับรักษา | ห้อง                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 89.1 <sup>abc</sup> | 96.0 <sup>ab</sup>  | 82.9 <sup>ab</sup> | 62.9 <sup>c</sup>   | 0.0 <sup>d</sup>    | 71.83 <sup>B</sup>  |
|                  | 20°C                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 106.8 <sup>ab</sup> | 105.3 <sup>ab</sup> | 98.5 <sup>ab</sup> | 114.6 <sup>ab</sup> | 87.3 <sup>abc</sup> | 102.07 <sup>A</sup> |
|                  | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 98.0 <sup>A</sup>   | 100.7 <sup>A</sup>  | 90.7 <sup>A</sup>  | 88.7 <sup>A</sup>   | 43.7 <sup>B</sup>   |                     |
|                  | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                     |                     |                     |
| โหระพา           | ห้อง                           | 100.0 <sup>b</sup>  | 92.1 <sup>bc</sup>  | 97.3 <sup>b</sup>   | 83.8 <sup>bc</sup> | 69.2 <sup>c</sup>   | 0.0 <sup>d</sup>    | 73.73 <sup>B</sup>  |
|                  | 20°C                           | 100.0 <sup>b</sup>  | 100.3 <sup>b</sup>  | 106.7 <sup>b</sup>  | 94.8 <sup>bc</sup> | 142.2 <sup>a</sup>  | 82.5 <sup>bc</sup>  | 104.41 <sup>A</sup> |
|                  | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 96.2 <sup>A</sup>   | 102.0 <sup>A</sup>  | 89.3 <sup>A</sup>  | 105.7 <sup>A</sup>  | 41.3 <sup>B</sup>   |                     |
|                  | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                    |                     |                     |                     |

ตัวอักษรภายในวงเล็บที่ใหญ่น้อยในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภายในวงเล็บที่เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

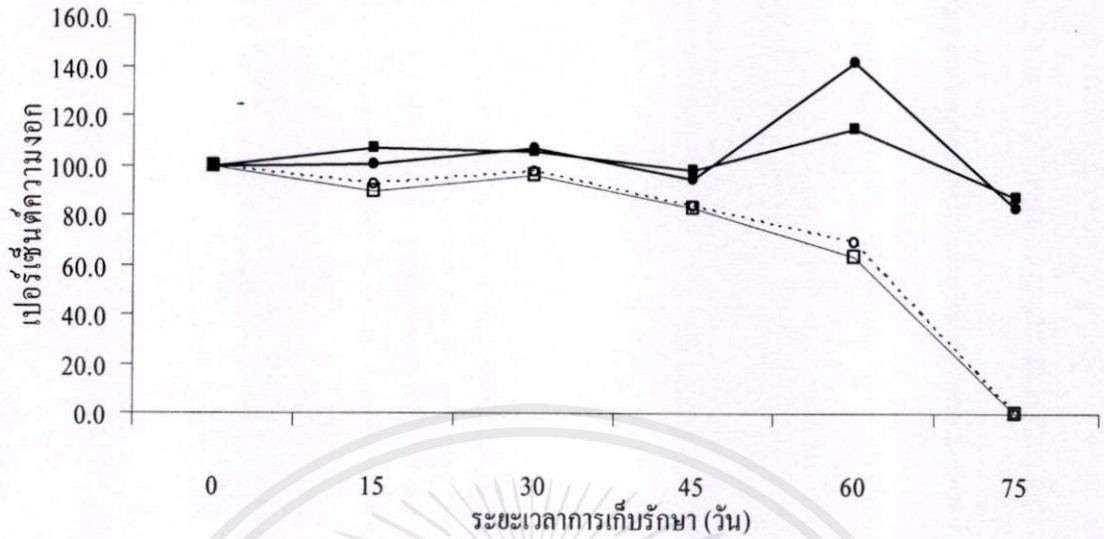
F-test ns = ไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 4.10** เปรียบเทียบความออกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมเมล็ดด้วยน้ำหมอมะเขษพรา และโรระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

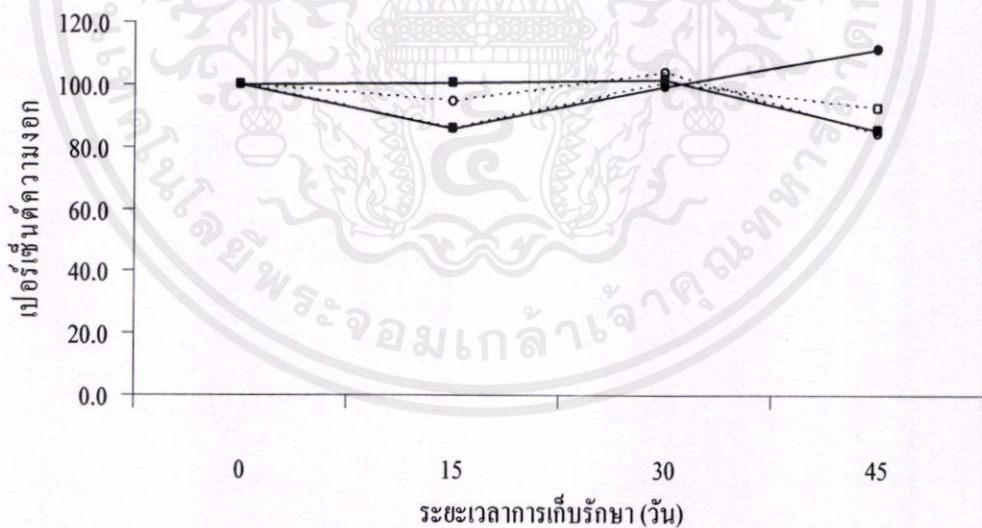
| ชนิดน้ำหมอมะเขษพรา | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                    |                     |                    |                    |
|--------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                    | (A)                            | 0                   | 15                 | 30                  | 45                 | เฉลี่ย             |
| กะเพรา             | ห้อง                           | 100.0 <sup>a</sup>  | 86.0 <sup>a</sup>  | 100.2 <sup>a</sup>  | 92.2 <sup>a</sup>  | 94.60 <sup>A</sup> |
|                    | 20°C                           | 100.0 <sup>a</sup>  | 100.4 <sup>a</sup> | 101.5 <sup>a</sup>  | 85.4 <sup>a</sup>  | 96.83 <sup>A</sup> |
|                    | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 93.2 <sup>A</sup>  | 100.8 <sup>A</sup>  | 88.8 <sup>A</sup>  |                    |
|                    | F-test A =                     | 0.2020ns            |                    |                     |                    |                    |
|                    | F-test B =                     | 0.6167 ns           |                    |                     |                    |                    |
|                    | F-test AxB =                   | 0.4057 ns           |                    |                     |                    |                    |
| โรระพา             | ห้อง                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 94.5 <sup>cd</sup> | 103.8 <sup>bc</sup> | 84.1 <sup>c</sup>  | 95.59 <sup>A</sup> |
|                    | 20°C                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 85.7 <sup>c</sup>  | 99.3 <sup>bc</sup>  | 111.2 <sup>a</sup> | 99.05 <sup>A</sup> |
|                    | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 90.1 <sup>A</sup>  | 101.6 <sup>A</sup>  | 97.6 <sup>A</sup>  |                    |
|                    | F-test A =                     | 0.0406*             |                    |                     |                    |                    |
|                    | F-test B =                     | 0.2213ns            |                    |                     |                    |                    |
|                    | F-test AxB =                   | 0.0011*             |                    |                     |                    |                    |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)  
 ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



**ภาพที่ 4.21** เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (□) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (■) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (○) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (●) เป็นเวลา 75 วัน



**ภาพที่ 4.22** เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (□) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (■) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (○) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (●) เป็นเวลา 45 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามมิให้คัดลอกสิ่งนี้ออกไป และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.4.2 ความสูงต้นกล้า

##### เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ผลการวัดความสูงต้นกล้าถั่วเหลืองจากเมล็ดที่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าต่ำกว่าชุดควบคุม และเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นเฉลี่ยต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าเฉลี่ยเท่ากับ 87.3 และ 99.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11) และเมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ความสูงต้นกล้าจะลดลงเมื่อเมล็ดพันธุ์ถูกเก็บรักษานานกว่า 60 วัน โดยเฉพาะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิห้อง ความสูงต้นกล้าจะมีค่าเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ (ไม่มีเมล็ดงอก) เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 75 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 60 วัน ไม่มีผลกระทบต่อความสูงต้นกล้าถั่วเหลือง แต่ความสูงจะลดลงเหลือ 64.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 75 วัน

การรมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา โดยเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิห้องส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าต่ำกว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญ และการเก็บรักษาที่ทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิ ต้นกล้าจะมีความสูงต่ำกว่าชุดควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.3 และ 95.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (ตารางที่ 4.11) เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าถั่วเหลืองมีความผันแปรโดยไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานกว่า 45 วัน โดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

##### เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์

การรมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา โดยเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน พบว่า ไม่มีผลทำให้ความสูงต้นกล้าแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4.12) เมล็ดพันธุ์จะสูญเสียความมีชีวิตหมดสิ้นเมื่อเก็บรักษานานกว่า 45 วัน

สำหรับผลของการรมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าไม่มีผลต่อความสูงของต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าเฉลี่ยเท่ากับ 123 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์ความสูงต่ำกว่าชุดควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 47.0 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าจะเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาในช่วง 30 – 45 วัน และจะสูญเสียความงอกไปหมดเมื่อเก็บรักษานานกว่า 60 วัน

**ตารางที่ 4.11** เปรียบเทียบความสูงต้นกล้าตัวเหลือง ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

| ชนิดน้ำมันหอม        | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                     |                      |                     |                      | เฉลี่ย             |                   |
|----------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
|                      | (A)                            | 0                   | 15                  | 30                   | 45                  | 60                   |                    | 75                |
| อุณหภูมิจึงเก็บรักษา | ห้อง                           | 100.0 <sup>cf</sup> | 134.8 <sup>a</sup>  | 110.4 <sup>bcd</sup> | 81.5 <sup>fg</sup>  | 96.9 <sup>def</sup>  | 0.0 <sup>i</sup>   | 87.3 <sup>B</sup> |
|                      | 20°C                           | 100.0 <sup>cf</sup> | 88.0 <sup>cf</sup>  | 103.0 <sup>cde</sup> | 122.6 <sup>ab</sup> | 117.6 <sup>abc</sup> | 64.9 <sup>h</sup>  | 99.4 <sup>A</sup> |
|                      | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 111.4 <sup>A</sup>  | 106.7 <sup>A</sup>   | 102.1 <sup>A</sup>  | 107.3 <sup>A</sup>   | 32.4 <sup>B</sup>  |                   |
|                      | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                      |                     |                      |                    |                   |
|                      | F-test B =                     | 0.0016*             |                     |                      |                     |                      |                    |                   |
|                      | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                      |                     |                      |                    |                   |
| โหระพา               | ห้อง                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 87.7 <sup>bcd</sup> | 103.1 <sup>b</sup>   | 57.7 <sup>e</sup>   | 74.4 <sup>d</sup>    | 0.0 <sup>f</sup>   | 67.3 <sup>B</sup> |
|                      | 20°C                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 84.0 <sup>cd</sup>  | 102.8 <sup>b</sup>   | 124.8 <sup>a</sup>  | 77.5 <sup>d</sup>    | 85.6 <sup>cd</sup> | 95.8 <sup>A</sup> |
|                      | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>AB</sup> | 85.9 <sup>CD</sup>  | 102.9 <sup>A</sup>   | 91.3 <sup>BC</sup>  | 76.0 <sup>D</sup>    | 42.8 <sup>E</sup>  |                   |
|                      | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                      |                     |                      |                    |                   |
|                      | F-test B =                     | 0.0001*             |                     |                      |                     |                      |                    |                   |
|                      | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                      |                     |                      |                    |                   |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

