การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

GROWTH INHIBITION OF *BOTRYTIS CINEREA* ON SURFACES OF FRESH STRAWBERRY BY FERMENTED VINEGAR

ภัทรพรรณ จรูญรัตนศกุล

PATTARAPAN JARUNRATTANASAKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-AI-M-054-066

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

GROWTH INHIBITION OF *BOTRYTIS CINEREA* ON SURFACES OF FRESH STRAWBERRY BY FERMENTED VINEGAR

T110518

ภัทราพรรณ จรูญรัตนสกุล

PATTARAPAN JARUNRATTANASAKUL

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 110518
วัน,เดือน,ปี 4 พย. 2553

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-AI-M-054-066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GROWTH INHIBITION OF *BOTRYTIS CINEREA* ON SURFACES OF FRESH STRAWBERRY BY FERMENTED VINEGAR

PATTARAPAN JARUNRATTANASAKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION

FACULTY OF AGRO INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2010-AI-M-054-066

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF AGRO INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดด้วยน้ำส้มสายชูหมัก
นักศึกษา	นางสาวภัทราพรรณ จรูญรัตนสกุล
รหัสประจำตัว	49068758
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. วราวุฒิ ครูส่ง

บทคัดย่อ

ผลการทดสอบเบื้องต้นของการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดด้วยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ความเข้มข้นกรด 0 – 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบว่า หลังจากการบ่มเพาะเชื้อ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โคโลนีของเชื้อรามีขนาดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และที่ความเข้มข้น 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถยับยั้งการเจริญได้อย่างสมบูรณ์ ในการยืนยันการยับยั้งการเจริญของสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ในระดับหลอดทดลองโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Broth ที่ปรับความเข้มข้นกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า ที่ความเข้มข้นกรดอะซิติก 0.24 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักเพิ่มมากขึ้นความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก็จะมากขึ้นด้วย ในการประยุกต์ใช้น้ำส้มสายชูหมักเพื่อลดการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดจากเชื้อรา *B. cinerea* จะต้องเตรียมสารละลายน้ำส้มสายชูกลิ่นสตรอเบอร์รี่เพื่อลดผลกระทบของกลิ่นของน้ำส้มสายชูซึ่งพบว่าการใช้สตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) ในน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 4 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) จากนั้นจึงนำมาสเปรย์บนผิวสตรอเบอร์รี่สดโดยสามารถช่วยลดการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่ลงได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้สเปรย์ (ชุดควบคุม) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน นอกจากนี้แล้วจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่ในช่วงการเก็บรักษาดังกล่าว พบว่า กลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักส่งผลกระทบต่อการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของสตรอเบอร์รี่ช่วงหลังการสเปรย์สายละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่เท่านั้น แต่ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ขาย หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างของความชอบ ($P > 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา ในกรณีการรมไอน้ำส้มสายชูหมักแก่สตรอเบอร์รี่สด พบว่า การรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที สามารถลดการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่สดได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอเบอร์รี่สดที่ไม่ได้รมไอ และเมื่อนำมาศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับใกล้เคียงกันกับชุดควบคุมโดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับการประยุกต์ใช้การรมไอน้ำส้มสายชูหมัก 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า การรมไอเป็นเวลา 20 นาที ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีที่สุด โดยเชื้อราจะเริ่มแสดงการเสื่อมเสียในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา รองลงมาคือ การสเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ซึ่งจะเริ่มแสดงการเสื่อมเสียในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ส่วนสตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมจะเริ่มแสดงการเสื่อมเสียในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ขณะที่สตรอเบอร์รี่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะไม่สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ ผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำส้มสายชูหมักมาประยุกต์ใช้กับการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่สดเพื่อลดการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดเนื่องจากเชื้อราโดยเฉพาะ *B. cinerea* ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Growth Inhibition of *Botrytis cinerea* on Surfaces of Fresh Strawberry by Fermented Vinegar
Student	Miss Pattarapan Jarunrattanasakul
Student ID.	49068758
Degree	Master of Science
Program	Food Sanitation
Year	2009
Thesis Advisor	Asso. Prof. Dr. Warawut Krusong