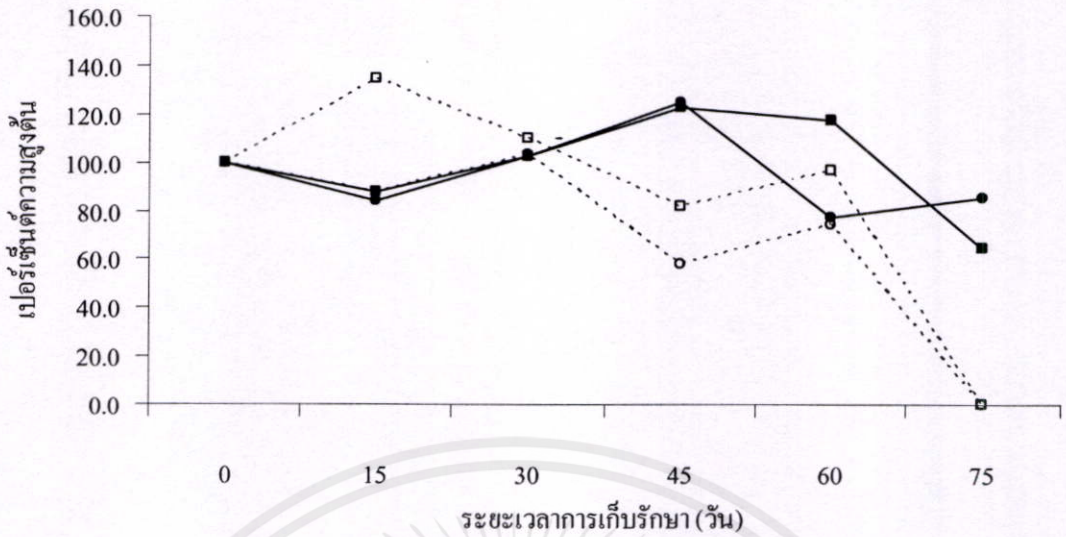
**ตารางที่ 4.12** เปรียบเทียบความสูงต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

| ชนิดน้ำมันหอม | อุณหภูมิเก็บรักษา (A) | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                    |                     |                     | เฉลี่ย             |
|---------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|               |                       | 0                              | 15                 | 30                  | 45                  |                    |
| กะเพรา        | ห้อง                  | 100.0 <sup>b</sup>             | 129.2 <sup>a</sup> | 108.9 <sup>ab</sup> | 100.8 <sup>ab</sup> | 109.7 <sup>A</sup> |
|               | 20°C                  | 100.0 <sup>a</sup>             | 87.9 <sup>b</sup>  | 90.4 <sup>b</sup>   | 113.1 <sup>ab</sup> | 97.8 <sup>A</sup>  |
|               | เฉลี่ย                | 100.0 <sup>A</sup>             | 108.5 <sup>A</sup> | 99.6 <sup>A</sup>   | 106.9 <sup>A</sup>  |                    |
|               | F-test A =            | 0.7782 ns                      |                    |                     |                     |                    |
|               | F-test B =            | 0.1388 ns                      |                    |                     |                     |                    |
|               | F-test AxB =          | 0.1106ns                       |                    |                     |                     |                    |
| โหระพา        | ห้อง                  | 100.0 <sup>c</sup>             | 132.2 <sup>b</sup> | 76.3 <sup>d</sup>   | 183.3 <sup>a</sup>  | 123.0 <sup>A</sup> |
|               | 20°C                  | 100.0 <sup>c</sup>             | 47.0 <sup>c</sup>  | 98.2 <sup>c</sup>   | 109.8 <sup>c</sup>  | 88.8 <sup>B</sup>  |
|               | เฉลี่ย                | 100.0 <sup>B</sup>             | 89.6 <sup>B</sup>  | 87.3 <sup>B</sup>   | 146.5 <sup>A</sup>  |                    |
|               | F-test A =            | 0.0001*                        |                    |                     |                     |                    |
|               | F-test B =            | 0.0001*                        |                    |                     |                     |                    |
|               | F-test AxB =          | 0.0001*                        |                    |                     |                     |                    |

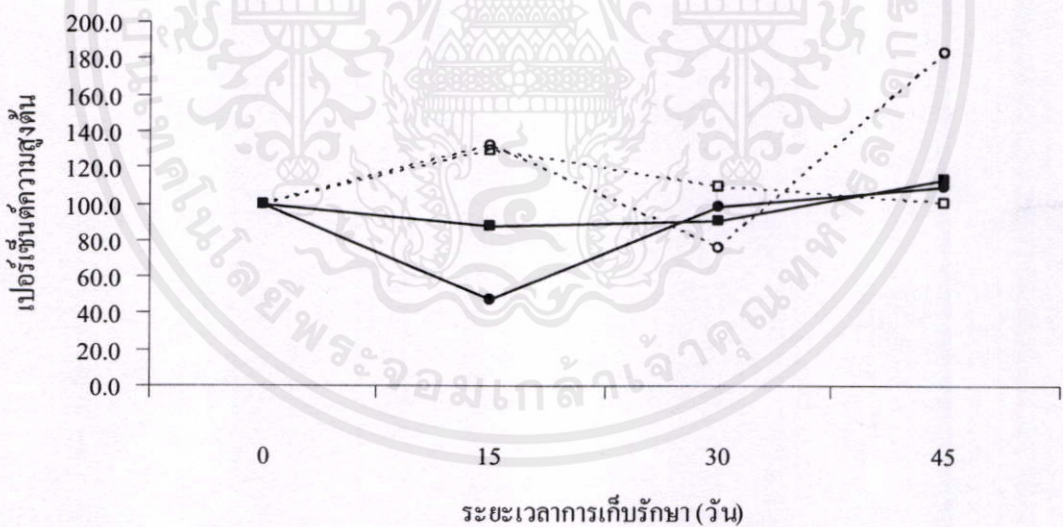
ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



**ภาพที่ 4.23** เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-□-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-■-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-○-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-●-) เป็นเวลา 75 วัน



**ภาพที่ 4.24** เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-□-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-■-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-○-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-●-) เป็นเวลา 45 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.4.3 ความยาวรากของต้นกล้า

##### เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ผลการทดสอบความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลือง จากเมล็ดพันธุ์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความยาวรากของต้นกล้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยความยาวรากของต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีเปอร์เซ็นต์ความยาวรากต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยมีเฉลี่ยเท่ากับ 85.7 และ 95.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13) ซึ่งต่ำกว่าชุดควบคุมทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิ และเมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า การเก็บรักษานานกว่า 30 วัน จะทำให้ความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลืองลดลง โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิห้อง มีเปอร์เซ็นต์ความยาวรากของต้นกล้าจะลดลงต่ำกว่าชุดควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 88.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเมล็ดเป็นเวลา 60 วัน และลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 75 วัน (ไม่มีเมล็ดงอก) ในขณะที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในช่วง 30 วันแรก ของการเก็บรักษาไม่มีผลกระทบต่อความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลือง และแม้เปอร์เซ็นต์ความยาวรากลดลงเมื่อเก็บรักษานานกว่า 45 วัน ความยาวรากก็ยังคงมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

การรมเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีผลให้ความยาวรากของต้นกล้าลดลงต่ำกว่าชุดควบคุม และต่ำกว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ทั้งนี้ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิห้อง ส่งผลกระทบต่อความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลือง ในทุกระยะการเก็บรักษา และมีค่าเป็น 0 เมื่อเก็บรักษานาน 75 วัน (ไม่มีเมล็ดงอก) ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 30 - 45 วัน ไม่มีผลกระทบต่อความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลือง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่ความยาวรากจะลดลงเหลือ 45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 75 วัน

##### เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์

การรมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความยาวรากของต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ความยาวรากของต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ จะผันแปร โดยไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษา แต่จะสูงขึ้นเมื่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรานาน 30 วัน ทั้ง 2 สภาวะอุณหภูมิ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีความยาวรากเท่ากับ 108.1 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 120.8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวัดความยาวรากต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ที่ได้จากเมล็ดที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทำให้ความยาวรากของต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 101.6 และ 92.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในช่วง 15-30 วัน ต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์ความยาวรากลดลงต่ำกว่าชุดควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.8 และ 69.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 45 วัน เปอร์เซ็นต์ความยาวรากของต้นกล้าจะเพิ่มสูงกว่าชุดควบคุม 36.8 เปอร์เซ็นต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.13** เปรียบเทียบความยาวรากต้นกล้าตัวเหียง ที่รมเมล็ดด้วยน้ำนมหอมระเหยกะเพรา และโหระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

| ชนิดน้ำนมหอม | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                      |                     |                     |                      |                     | เฉลี่ย              |                   |
|--------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|              | (A)                            | 0                    | 15                  | 30                  | 45                   | 60                  |                     | 75                |
| กะเพรา       | ห้อง                           | 100.0 <sup>abc</sup> | 111.2 <sup>ab</sup> | 108.5 <sup>ab</sup> | 105.6 <sup>abc</sup> | 88.7 <sup>bcd</sup> | 0.0 <sup>c</sup>    | 85.7 <sup>B</sup> |
|              | 20°ซ                           | 100.0 <sup>abc</sup> | 117.5 <sup>a</sup>  | 118.1 <sup>a</sup>  | 84.9 <sup>cd</sup>   | 84.2 <sup>cd</sup>  | 69.3 <sup>d</sup>   | 95.7 <sup>A</sup> |
|              | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>AB</sup>  | 114.4 <sup>A</sup>  | 113.3 <sup>A</sup>  | 95.2 <sup>B</sup>    | 86.4 <sup>B</sup>   | 34.7 <sup>C</sup>   |                   |
|              | F-test A =                     | 0.0001*              |                     |                     |                      |                     |                     |                   |
|              | F-test B =                     | 0.0196*              |                     |                     |                      |                     |                     |                   |
|              | F-test AxB =                   | 0.0001*              |                     |                     |                      |                     |                     |                   |
| โหระพา       | ห้อง                           | 100.0 <sup>abc</sup> | 69.0 <sup>d</sup>   | 71.1 <sup>d</sup>   | 69.7 <sup>d</sup>    | 85.0 <sup>bcd</sup> | 0.0 <sup>c</sup>    | 65.8 <sup>B</sup> |
|              | 20°ซ                           | 100.0 <sup>abc</sup> | 89.0 <sup>bcd</sup> | 109.2 <sup>ab</sup> | 115.6 <sup>a</sup>   | 77.7 <sup>cd</sup>  | 90.0 <sup>bcd</sup> | 96.9 <sup>A</sup> |
|              | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>   | 79.0 <sup>B</sup>   | 90.2 <sup>AB</sup>  | 92.6 <sup>AB</sup>   | 81.4 <sup>B</sup>   | 45.0 <sup>C</sup>   |                   |
|              | F-test A =                     | 0.0001*              |                     |                     |                      |                     |                     |                   |
|              | F-test B =                     | 0.0001*              |                     |                     |                      |                     |                     |                   |
|              | F-test AxB =                   | 0.0001*              |                     |                     |                      |                     |                     |                   |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)  
 ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)  
 F-test ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 4.14** เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการสัตว์ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโรสเวปกาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

| ชนิดน้ำมันหอม | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                   |                     |                    |                    |
|---------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|               | (A)                            | 0                   | 15                | 30                  | 45                 | เฉลี่ย             |
| กะเพรา        | ห้อง                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 82.2 <sup>b</sup> | 108.1 <sup>ab</sup> | 82.1 <sup>b</sup>  | 93.1 <sup>A</sup>  |
|               | 20°C                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 86.5 <sup>b</sup> | 120.8 <sup>a</sup>  | 96.3 <sup>ab</sup> | 100.9 <sup>A</sup> |
|               | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>AB</sup> | 84.3 <sup>B</sup> | 114.5 <sup>A</sup>  | 89.2 <sup>B</sup>  |                    |
|               | F-test A =                     | 0.0099*             |                   |                     |                    |                    |
|               | F-test B =                     | 0.1969ns            |                   |                     |                    |                    |
|               | F-test AxB =                   | 0.7937ns            |                   |                     |                    |                    |
| โรสเวปกา      | ห้อง                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 95.3 <sup>c</sup> | 59.9 <sup>c</sup>   | 151.2 <sup>a</sup> | 101.6 <sup>A</sup> |
|               | 20°C                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 66.4 <sup>c</sup> | 79.9 <sup>cd</sup>  | 122.5 <sup>b</sup> | 92.2 <sup>B</sup>  |
|               | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>B</sup>  | 80.8 <sup>C</sup> | 69.9 <sup>C</sup>   | 136.8 <sup>A</sup> |                    |
|               | F-test A =                     | 0.0001*             |                   |                     |                    |                    |
|               | F-test B =                     | 0.1033ns            |                   |                     |                    |                    |
|               | F-test AxB =                   | 0.0144*             |                   |                     |                    |                    |

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



#### 4.2.4.4 นำหนักแห้งต้นกล้า

##### เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

การหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าถั่วเหลือง ที่เมล็ดผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหย เพราะ ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อุณหภูมิห้อง ต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งลดลงต่ำกว่าชุดควบคุมมาก การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เท่ากับ 67.45 และ 90.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15) และเมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามีแนวโน้มลดลงเมื่อเมล็ดถูกเก็บรักษานานขึ้น โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของต้นกล้าลดลง 10 – 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเก็บรักษา

สำหรับการรมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา พบว่า อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักแห้งต้นกล้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิห้องให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าต่ำกว่าชุดควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.13 และ 91.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับผลของการเก็บรักษา พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จะส่งผลกระทบต่อต้นกล้ามากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะให้ต้นกล้าที่มีน้ำหนักแห้งลดลงอยู่ในช่วง 20–32 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้ามีแนวโน้มลดลงต่ำสุดเพียง 26 เปอร์เซ็นต์

##### เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์

ผลจากการรมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ด้วยน้ำมันหอมระเหยเพราะพบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นที่ระยะ 45 วัน ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.16) การเจริญเติบโตของต้นกล้าในส่วนของน้ำหนักแห้ง มีเปอร์เซ็นต์ลดลงเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 15 วัน และจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 30 และ 45 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยเฉพาะการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 45 วัน น้ำหนักแห้งของต้นกล้าจะสูงกว่าชุดควบคุม และมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพา และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 68.64 และ 100.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในส่วนของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าในส่วน

น้ำหนักแห้งมีแนวโน้มลดต่ำลงมากกว่าก่อนการเก็บรักษา โดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของต้นกล้า ลดลงมากกว่าก่อนเก็บรักษา 21 – 51 เเปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.16) ในขณะที่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วัน จะให้ต้นกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง และก่อนการเก็บรักษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.15** เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าหัวเหลือง ที่รวมเมล็ดคือปริมาณที่รวมเมล็ดที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

| ชนิดน้ำมันหอม | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                     |                     |                     |                     | เฉลี่ย             |                    |
|---------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|               | (A)                            | 0                   | 15                  | 30                  | 45                  | 60                  |                    | 75                 |
| ชุนพรา        | ห้อง                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 65.4 <sup>c</sup>   | 100.1 <sup>ab</sup> | 72.6 <sup>cd</sup>  | 66.6 <sup>c</sup>   | 0.0 <sup>e</sup>   | 67.45 <sup>A</sup> |
|               | 20°C                           | 100.0 <sup>ab</sup> | 55.0 <sup>d</sup>   | 89.5 <sup>bc</sup>  | 108.5 <sup>ab</sup> | 119.3 <sup>a</sup>  | 69.2 <sup>e</sup>  | 90.24 <sup>B</sup> |
|               | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 60.2 <sup>B</sup>   | 94.8 <sup>A</sup>   | 90.5 <sup>A</sup>   | 93.0 <sup>A</sup>   | 34.6 <sup>C</sup>  |                    |
|               | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                     |                     |                    |                    |
|               | F-test B =                     | 0.0001*             |                     |                     |                     |                     |                    |                    |
|               | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                     |                     |                     |                    |                    |
| โหระพา        | ห้อง                           | 100.0 <sup>a</sup>  | 81.1 <sup>bcd</sup> | 89.8 <sup>abc</sup> | 67.3 <sup>e</sup>   | 76.6 <sup>cde</sup> | 0.0 <sup>f</sup>   | 69.13 <sup>B</sup> |
|               | 20°C                           | 100.0 <sup>a</sup>  | 89.2 <sup>abc</sup> | 89.1 <sup>abc</sup> | 103.3 <sup>a</sup>  | 74.4 <sup>dc</sup>  | 91.6 <sup>ab</sup> | 91.28 <sup>A</sup> |
|               | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>A</sup>  | 85.1 <sup>B</sup>   | 89.4 <sup>B</sup>   | 85.3 <sup>B</sup>   | 75.5 <sup>C</sup>   | 45.8 <sup>D</sup>  |                    |
|               | F-test A =                     | 0.0001*             |                     |                     |                     |                     |                    |                    |
|               | F-test B =                     | 0.0001*             |                     |                     |                     |                     |                    |                    |
|               | F-test AxB =                   | 0.0001*             |                     |                     |                     |                     |                    |                    |

ตัวอักษรภายในกลุ่มพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือ ในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)  
 ตัวอักษรภายในกลุ่มพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

F-test ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

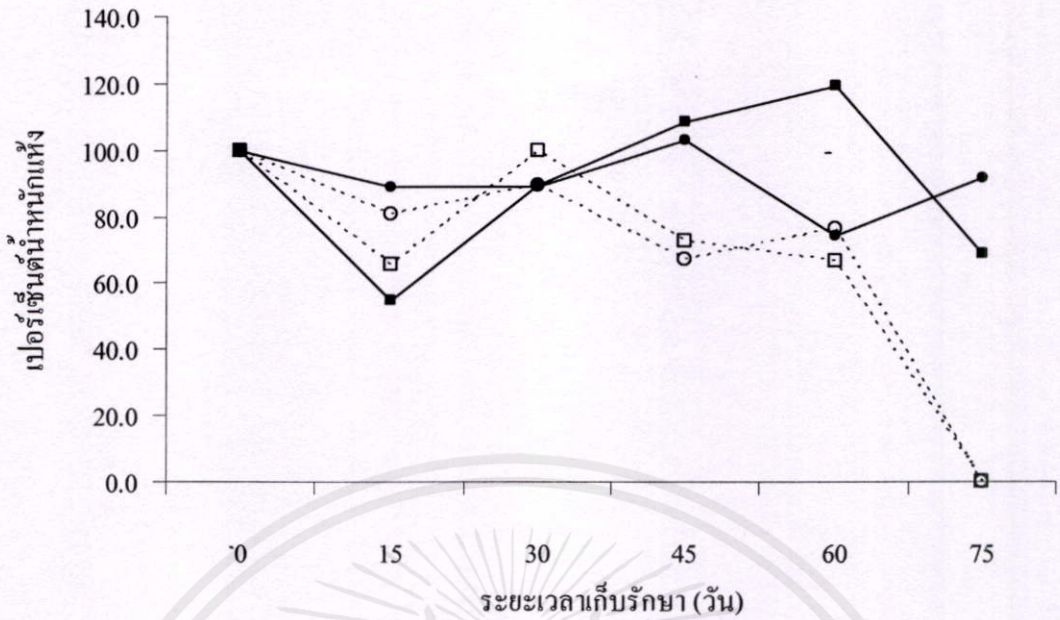
**ตารางที่ 4.16** เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์ที่รมเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโรระพา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

| ชนิดน้ำมันหอมระเหย | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (B) |                     |                    |                     |                     |                     |
|--------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                    | (A)                            | 0                   | 15                 | 30                  | 45                  | เฉลี่ย              |
| กะเพรา             | ห้อง                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 68.1 <sup>cd</sup> | 137.5 <sup>ab</sup> | 62.1 <sup>cd</sup>  | 91.93 <sup>A</sup>  |
|                    | 20°C                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 44.5 <sup>d</sup>  | 122.7 <sup>ab</sup> | 144.5 <sup>a</sup>  | 102.91 <sup>A</sup> |
|                    | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>B</sup>  | 56.3 <sup>C</sup>  | 130.1 <sup>A</sup>  | 103.3 <sup>AB</sup> |                     |
|                    | F-test A =                     | 0.0003*             |                    |                     |                     |                     |
|                    | F-test B =                     | 0.2384ns            |                    |                     |                     |                     |
|                    | F-test AxB =                   | 0.0026*             |                    |                     |                     |                     |
| โรระพา             | ห้อง                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 38.2 <sup>d</sup>  | 57.1 <sup>cd</sup>  | 79.2 <sup>bc</sup>  | 68.64 <sup>B</sup>  |
|                    | 20°C                           | 100.0 <sup>bc</sup> | 60.1 <sup>cd</sup> | 76.7 <sup>bc</sup>  | 166.0 <sup>a</sup>  | 100.68 <sup>A</sup> |
|                    | เฉลี่ย                         | 100.0 <sup>B</sup>  | 49.1 <sup>C</sup>  | 66.9 <sup>C</sup>   | 122.6 <sup>A</sup>  |                     |
|                    | F-test A =                     | 0.0001*             |                    |                     |                     |                     |
|                    | F-test B =                     | 0.0001*             |                    |                     |                     |                     |
|                    | F-test AxB =                   | 0.0011*             |                    |                     |                     |                     |