ABSTRACT

Preliminary study of growth inhibition of *Botrytis cinerea* on Potato Dextrose Agar was investigated. The PDA was acidified by fermented vinegar (FV) containing 0-0.225 percent (v/v) acetic acid concentration. At 0.225 percent acetic acid concentration the complete inhibition of *B. cinerea* was observed after incubation at 30°C for 7 days. The further experiment *in vitro* was conducted for confirming effect of acetic acid concentration on growth of *B. cinerea*. Result showed that *B. cinerea* spore was completely inhibited in Potato Dextrose Broth acidified with FV containing 0.24 percent acetic acid concentration. Then, the FV was applied for fresh strawberry spoilage by *B. cinerea* storage at 4°C. Firstly, the FV odor was necessary to improve by using fresh strawberry. The Strawberry Flavored- Fermented Vinegar (SF-FV) was developed by soaking 20 percent fresh strawberry for 15 days in FV containing 4 percent of acetic acid concentration. It was accepts significantly by 15 panelists ($P \leq 0.05$). Then, the SF-FV was sprayed on surface of fresh strawberry before storage at 4°C for 15 days. It was noticed that 20 percent spoilage reduction by *B. cinerea* was obtained compared with on sprayed strawberry, In odor, taste and overall were not accepted at the starting of strawberry period (0 h). however, on significantly effect in acceptability ($P > 0.05$) was observed during storage period at 4°C. In case of vaporization process, the 10 percent FV was used. The FV was vaporized for 20 min by pumping sterile through FV. The 20 percent reduction of strawberry spoilage was also noticed when compared with on vaporized fresh strawberry. Additionally, no significantly effect in acceptability ($P > 0.05$) was observed in both vaporized and no

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

vaporized strawberry. Then, the FV was applied on strawberry inoculated with *B. cinerea*. The inhibition of *B. cinerea* by FV vaporization and SF-FV spraying processes were investigated. Results showed that vaporized FV provided highest inhibition of *B. cinerea* and caused to protect spoilage until 9 days of storage period at 4°C. In addition, the SF-FV spraying process could protect spoilage until 7 days while the untreated strawberry as control was spoiled after 5 days of storage at 4°C. Results of this study showed that there are positive to apply FV for spoilage reduction of fresh strawberry by *B. cinerea*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร. วราวุฒิ ครูส่ง ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร. ระจิตร สุวเวช และ ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ ที่กรุณาให้ความรู้คำปรึกษาและคำแนะนำอันมีค่ามีประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องจนเสร็จสมบรูณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.ณัฐพล ฟ้าภิญโญ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกที่ช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องจนเสร็จสมบรูณ์

ขอขอบคุณ ดร.พิภัทร เจียมพิริยะกุล อาจารย์ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์เชื้อรา *Botrytis cinerea* และ คุณประวีณ จันทะ ที่ช่วยเหลือในเรื่องสตรอเบอร์รี่สด

ขอขอบคุณบริษัท ซาฟารีเวิลด์ จำกัด (มหาชน) และ บริษัท คชา บราเธอร์ส จำกัด ที่เปิดโอกาสและสนับสนุนให้เข้าศึกษาในช่วงของการทำงาน

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาสม่ำเสมอ

ภัทราพรรณ จรูญรัตนสกุล

ปี 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 สตรอเบอร์รี่ 3

2.2 เชื้อรา *Botrytis cinerea* 15

2.3 น้ำส้มสายชู 18

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 22

3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 22

3.2 อุปกรณ์การทดลอง 22

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ 23

3.4 สารเคมี 23

3.5 เชื้อจุลินทรีย์ 23

3.6 วิธีการทดลอง 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิธีการ 28
4.1 ผลการศึกษาเบื้องต้นความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* 28
4.2 ผลการศึกษายืนยันการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักในหลอดทดลอง 30
4.3 ผลการเตรียมสตรอเบอร์รี่สด 31
4.4 ผลการเตรียม SF-FV เพื่อใช้ในการสเปรย์ 32
4.5 ผลของการฉีดพ่นฝอย SF-FV บนผลสตรอเบอร์รี่สดเพื่อลดการเสื่อมเสียจากเชื้อรา *B. cinerea* 34
4.6 ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักแก่สตรอเบอร์รี่สด 39
4.7 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก 43