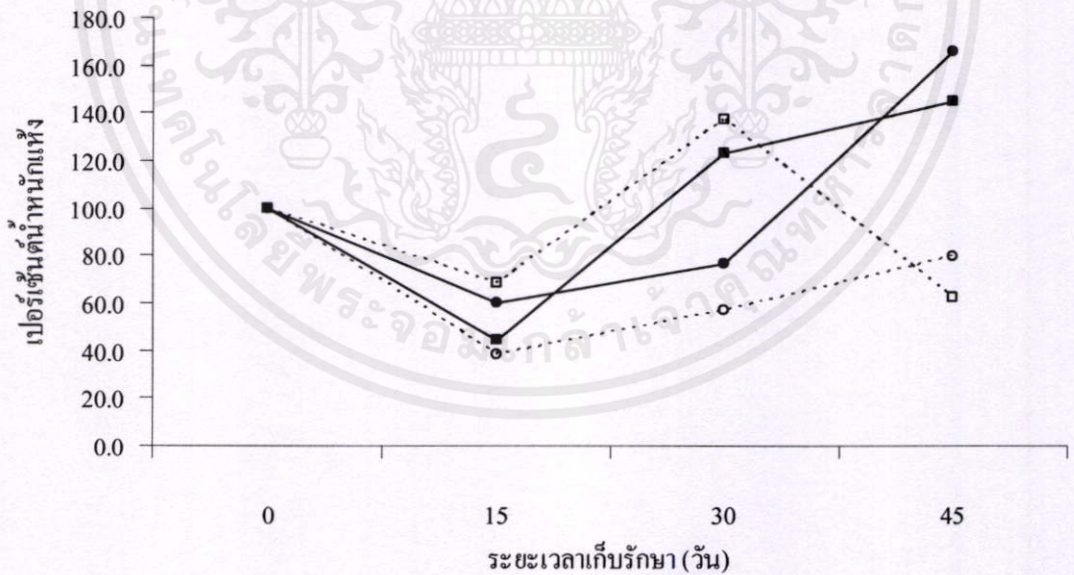
ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในคอลัมน์ หรือ ในแถวที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูลในคอลัมน์ (A) หรือในแถว (B) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของชุดข้อมูล (AxB) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

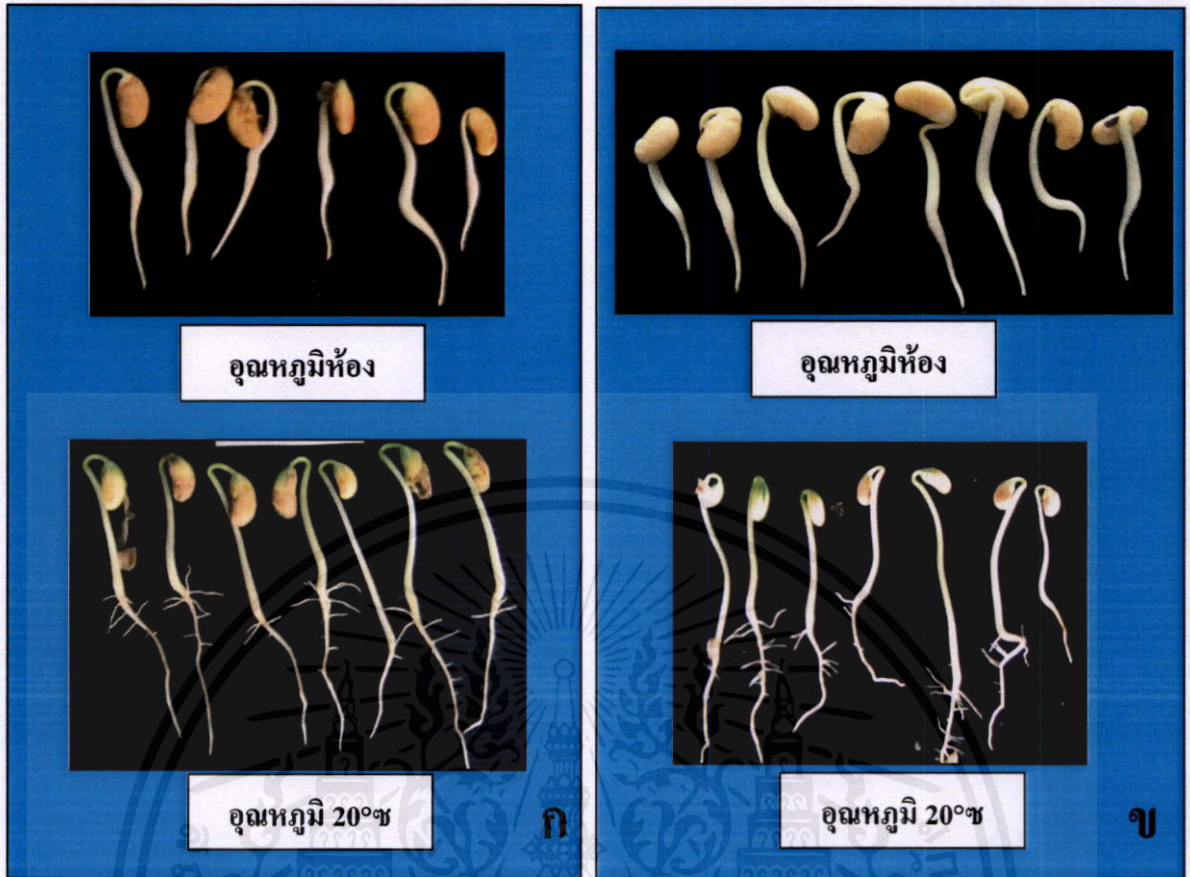
F-test ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



**ภาพที่ 4.27** เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-□-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-■-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-○-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-●-) เป็นเวลา 75 วัน



**ภาพที่ 4.28** เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพราเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-□-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-■-) และรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (-○-) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (-●-) เป็นเวลา 45 วัน



ภาพที่ 4.29 การเจริญเติบโตของต้นกล้าตัวเหลืองของชุดควบคุม (ก) และชุดที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา (ข) เก็บรักษา 2 สภาวะ เป็นเวลา 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลกะเพรา-โหระพา และ พืชตระกูลส้ม พบว่า น้ำมันหอมระเหยต่างชนิด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ เชื้อราในโรงเก็บเมล็ดได้แตกต่างกัน ซึ่งการทดลองนี้พบว่า น้ำมันหอมระเหยในพืชตระกูลกะเพรา-โหระพา สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *Penicillium* sp. ได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยในพืชตระกูลส้ม (มะกรูด และ ส้มโอ) ซึ่งเป็นไปได้ว่า องค์ประกอบทางเคมีที่มีในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ น้ำมันหอมระเหยกะเพรา มี องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ methyl chavicol, linalol และ eugenol ส่วนน้ำมันหอมระเหย โหระพา มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ methyl chavicol, alpha-humulene และ eugenol (เฉลิม ชัย วงษ์อารี และวาริช ศรีละออง. 2551) ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดและส้มโอ มี องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ B-pinene, limonene, sabinene และ citronellal (สมสุข มัจฉาชีพ. 2534) สารประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด หรือแม้กระทั่ง องค์ประกอบของหมู่ฟังก์ชันที่จำเพาะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด จะมีผลในการยับยั้ง เชื้อจุลินทรีย์ได้แตกต่างกัน (Misra and Batra. 1987; Smid and Gorris. 1999) วิศิษฐ์ เกตุปัญญาวงศ์ (2551) กล่าวว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบพลูมีสารสำคัญคือ chavicol ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้ง การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดได้ โดยพบสารดังกล่าวในพืชตระกูลโหระพาเช่นกัน กลไกการ ยับยั้งการเจริญของเชื้อราอาจเกิดจากสารประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่เข้าทำปฏิกิริยากับผนัง เซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลทำให้การลำเลียงสารอาหารและน้ำของจุลินทรีย์หยุดชะงัก และเซลล์ หยุดการเจริญในที่สุด (Guerzoni *et al.* 1994)

การศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ โดยการรมเมล็ด พันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ ด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และ โหระพา โดยเก็บรักษา ภายใต้อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน แล้วนำ เมล็ดพันธุ์มาเพาะเชื้อเพื่อดูการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่เข้าครอบครองเมล็ด พบว่า น้ำมันหอมระเหย ทั้ง 2 ชนิด ไม่สามารถยับยั้งการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่ติดอยู่ในเมล็ดได้ อาจเนื่องจาก เชื้อราบาง ชนิดเป็นเชื้อที่เจริญเข้าไปในเนื้อเยื่อต่างๆ ของเมล็ด หรือภายใต้เปลือกเมล็ด (seed coat) (สุดฤดี ประเทืองวงศ์. 2527) และสร้างส่วนขยายพันธุ์ ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ เช่น สปอร์ ของเชื้อรา ดังนั้น การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจึงไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ติดอยู่ใน เมล็ดได้ เนื่องจากสปอร์ของเชือรานั้นเป็นส่วนที่แข็งแรง ทนทานที่สุด และเป็นส่วนขยายพันธุ์ จึง เป็นผลให้เชื้อราสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

อย่างไรก็ตาม น้ำมันหอมระเหยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ผิวเมล็ด หรือเชื้อราที่เข้าทำลายเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษาได้ ทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อราเกิดขึ้นช้าลง ซึ่งเห็นได้จากการนำเมล็ดั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์มาหนึ่งฆ่าเชื้อ (sterile) และทำการปลูกถ่ายเชื้อลงบนผิวเมล็ดก่อนรมด้วยน้ำมันหอมระเหยกะเพรา และโหระพา ซึ่งพบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด สามารถควบคุมเชื้อราบริสุทธิ์ ที่ปลูกถ่ายเชื้อบนผิวเมล็ดพันธุ์ได้ และน้ำมันหอมระเหยโหระพามีประสิทธิภาพดีกว่าน้ำมันหอมระเหยกะเพรา โดยสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้สูงถึง 90 – 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 - 30 วัน ก่อนที่เชื้อราจะกลับมาเจริญเติบโตได้อีก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราลดลงเมื่อช่วงเวลาการบ่มเชื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารออกฤทธิ์เกิดการเสื่อมสลายเมื่อสัมผัสกับสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ประกอบกับสปอร์ของเชื้อรามีความทนทาน ส่งผลทำให้เชื้อราสามารถกลับมาเจริญเติบโตได้ตามปกติหากผลการยับยั้งในระยะแรกไม่สามารถยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ นฤมล มงคลธนวัฒน์ (2545) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ได้นานถึง 28 วัน แต่จะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* spp. ได้เพียง 21 วัน ซึ่งหลังจากระยะเวลาดังกล่าวพบว่าเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้อีกครั้ง

แม้ว่าน้ำมันหอมระเหยจะไม่สามารถยับยั้งสปอร์ของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ แต่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้เชื้อราไม่สามารถพัฒนาจนสามารถสร้างสปอร์ได้ ซึ่งเห็นได้จากการทดสอบการคงประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน และนำมาทดสอบกับเส้นใยเชื้อรา ทุก 15 วัน พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด ยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้ ตลอดระยะเวลาการทดลอง และทำให้เชื้อราไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้

การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้า พบว่า น้ำมันหอมระเหย ไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ แต่เมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 ชนิด มีความงอกแตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีความงอกต่ำกว่าชุดควบคุม ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหย ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ กิติพันธ์ สมนึก (2550) ที่ปลูกเมล็ดพันธุ์ั่วเขียวด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม พบว่า ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก และความสูงต้นกล้าั่วเขียว แต่ความงอกของเมล็ดพันธุ์ั่วเขียวได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษา การที่เมล็ดพันธุ์มีความงอกต่ำเมื่อเก็บในสภาวะอุณหภูมิห้อง เนื่องจากอุณหภูมิการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สูง เมล็ดพันธุ์มีอัตราการหายใจ และกิจกรรมภายในเมล็ดสูง เมล็ดจึงมีการเสื่อมคุณภาพเร็ว แต่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพอากาศที่เย็น (20 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้กิจกรรมต่างๆ

ภายในเมล็ดลดลงส่งผลให้อัตรากาตายใจของเมล็ดลดลงไปด้วย (Bass. 1973) อย่างไรก็ตาม การที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สูญเสียความงอกเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 75 และ 45 วัน ตามลำดับ นั้น อาจเนื่องจากเมล็ดพันธุ์มีความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับความชื้นดังกล่าวอาจสูงเกินไปสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในภาชนะปิด (Delouche. 1968)

นอกจากความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและ ข้าวโพดอาหารสัตว์ จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาแล้ว การเจริญเติบโตของต้นกล้าในส่วนของ ความสูง ความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นกล้า ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาด้วยเช่นกัน กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต้นกล้าพืชทดสอบทั้ง 2 ชนิด มีความแข็งแรง หรือ การเจริญเติบโตต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นานขึ้น (จิณฉจารย์ เศรษฐสุข และ ประณอม สร้อยสวัสดิ์. 2531)

จากการทดลองนี้ สรุปได้ว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์สามารถกระทำได้ ทั้งนี้ ก่อนการเก็บรักษาจะต้องทำการลดปริมาณเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ให้เหลือน้อยที่สุดก่อน เนื่องจากประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจะมีผลยับยั้งเฉพาะการเจริญเติบโตของเชื้อที่ผิวและเชื้อที่อาจปนเปื้อนมาภายหลังเท่านั้น วิธีการนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาปรับใช้เพื่อลดการใช้สารเคมีในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ตลอดจนการควบคุม โรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการนำไปปรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยการผสมน้ำมันหอมระเหยลงในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบางชนิด ที่อาจสร้างสารพิษต่อผู้บริโภค แต่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในแง่ของกลิ่น และความเป็นพิษต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลอง

#### **การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่แยกได้จากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และข้าวโพดอาหารสัตว์**

น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลกะเพรา- โหระพา สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้ดีกว่าพืชตระกูลส้ม โดยน้ำมันหอมระเหยโหระพายับยั้งได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยกะเพรา ที่ระดับความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง ตั้งแต่ 25 ไมโครลิตร ต่อจานทดลองขนาด 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขึ้นไป

#### **การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารระเหยจากน้ำมันหอมระเหยในระหว่างการเก็บรักษามะล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดอาหารสัตว์**

ในกรณีที่เมล็ดพันธุ์มีเชื้อราปนเปื้อน และเจริญอยู่ภายใต้เปลือกเมล็ดแล้ว การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยไม่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ โดยเชื้อรายังคงมีชีวิตรอดสามารถขยายพันธุ์ได้ แต่สำหรับการยับยั้งเชื้อราที่อยู่ผิวเมล็ด หรือเชื้อราที่ปนเปื้อนมาภายหลัง ซึ่งการทดลองทำการปลูกถ่ายเชื้อราลงบนเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (sterile) พบว่า น้ำมันหอมระเหยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 90-100 เปอร์เซ็นต์ นาน 15-30 วัน โดยน้ำมันหอมระเหยโหระพา ยับยั้งได้ดีกว่า น้ำมันหอมระเหยกะเพรา

การศึกษาการคงฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย โดยเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ไว้ในอุณหภูมิห้อง และ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน โดย ทุก 15 วัน นำน้ำมันหอมระเหยมาทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา พบว่า น้ำมันหอมระเหยยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้สมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) แม้จะเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยไว้เป็นเวลานาน 90 วัน

ผลของน้ำมันหอมระเหยที่มีต่อความงอก และการเจริญของต้นกล้าพืชทดสอบ โดยนำเมล็ดที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย มาเพาะความงอก และวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้า ทุก 15 วัน ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า น้ำมันหอมระเหยไม่มีผลกระทบต่อความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบ แต่ความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบได้รับอิทธิพลมาจากอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เมล็ดพันธุ์ทดสอบสามารถงอกและเจริญได้ดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง และระยะเก็บรักษายาวนานขึ้นส่งผลให้ความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบลดลง

## บรรณานุกรม

- กิตติพันธ์ สมณี. 2550. “การใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มและสารสกัดจากเปลือกมังคุดในการควบคุมด้วงถั่วเขียว และเชื้อราสาเหตุโรคในเมล็ดถั่วเขียวที่มีด้วงถั่วเขียวเป็นพาหะ.” ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ
- กัญจนา พุททสมัย. 2538. **โรคเมล็ดพันธุ์และเชื้อราในโรงเก็บ**. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิจัยโรคพืช ผลิตผลเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร
- จิณณจารย์ เศรษฐสุข และ ประณอม ศรีสวัสดิ์. 2531. “การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองโดยใช้วัตถุความชื้นภายในภาชนะปิดผนึก.” กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร. ใน **รายงานสัมมนาความก้าวหน้าของงานวิจัยและพัฒนาวิทยาการเมล็ดพันธุ์ ครั้งที่ 3**.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เฉลิมชัย วงษ์อารี และวาริช ศรีละออง. 2551. **สภาพบรรยากาศคัดแปลงต่ออายุการเก็บรักษาและปริมาณน้ำมันหอมระเหยในกระเพราและโหระพา**. [online]. Available: <http://www.kmutt.ac.th/rippc/ocimum2.htm>.
- คนัย บุญเกียรติ. 2549. **โรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้**. กรุงเทพฯ. โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์.
- ไพโรจน์ จ้วงพานิช. 2535. **หลักวิชาโรคพืช**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นฤมล มงคลธนวัฒน์. 2545. “การยับยั้งการเจริญและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยน้ำมันตะไคร้หอม.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- มานพ นชะพงษ์. 2549. โรคและแมลงหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่. **เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่**. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิศิษฐ์ เกตุปัญญาวงศ์. 2551. **น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อนำมาบำบัดร่างกาย**. [online]. Available: <http://www.moac-info.net/modules>
- สมบัติ ศรีชูวงศ์. 2534. **โรคพืชวิทยา**. เชียงใหม่ : ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- สมสุข มัจฉาชีพ. 2534. **พืชสมุนไพร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัทรุ่งศิลป์การพิมพ์ (1999) จำกัด.

สิริลักษณ์ มาลาณิม. 2545. น้ำมันหอมระเหย. สารสกัดสมุนไพรไทย. **สมอสาร**. หน้า 3 – 7.

ฉบับที่ 325

สุกัญญา กองเงิน. 2540. **อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง**. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร

สุดฤดี ประเทืองวงศ์. 2527. **โรคพืชทั่วไปและบทบาทปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโรคพืช  
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุภัทรา จามระโทก ชัยณรงค์ รัตนกริษากุล ชลิตา เล็กสมบุญ ณวลวรรณ ฟารุ่งสา  
กวิศร์ วานิชกุล และอุดม ฟารุ่งสา. 2545. "ผลของสารสกัดจาก กระชาย ขมิ้นและขิงต่อรา  
สาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว." **วารสารกำแพงแสน** 4 (1) : 17-24.

เสียง กฤษณีไพบุลย์. 2532. "สารสกัดจากพืชที่มีผลต่อแมลง." **วารสารสงขลานครินทร์**. 11 (1) :  
107-112.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. 2543. **การจัดการศัตรูพืช**. กรุงเทพฯ : ไร่เขียว

อารมย์ ศรีพิจิตรต์. 2527. **วิทยาการเมล็ดพันธุ์เบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Atanda, O. Akpan, I. and Oluwafemi, F. 2006. "The potential of some spice essential oils in the  
control of *A. parasiticus* CFR 223 and aflatoxin production." **Food Control**. 18 : 601-607.

Bass,L.N. 1973. "Controlled atmosphere and seed storage." **Seed Science and Technology**.  
19 : 279-286

Chatterjee, D. 1990. " Inhibition of fungal growth and infection in maize grains by spice oils."  
**Letter in Applied Microbiology**. 11 : 148-151.

Delouche, J.C. 1968. "Percents for seed storage." Pages 85-119. in **Proc Short Course for  
Seedmen**. Mississippi : Mississippi State University.

Guerzoni, M,E, Lanciotti R, Sinigaglia M, Anese, M. and Lericci, C. R. 1994. "Influence of some  
selected ions on system water activity and on ethanol vapor pressure and its inhibitory  
action on *Saccharomyces cerevisiae*." **Canadian Journal Microbiology**. 40: 1051 – 1056.

ISTA. 1999. International Rules for Seed Testing. **The International Seed Testing Association** .

Kritzing, Q., Marasas, W.F.O. and Aveling, T.A.S. 2002. "Effect of essential plant oils on storage  
fungi germination and emergence of cowpea seeds." **Seed Science and Technology**. 13 (3) :  
609-619.

Mahmoud, A.L.E. 1999. "Inhibition of growth and aflatoxin biosynthesis of *Aspergillus flavus* by  
extracts of some Egyptian." **Letter in Applied Microbiology**. 29(5): 334-336.

Montes-Belmont, R. and Corvajal, M. 1998. "Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant  
essential oils and their component." **Journal of Food Protection**. 61 :616-619.

- Mostapha N.K. 2004. "Biological control of *Rhizoctonia solani* the Causal Agent of Rice Sheath Blight by Antagonistic Bacteria in Greenhouse and Field Conditions." **Plant Pathology Journal** 3 (2) :88-96.
- Misra, N. and Batra, S. 1987. "Efficacy of essential oil of *Cinnamomum tamala* Ness and Ederm against *Aspergillus flavus* NRRL 3251 and *Aspergillus parasiticus* NRLL 2999 producing mycotoxins in stored seeds of groundnuts." **Indian Perfumer**. 31(4): 332-334.
- Nikos, G. T. and Costas, D. E.. 2007. "Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon critratus* L.) essential oil against key pathogen." **Innovative Food Science and Emerging Technology**. 8 : 253-258.
- Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U and Juven, B. 1995. "Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain." **Journal of Food Protection**. 58 : 81-85.
- Smid, E. J. and Gorris, L. G. M. 1999. "Secondary plant metabolites as control agents of postharvest *Penicillium* rot on tulip bulbs." **Postharvest Biology Technology**. 6: 285-308.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.1** เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| น้ำมัน   | ระดับความเข้มข้น<br>(ไมโครลิตร/70 ลบ.ซม.) | ซ้ำ    |        |        |        |        |        | เฉลี่ย |
|----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          |   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |        |
| หอมระเหย | 1   | 5.30   | 4.90   | 5.10   | 4.90   | 5.00   | 5.20   | 5.07   |
|          | 5   | 11.82  | 11.32  | 8.16   | 18.10  | 22.64  | 12.77  | 14.14  |
|          | 10  | 64.55  | 65.09  | 45.92  | 59.48  | 50.00  | 54.26  | 56.55  |
|          | 15  | 93.64  | 87.74  | 89.80  | 91.38  | 91.51  | 89.36  | 90.57  |
|          | 20  | 93.64  | 90.57  | 93.88  | 93.97  | 92.45  | 84.04  | 91.42  |
|          | 25  | 94.55  | 95.45  | 91.84  | 98.56  | 92.45  | 94.68  | 94.59  |
|          | 30  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 35  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| โหระพา   | 1   | 3.20   | 3.20   | 1.02   | 5.20   | 5.20   | 2.13   | 3.32   |
|          | 5   | 10.91  | 12.26  | 0.00   | 6.03   | 14.15  | 0.00   | 7.23   |
|          | 10  | 30.91  | 30.19  | 14.29  | 32.76  | 27.36  | 25.53  | 26.84  |
|          | 15  | 60.00  | 49.06  | 45.67  | 60.34  | 50.90  | 53.19  | 53.19  |
|          | 20  | 61.82  | 53.77  | 71.43  | 74.25  | 58.49  | 78.89  | 66.44  |
|          | 25  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 30  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 35  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| มะกรูด   | 1   | 17.27  | 15.09  | 7.14   | 22.41  | 0.00   | 0.00   | 10.32  |
|          | 5   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 18.10  | 42.45  | 2.13   | 10.45  |
|          | 10  | 7.27   | 14.15  | 0.00   | 6.90   | 24.53  | 0.00   | 8.81   |
|          | 15  | 13.64  | 0.94   | 0.00   | 5.17   | 3.77   | 8.51   | 5.34   |
|          | 20  | 21.82  | 18.87  | 18.37  | 27.59  | 24.53  | 10.64  | 20.30  |
|          | 25  | 36.36  | 24.53  | 27.55  | 27.59  | 19.81  | 17.02  | 25.48  |
|          | 30  | 100.00 | 90.57  | 89.80  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 96.73  |
|          | 35  | 95.45  | 90.57  | 100.00 | 96.55  | 96.23  | 91.49  | 95.05  |
| ส้มโอ    | 1   | 9.09   | 0.00   | 0.00   | 9.48   | 0.00   | 0.00   | 3.10   |
|          | 5   | 3.64   | 1.89   | 0.00   | 23.28  | 15.09  | 0.00   | 7.32   |
|          | 10  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 5.17   | 0.00   | 0.00   | 0.86   |
|          | 15  | 7.27   | 2.83   | 0.00   | 17.24  | 18.87  | 0.00   | 7.70   |
|          | 20  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
|          | 25  | 19.09  | 17.92  | 20.41  | 36.21  | 47.17  | 100.00 | 40.13  |
|          | 30  | 32.73  | 40.57  | 38.78  | 49.14  | 51.89  | 48.94  | 43.67  |
|          | 35  | 45.45  | 39.62  | 44.90  | 66.38  | 50.00  | 46.81  | 48.86  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามคัดลอกหรือเผยแพร่ข้อมูลใดๆของมหาวิทยาลัยสุโขทัย

**ตารางผนวกที่ ผ.2** เปรอ์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A.niger* ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| น้ำมัน   | ระดับความเข้มข้น<br>(ไมโครลิตร/70 ลบ.ซม.) | ชั่วโมง |        |        |        |        |        | เฉลี่ย |
|----------|---|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          |   | 1       | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |        |
| หอมระเหย | 1   | 6.58    | 17.39  | 25.17  | 26.39  | 9.72   | 13.89  | 16.52  |
|          | 5   | 26.32   | 23.91  | 38.78  | 23.61  | 34.72  | 47.92  | 32.54  |
|          | 10  | 38.82   | 37.68  | 38.78  | 39.58  | 40.97  | 37.50  | 38.89  |
|          | 15  | 82.89   | 81.16  | 80.95  | 80.56  | 80.56  | 79.17  | 80.88  |
|          | 20  | 99.83   | 96.38  | 98.43  | 92.45  | 99.83  | 99.89  | 97.80  |
|          | 25  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 30  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 35  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| โหระพา   | 1   | 2.25    | 5.20   | 2.04   | 1.50   | 2.10   | 2.10   | 2.53   |
|          | 5   | 11.84   | 8.70   | 20.41  | 15.28  | 13.89  | 13.89  | 14.00  |
|          | 10  | 33.55   | 32.61  | 27.89  | 15.28  | 25.00  | 31.94  | 27.71  |
|          | 15  | 75.66   | 73.91  | 79.59  | 81.94  | 80.56  | 81.94  | 78.93  |
|          | 20  | 96.71   | 99.45  | 99.78  | 98.23  | 91.84  | 92.45  | 96.41  |
|          | 25  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 30  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 35  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| มะกรูด   | 1   | 1.32    | 0.00   | 5.44   | 4.17   | 9.03   | 3.47   | 3.90   |
|          | 5   | 7.24    | 0.00   | 6.80   | 18.75  | 16.67  | 2.78   | 8.71   |
|          | 10  | 7.24    | 2.17   | 6.80   | 34.03  | 17.36  | 4.17   | 11.96  |
|          | 15  | 9.87    | 0.00   | 20.41  | 30.56  | 30.56  | 30.56  | 20.32  |
|          | 20  | 10.53   | 12.32  | 20.41  | 27.78  | 39.58  | 29.17  | 23.30  |
|          | 25  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 30  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 35  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| ส้มโอ    | 1   | 1.97    | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 1.39   | 3.47   | 1.14   |
|          | 5   | 0.00    | 0.00   | 2.04   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.34   |
|          | 10  | 1.97    | 0.00   | 4.08   | 0.69   | 0.00   | 0.00   | 1.12   |
|          | 15  | 9.21    | 0.00   | 0.00   | 11.11  | 18.75  | 11.81  | 8.48   |
|          | 20  | 10.53   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 2.78   | 0.00   | 2.22   |
|          | 25  | 3.95    | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 10.42  | 0.00   | 2.39   |
|          | 30  | 1.97    | 0.00   | 4.76   | 4.86   | 18.75  | 25.69  | 9.34   |
|          | 35  | 7.89    | 0.00   | 2.04   | 0.00   | 2.78   | 5.56   | 3.04   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม 35 หักัดแปลงเนื้อ 7.89 และ 0.00 อ้างอิง 2.04 ของ 0.00 สารทุ 2.78 ที่มี 5.56 ไป 3.04

**ตารางผนวกที่ ๓.3** เปรอ์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Penicillium* sp. ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| น้ำมัน   | ระดับความเข้มข้น<br>(ไมโครลิตร/70 ลบ.ซม.) | ชั่วโมง |        |        |        |        |        | เฉลี่ย |
|----------|---|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          |   | 1       | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |        |
| หอมระเหย | 1   | 4.29    | 6.82   | 6.50   | 7.45   | 5.71   | 5.71   | 6.08   |
|          | 5   | 14.71   | 20.45  | 19.23  | 17.65  | 14.30  | 15.30  | 16.94  |
|          | 10  | 15.45   | 14.25  | 15.43  | 17.98  | 17.14  | 18.59  | 16.47  |
|          | 15  | 67.65   | 69.70  | 77.14  | 70.59  | 54.29  | 74.29  | 68.94  |
|          | 20  | 73.53   | 72.73  | 74.29  | 73.53  | 82.86  | 77.14  | 75.68  |
|          | 25  | 82.35   | 87.88  | 85.71  | 82.35  | 82.86  | 85.71  | 84.48  |
|          | 30  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 35  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| โหระพา   | 1   | 9.94    | 11.34  | 10.44  | 11.59  | 5.71   | 9.75   | 9.80   |
|          | 5   | 17.65   | 12.12  | 22.86  | 11.76  | 20.00  | 14.29  | 16.45  |
|          | 10  | 35.29   | 33.33  | 34.29  | 35.29  | 34.29  | 40.00  | 35.42  |
|          | 15  | 68.89   | 78.45  | 67.89  | 78.98  | 98.45  | 99.67  | 82.06  |
|          | 20  | 81.34   | 97.45  | 94.56  | 88.34  | 88.57  | 93.04  | 90.55  |
|          | 25  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 30  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|          | 35  | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| มะกรูด   | 1   | 0.00    | 0.00   | 2.86   | 0.00   | 14.29  | 11.43  | 4.76   |
|          | 5   | 29.41   | 27.27  | 34.29  | 0.00   | 2.86   | 17.14  | 18.50  |
|          | 10  | 8.82    | 9.09   | 8.57   | 8.82   | 14.29  | 11.43  | 10.17  |
|          | 15  | 8.82    | 6.06   | 0.00   | 11.76  | 31.43  | 31.43  | 14.92  |
|          | 20  | 14.71   | 9.09   | 17.14  | 11.76  | 14.29  | 11.43  | 13.07  |
|          | 25  | 100.00  | 87.88  | 77.14  | 100.00 | 100.00 | 88.57  | 92.27  |
|          | 30  | 82.35   | 87.88  | 57.14  | 100.00 | 100.00 | 88.57  | 85.99  |
|          | 35  | 100.00  | 81.82  | 68.57  | 100.00 | 100.00 | 88.57  | 89.83  |
| ส้มโอ    | 1   | 5.88    | 0.00   | 5.71   | 5.88   | 0.00   | 0.00   | 2.91   |
|          | 5   | 2.94    | 9.09   | 31.43  | 2.94   | 14.29  | 31.43  | 15.35  |
|          | 10  | 2.94    | 0.00   | 11.43  | 2.94   | 5.71   | 14.29  | 6.22   |
|          | 15  | 8.82    | 15.15  | 28.57  | 29.41  | 25.71  | 31.43  | 23.18  |
|          | 20  | 0.00    | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 5.71   | 8.57   | 2.38   |
|          | 25  | 100.00  | 3.03   | 8.57   | 20.59  | 28.57  | 2.86   | 27.27  |
|          | 30  | 41.18   | 0.00   | 2.86   | 8.82   | 5.71   | 37.14  | 15.95  |
|          | 35  | 44.12   | 66.67  | 28.57  | 29.41  | 42.86  | 0.00   | 35.27  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามคัดลอกและเผยแพร่ข้อมูลนี้ไปยังที่อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางผู้จัดทำ

**ตารางผนวกที่ 4** เปรอ์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* บนผิวเมล็ดพันธุ์พืช

| เมล็ดพันธุ์พืช    | น้ำมันหอม<br>ระเหย | ระยะเวลา<br>การเก็บรักษา | ซ้ำ    |        |        | เฉลี่ย |        |        |
|-------------------|--------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                   |                    |                          | 1      | 2      | 3      |        |        |        |
| ถั่วเหลือง        | กะเพรา             | 0                        | 100    | 100    | 100    | 100.00 |        |        |
|                   |                    | 15                       | 83.33  | 80.00  | 80.00  | 81.11  |        |        |
|                   |                    | 30                       | 70.00  | 73.33  | 73.33  | 72.22  |        |        |
|                   |                    | 45                       | 40.00  | 40.00  | 46.67  | 42.22  |        |        |
|                   |                    | 60                       | 16.67  | 16.67  | 30.00  | 21.11  |        |        |
|                   |                    | 75                       | 16.67  | 16.67  | 30.00  | 21.11  |        |        |
|                   |                    | 90                       | 3.33   | 3.33   | 3.33   | 3.33   |        |        |
|                   |                    | ข้าวโพดอาหารสัตว์        | โหระพา | 0      | 100    | 100    | 100    | 100.00 |
|                   |                    |                          |        | 15     | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    |                          |        | 30     | 76.67  | 76.67  | 70.00  | 74.44  |
| 45                | 33.33              |                          |        | 33.33  | 30.00  | 32.22  |        |        |
| 60                | 16.67              |                          |        | 16.67  | 13.33  | 15.56  |        |        |
| 75                | 16.67              |                          |        | 16.67  | 13.33  | 15.56  |        |        |
| 90                | 16.67              |                          |        | 16.67  | 13.33  | 15.56  |        |        |
| ข้าวโพดอาหารสัตว์ | กะเพรา             |                          |        | 0      | 100    | 100    | 100    | 100.00 |
|                   |                    |                          |        | 15     | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    |                          |        | 30     | 70.00  | 70.00  | 73.33  | 71.11  |
|                   |                    | 45                       | 40.00  | 50.00  | 33.33  | 41.11  |        |        |
|                   |                    | 60                       | 3.33   | 3.33   | 16.67  | 7.78   |        |        |
|                   |                    | 75                       | 0.00   | 3.33   | 3.33   | 2.22   |        |        |
|                   |                    | 90                       | 0.00   | 3.33   | 3.33   | 2.22   |        |        |
|                   |                    | ข้าวโพดอาหารสัตว์        | โหระพา | 0      | 100    | 100    | 100    | 100.00 |
|                   |                    |                          |        | 15     | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    |                          |        | 30     | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 45                | 100.00             |                          |        | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |        |
| 60                | 40.00              |                          |        | 33.33  | 33.33  | 35.56  |        |        |
| 75                | 40.00              |                          |        | 33.33  | 33.33  | 35.56  |        |        |
| 90                | 23.33              |                          |        | 23.33  | 13.33  | 20.00  |        |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้จะมีเงื่อนไขการค่า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ๗.5** เปรี่เซ้นต์ยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* บนผิวเมล็ดพันธุ์พืช

| เมล็ดพันธุ์พืช    | น้ำมัน<br>หอม<br>ระเหย | ระยะเวลา<br>การเก็บรักษา | ซ้า    |        |        | เฉลี่ย |        |        |
|-------------------|------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                   |                        |                          | 1      | 2      | 3      |        |        |        |
| ถั่วเหลือง        | กะเพรา                 | 0                        | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |        |
|                   |                        | 15                       | 66.67  | 66.67  | 60.00  | 64.44  |        |        |
|                   |                        | 30                       | 16.67  | 16.67  | 23.33  | 18.89  |        |        |
|                   |                        | 45                       | 16.67  | 16.67  | 23.33  | 18.89  |        |        |
|                   |                        | 60                       | 16.67  | 16.67  | 23.33  | 18.89  |        |        |
|                   |                        | 75                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |        |
|                   |                        | 90                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |        |
|                   |                        | ข้าวโพดอาหารสัตว์        | โหระพา | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                        |                          |        | 15     | 73.33  | 70.00  | 76.67  | 73.33  |
| 30                | 73.33                  |                          |        | 70.00  | 76.67  | 73.33  |        |        |
| 45                | 73.33                  |                          |        | 70.00  | 76.67  | 73.33  |        |        |
| 60                | 40.00                  |                          |        | 36.67  | 36.67  | 37.78  |        |        |
| 75                | 40.00                  |                          |        | 36.67  | 36.67  | 37.78  |        |        |
| 90                | 40.00                  |                          |        | 36.67  | 36.67  | 37.78  |        |        |
| ข้าวโพดอาหารสัตว์ | กะเพรา                 |                          |        | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                        |                          |        | 15     | 33.33  | 33.33  | 33.33  | 33.33  |
|                   |                        | 30                       | 13.33  | 13.33  | 13.33  | 13.33  |        |        |
|                   |                        | 45                       | 13.33  | 13.33  | 13.33  | 13.33  |        |        |
|                   |                        | 60                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |        |
|                   |                        | 75                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |        |
|                   |                        | 90                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |        |
|                   |                        | ข้าวโพดอาหารสัตว์        | โหระพา | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                        |                          |        | 15     | 100.00 | 93.33  | 93.33  | 95.56  |
| 30                | 93.33                  |                          |        | 93.33  | 93.33  | 93.33  |        |        |
| 45                | 50.00                  |                          |        | 53.33  | 50.00  | 51.11  |        |        |
| 60                | 50.00                  |                          |        | 53.33  | 50.00  | 51.11  |        |        |
| 75                | 16.67                  |                          |        | 20.00  | 16.67  | 17.78  |        |        |
| 90                | 16.67                  | 20.00                    | 16.67  | 17.78  |        |        |        |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แบบสงวนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบใช้

**ตารางหมวดที่ ๘.6** เปรอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Penicillium* sp. บนผิวเมล็ดพันธุ์พืช

| เมล็ดพันธุ์พืช    | น้ำมันหอม<br>ระเหย | ระยะเวลา<br>การเก็บรักษา | ซ้ำ    |        |        | เฉลี่ย |
|-------------------|--------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                   |                    |                          | 1      | 2      | 3      |        |
| ถั่วเหลือง        | กะเพรา             | 0                        | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    | 15                       | 90.00  | 93.33  | 83.33  | 88.89  |
|                   |                    | 30                       | 50.00  | 50.00  | 46.67  | 48.89  |
|                   |                    | 45                       | 3.33   | 3.33   | 3.33   | 3.33   |
|                   |                    | 60                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
|                   |                    | 75                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
|                   | 90                 | 0.00                     | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |
|                   | โหระพา             | 0                        | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    | 15                       | 93.33  | 83.33  | 93.33  | 90.00  |
|                   |                    | 30                       | 93.33  | 83.33  | 93.33  | 90.00  |
|                   |                    | 45                       | 33.33  | 33.33  | 33.33  | 33.33  |
|                   |                    | 60                       | 33.33  | 33.33  | 33.33  | 33.33  |
| 75                |                    | 33.33                    | 33.33  | 30.00  | 32.22  |        |
| 90                | 33.33              | 33.33                    | 30.00  | 32.22  |        |        |
| ข้าวโพดอาหารสัตว์ | กะเพรา             | 0                        | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    | 15                       | 83.33  | 83.33  | 80.00  | 82.22  |
|                   |                    | 30                       | 83.33  | 80.00  | 76.67  | 80.00  |
|                   |                    | 45                       | 33.33  | 33.33  | 30.00  | 32.22  |
|                   |                    | 60                       | 16.67  | 20.00  | 16.67  | 17.78  |
|                   |                    | 75                       | 16.67  | 20.00  | 16.67  | 17.78  |
|                   | 90                 | 16.67                    | 20.00  | 16.67  | 17.78  |        |
|                   | โหระพา             | 0                        | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    | 15                       | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    | 30                       | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                   |                    | 45                       | 66.67  | 63.33  | 60.00  | 63.33  |
|                   |                    | 60                       | 66.67  | 63.33  | 60.00  | 63.33  |
| 75                |                    | 66.67                    | 63.33  | 60.00  | 63.33  |        |
| 90                | 66.67              | 63.33                    | 56.67  | 62.22  |        |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.7** เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

| น้ำมันหอม<br>ระเหย | อุณหภูมิ<br>เก็บรักษา | ระยะเวลา<br>เก็บรักษา (วัน) | งอก    |        |        | เฉลี่ย |        |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    |                       |                             | 1      | 2      | 3      |        |        |
| กะเพรา             | ห้อง                  | 0                           | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|                    |                       | 15                          | 85.42  | 94.00  | 88.00  | 89.14  |        |
|                    |                       | 30                          | 90.00  | 98.00  | 100.00 | 96.00  |        |
|                    |                       | 45                          | 86.96  | 80.95  | 80.85  | 82.92  |        |
|                    |                       | 60                          | 52.27  | 55.26  | 81.25  | 62.93  |        |
|                    |                       | 75                          | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |
|                    |                       | 20°C                        | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                    | 15                    | 106.38                      | 100.00 | 113.95 | 106.78 |        |        |
|                    | 30                    | 95.92                       | 100.00 | 120.00 | 105.31 |        |        |
|                    | 45                    | 97.67                       | 97.78  | 100.00 | 98.48  |        |        |
|                    | 60                    | 100.00                      | 129.41 | 114.29 | 114.57 |        |        |
|                    | 75                    | 43.48                       | 80.00  | 138.46 | 87.31  |        |        |
|                    | โหระพา                | ห้อง                        | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                    |                       |                             | 15     | 104.17 | 90.00  | 82.00  | 92.06  |
| 30                 |                       |                             | 98.00  | 92.00  | 102.04 | 97.35  |        |
| 45                 |                       |                             | 78.26  | 88.10  | 85.11  | 83.82  |        |
| 60                 |                       |                             | 65.91  | 44.74  | 96.88  | 69.17  |        |
| 75                 |                       |                             | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |
| 20°C               |                       |                             | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 15                 |                       | 95.74                       | 95.83  | 109.30 | 100.29 |        |        |
| 30                 |                       | 100.00                      | 100.00 | 120.00 | 106.67 |        |        |
| 45                 |                       | 100.00                      | 93.33  | 91.11  | 94.81  |        |        |
| 60                 |                       | 135.29                      | 141.18 | 150.00 | 142.16 |        |        |
| 75                 |                       | 69.57                       | 55.00  | 123.08 | 82.55  |        |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.8** เปรูร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์

| น้ำมันหอม | อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | ซ้า    |        |        | เฉลี่ย |        |
|-----------|-------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           |                   |                         | 1      | 2      | 3      |        |        |
| กะเพรา    | ห้อง              | 0                       | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |                   | 15                      | 83.33  | 83.33  | 91.30  | 85.99  |        |
|           |                   | 30                      | 106.82 | 102.17 | 91.67  | 100.22 |        |
|           |                   | 45                      | 85.42  | 84.00  | 107.14 | 92.19  |        |
|           | 20°ซ              | 0                       | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |                   | 15                      | 78.00  | 97.50  | 125.81 | 100.44 |        |
|           |                   | 30                      | 100.00 | 97.92  | 106.52 | 101.48 |        |
|           |                   | 45                      | 80.00  | 80.95  | 95.24  | 85.40  |        |
|           | โหระพา            | ห้อง                    | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|           |                   |                         | 15     | 85.42  | 93.75  | 104.35 | 94.50  |
|           |                   |                         | 30     | 109.09 | 106.52 | 95.83  | 103.82 |
|           |                   |                         | 45     | 72.92  | 84.00  | 95.24  | 84.05  |
| 20°ซ      |                   | 0                       | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |                   | 15                      | 76.00  | 87.50  | 93.55  | 85.68  |        |
|           |                   | 30                      | 100.00 | 97.92  | 100.00 | 99.31  |        |
|           |                   | 45                      | 107.50 | 111.90 | 114.29 | 111.23 |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.9** เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าถั่วเหลือง

| น้ำมันหอม<br>ระเหย | อุณหภูมิ<br>เก็บรักษา | ระยะเวลา<br>เก็บรักษา (วัน) | ชำ     |        |        | เฉลี่ย |        |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    |                       |                             | 1      | 2      | 3      |        |        |
| กะเพรา             | ห้อง <sup>๑</sup> ซ   | 0                           | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|                    |                       | 15                          | 127.66 | 152.55 | 124.26 | 134.82 |        |
|                    |                       | 30                          | 113.83 | 116.74 | 100.65 | 110.40 |        |
|                    |                       | 45                          | 69.03  | 85.84  | 89.71  | 81.53  |        |
|                    |                       | 60                          | 98.96  | 97.05  | 94.75  | 96.92  |        |
|                    |                       | 75                          | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |
|                    |                       | 0                           | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|                    | 15                    | 63.96                       | 94.32  | 105.73 | 88.01  |        |        |
|                    | 20 <sup>๑</sup> ซ     | 30                          | 101.90 | 101.87 | 105.34 | 103.04 |        |
|                    | 45                    | 121.02                      | 110.13 | 136.61 | 122.59 |        |        |
|                    | 60                    | 125.70                      | 122.88 | 104.19 | 117.59 |        |        |
|                    | 75                    | 64.61                       | 59.10  | 70.97  | 64.89  |        |        |
|                    | โหระพา                | ห้อง                        | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                    |                       |                             | 15     | 100.76 | 87.22  | 75.16  | 87.71  |
| 30                 |                       |                             | 111.11 | 98.70  | 99.48  | 103.10 |        |
| 45                 |                       |                             | 55.96  | 55.75  | 61.46  | 57.72  |        |
| 60                 |                       |                             | 76.30  | 71.18  | 75.70  | 74.39  |        |
| 75                 |                       |                             | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |
| 0                  |                       |                             | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
| 15                 |                       | 73.27                       | 105.71 | 73.07  | 84.02  |        |        |
| 20 <sup>๑</sup> ซ  |                       | 30                          | 106.41 | 111.59 | 90.50  | 102.83 |        |
| 45                 |                       | 125.70                      | 112.83 | 135.92 | 124.82 |        |        |
| 60                 |                       | 81.93                       | 83.19  | 67.47  | 77.53  |        |        |
| 75                 |                       | 80.87                       | 88.92  | 87.00  | 85.60  |        |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.10** เปอร์เซ็นต์ความสูงต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์

| น้ำมันหอม | อุณหภูมิเก็บ | ระยะเวลาเก็บ | ชำ     |        |        | เฉลี่ย |        |
|-----------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           |              |              | 1      | 2      | 3      |        |        |
| ระเหย     | รักษา        | รักษา (วัน)  |        |        |        |        |        |
| กะเพรา    | ห้อง         | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 172.28 | 109.09 | 106.21 | 129.19 |        |
|           |              | 30           | 127.39 | 94.53  | 104.69 | 108.87 |        |
|           |              | 45           | 106.38 | 108.60 | 87.31  | 100.77 |        |
|           | 20°ซ         | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 95.43  | 97.79  | 70.34  | 87.86  |        |
|           |              | 30           | 74.06  | 85.32  | 111.78 | 90.39  |        |
|           |              | 45           | 120.99 | 91.28  | 126.97 | 113.08 |        |
|           | โหระพา       | ห้อง         | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|           |              |              | 15     | 149.21 | 148.30 | 99.20  | 132.23 |
|           |              |              | 30     | 75.21  | 75.09  | 78.60  | 76.30  |
|           |              |              | 45     | 181.54 | 195.26 | 173.01 | 183.27 |
| 20°ซ      |              | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 49.77  | 41.21  | 50.11  | 47.03  |        |
|           |              | 30           | 89.77  | 92.45  | 112.51 | 98.24  |        |
|           |              | 45           | 122.90 | 108.39 | 98.06  | 109.78 |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.11** เปอร์เซ็นต์ความยาวรากต้นกล้าถั่วเหลือง

| น้ำมันหอม<br>ระเหย | อุณหภูมิ<br>เก็บรักษา | ระยะเวลา<br>เก็บรักษา (วัน) | ซ้ำ    |        |        | เฉลี่ย |        |        |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    |                       |                             | 1      | 2      | 3      |        |        |        |
| กะเพรา             | ห้อง                  | 0                           | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |        |
|                    |                       | 15                          | 107.32 | 114.83 | 111.57 | 111.24 |        |        |
|                    |                       | 30                          | 114.12 | 112.10 | 99.13  | 108.45 |        |        |
|                    |                       | 45                          | 101.62 | 106.69 | 108.52 | 105.61 |        |        |
|                    |                       | 60                          | 95.76  | 98.90  | 71.30  | 88.65  |        |        |
|                    |                       | 75                          | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |        |
|                    |                       | 20°C                        | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|                    | 15                    |                             | 122.16 | 113.30 | 116.99 | 117.48 |        |        |
|                    | 30                    |                             | 106.74 | 102.70 | 144.76 | 118.06 |        |        |
|                    | 45                    |                             | 68.97  | 72.65  | 113.01 | 84.88  |        |        |
|                    | 60                    |                             | 88.10  | 81.44  | 83.02  | 84.19  |        |        |
|                    | 75                    |                             | 58.23  | 86.84  | 62.84  | 69.30  |        |        |
|                    | โหระพา                |                             | ห้อง   | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                    |                       |                             |        | 15     | 80.17  | 70.19  | 56.65  | 69.01  |
|                    |                       | 30                          |        | 72.34  | 72.39  | 68.59  | 71.10  |        |
| 45                 |                       | 56.49                       |        | 73.44  | 79.14  | 69.69  |        |        |
| 60                 |                       | 86.12                       |        | 70.28  | 98.71  | 85.04  |        |        |
| 75                 |                       | 0.00                        |        | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |        |
| 20°C               |                       | 0                           |        | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|                    |                       | 15                          | 75.74  | 90.29  | 100.83 | 88.96  |        |        |
|                    |                       | 30                          | 110.49 | 111.43 | 105.80 | 109.24 |        |        |
|                    |                       | 45                          | 112.74 | 80.00  | 153.91 | 115.55 |        |        |
|                    |                       | 60                          | 85.65  | 71.34  | 76.05  | 77.68  |        |        |
|                    |                       | 75                          | 94.06  | 94.50  | 81.43  | 90.00  |        |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.12 เเปอร์เซ็นต์ความยาวรากต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์**

| น้ำมันหอม | อุณหภูมิเก็บ | ระยะเวลาเก็บ | ชำ     |        |        | เฉลี่ย |        |
|-----------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           |              |              | 1      | 2      | 3      |        |        |
| ระเหย     | รักษา        | รักษา (วัน)  |        |        |        |        |        |
| กะเพรา    | ห้อง         | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 88.44  | 55.44  | 102.79 | 82.22  |        |
|           |              | 30           | 105.13 | 107.95 | 111.18 | 108.08 |        |
|           |              | 45           | 79.93  | 100.16 | 66.19  | 82.10  |        |
|           | 20°ซ         | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 98.89  | 83.49  | 77.00  | 86.46  |        |
|           |              | 30           | 101.49 | 114.70 | 146.29 | 120.82 |        |
|           |              | 45           | 91.00  | 92.31  | 105.62 | 96.31  |        |
|           | โหระพา       | ห้อง         | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|           |              |              | 15     | 95.13  | 92.22  | 98.41  | 95.25  |
|           |              |              | 30     | 55.91  | 60.04  | 63.77  | 59.91  |
|           |              |              | 45     | 133.56 | 133.14 | 186.77 | 151.16 |
| 20°ซ      |              | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 63.95  | 58.53  | 76.62  | 66.37  |        |
|           |              | 30           | 68.32  | 70.64  | 100.73 | 79.90  |        |
|           |              | 45           | 127.97 | 117.49 | 121.98 | 122.48 |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.13** เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าถั่วเหลือง

| น้ำมันหอม<br>ระเหย | อุณหภูมิ<br>เก็บรักษา | ระยะเวลา<br>เก็บรักษา (วัน) | น้ำ    |        |        | เฉลี่ย |        |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    |                       |                             | 1      | 2      | 3      |        |        |
| กะเพรา             | ห้อง                  | 0                           | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|                    |                       | 15                          | 51.78  | 73.14  | 71.43  | 65.45  |        |
|                    |                       | 30                          | 101.85 | 107.87 | 90.54  | 100.09 |        |
|                    |                       | 45                          | 70.00  | 74.12  | 73.54  | 72.55  |        |
|                    |                       | 60                          | 57.06  | 90.48  | 52.31  | 66.61  |        |
|                    |                       | 75                          | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |
|                    |                       | 0                           | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|                    | 15                    | 50.00                       | 58.33  | 56.62  | 54.98  |        |        |
|                    | 20 <sup>๐</sup> ซ     | 30                          | 92.34  | 100.00 | 76.29  | 89.54  |        |
|                    | 45                    | 104.90                      | 119.55 | 100.91 | 108.45 |        |        |
|                    | 60                    | 125.00                      | 105.00 | 128.00 | 119.33 |        |        |
|                    | 75                    | 65.71                       | 51.47  | 90.28  | 69.15  |        |        |
|                    | โหระพา                | ห้อง                        | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                    |                       |                             | 15     | 83.23  | 79.86  | 80.14  | 81.08  |
| 30                 |                       |                             | 86.45  | 99.38  | 83.43  | 89.75  |        |
| 45                 |                       |                             | 67.44  | 58.38  | 76.22  | 67.34  |        |
| 60                 |                       |                             | 79.85  | 77.75  | 72.26  | 76.62  |        |
| 75                 |                       |                             | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |        |
| 0                  |                       |                             | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
| 15                 |                       | 86.33                       | 87.68  | 93.61  | 89.21  |        |        |
| 20 <sup>๐</sup> ซ  |                       | 30                          | 94.29  | 98.00  | 75.12  | 89.13  |        |
| 45                 |                       | 102.40                      | 112.86 | 94.61  | 103.29 |        |        |
| 60                 |                       | 61.59                       | 83.33  | 78.26  | 74.40  |        |        |
| 75                 |                       | 102.68                      | 80.21  | 92.03  | 91.64  |        |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ผ.14** เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต้นกล้าข้าวโพดอาหารสัตว์

| น้ำมันหอม | อุณหภูมิเก็บ | ระยะเวลาเก็บ | ซ้ำ    |        |        | เฉลี่ย |        |
|-----------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           |              |              | 1      | 2      | 3      |        |        |
| ระเหย     | รักษา        | รักษา (วัน)  |        |        |        |        |        |
| กะเพรา    | ห้อง         | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 53.08  | 82.50  | 68.84  | 68.14  |        |
|           |              | 30           | 161.49 | 160.61 | 90.34  | 137.48 |        |
|           |              | 45           | 61.98  | 77.64  | 46.67  | 62.10  |        |
|           | 20°C         | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 22.30  | 59.83  | 51.28  | 44.47  |        |
|           |              | 30           | 96.15  | 134.09 | 137.86 | 122.70 |        |
|           |              | 45           | 113.54 | 169.85 | 150.00 | 144.46 |        |
|           | โหระพา       | ห้อง         | 0      | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|           |              |              | 15     | 40.53  | 76.67  | 62.98  | 60.06  |
|           |              |              | 30     | 89.38  | 72.21  | 68.48  | 76.69  |
|           |              |              | 45     | 146.05 | 158.80 | 193.13 | 165.99 |
| 20°C      |              | 0            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |        |
|           |              | 15           | 45.77  | 41.27  | 27.59  | 38.21  |        |
|           |              | 30           | 48.08  | 35.83  | 87.50  | 57.14  |        |
|           |              | 45           | 77.52  | 72.61  | 87.50  | 79.21  |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ – สกุล** : นางสาวแพรวนภา ผ่องอุดม
- เกิดเมื่อ** : วันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2526
- สถานที่เกิด** : จังหวัดหนองคาย
- ที่อยู่ปัจจุบัน** : 158 ถนนริมโขง ตำบลพานพร้าว อำเภอศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย 43130
- การศึกษา** : ระดับประถมศึกษาที่ 1 – 4 โรงเรียนศรีเชียงใหม่  
 : ระดับประถมศึกษาที่ 5 – 6 โรงเรียนโรซารีโอวิทยา  
 : ระดับมัธยมศึกษาที่ โรงเรียนท่าบ่อ  
 : ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาฟิสิกส์) คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้