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 46
5.1 สรุปผลการทดลอง 47
5.2 ข้อเสนอแนะ 40

เอกสารอ้างอิง 48

ภาคผนวก 54
ก. สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 54
ข. สารละลายที่ใช้ในการทดลอง 55
ค. การทดสอบทางประสาทสัมผัส 58
ง. การขนส่งสตรอเบอร์รี่ 60
จ. แสดงตาราง ANOVA ของคะแนนทดสอบความชอบของกลิ่น SF-FV 61

ประวัติผู้วิจัย 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบโดยประมาณของสตรอเบอร์รี่	7
2.2	ปริมาณรังสีที่ใช้ในผลไม้สดเพื่อควบคุมโรค	10
2.3	ความเข้มข้น (%) ของกรดอินทรีย์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์	19
4.1	ขนาดของโคโลนี (ซม.) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้น 0 - 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	28
4.2	การยับยั้งการเจริญของสารละลายสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกเท่ากับ 0.20 - 0.30 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน โดยมีสปอร์เริ่มต้น 4.13 log CFU/ml	30
4.3	คะแนนการทดสอบความชอบของกลิ่น SF-FV ที่ความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสตรอเบอร์รี่ที่ 5 10 15 และ 20เปอร์เซ็นต์	32
4.4	การติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกและค่า pH ของ SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน	33
4.5	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและสเปรย์ด้วย SF-FV ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	39
4.6	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและที่ผ่านการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1.	โครงสร้างของสตรอเบอร์รี่	5
2.2	การกลายเป็นไอ (Vaporization)	12
2.3	การเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่ด้วยเชื้อรา *Botrytis cinerea*	17
4.1	ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *B. cinerea* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 0 - 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน	29
4.2	ลักษณะการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและสเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส: (ก) ชุดควบคุม (ข) สเปรย์ ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่	35
4.3	เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์และไม่สเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน	37
4.4	เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน	40
4.5	การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน	41
4.6	ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (ก) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ข) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ค) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (ง) รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

สตรอเบอร์รี่จัดเป็นไม้ผลที่นิยมปลูกกันในหลายประเทศเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และประเทศในทวีปยุโรป สำหรับประเทศไทยนิยมปลูกกันมากในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย สตรอเบอร์รี่จัดเป็นผลไม้ที่มีราคาดีและให้ผลตอบแทนสูงสามารถจำหน่ายได้หลายรูปแบบทั้งผลสด หรือ ผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น แยม ผลิตภัณฑ์แช่แข็ง หรือไวน์ ทำรายได้เข้าคิดเป็นมูลค่าปีละเกือบ 200 ล้านบาท (ประวิน มโนชัย, 2551) สตรอเบอร์รี่สดส่วนใหญ่จะมีการอายุการเก็บรักษาสั้น โดยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้เพียง 5-7 วันเท่านั้น ผลสตรอเบอร์รี่มีลักษณะบอบบางและช้ำได้ง่ายภายหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้เชื้อราเข้าทำลายผลสตรอเบอร์รี่ขณะขนส่งได้ง่าย (ประสาทพร สมิตะมาน และคนัย บุณยเกียรติ, 2543) การเสื่อมเสียส่วนใหญ่ของสตรอเบอร์รี่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* ที่สร้างเส้นใยและสปอร์สีเทา ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาวิจัยด้านต่างๆ เช่น การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ด้วยสารระเหยที่ได้จากเมธิลจัสโมเนท (Methyl jasmonate) (Shimon และคณะ, 1998) ต่อมา Vargas และคณะ (2006) ได้ศึกษาการใช้กรดโอเลอิคกับไคโตซานที่ความเข้มข้น 0 1 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในการเคลือบผิวสตรอเบอร์รี่พบว่าสามารถลดการเสื่อมเสียของเชื้อราได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบแต่ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับในด้านของรสชาติและกลิ่น นอกจากนี้ Sholberg และคณะ (2000) ได้ศึกษาการรมไอของน้ำส้มสายชู (Vinegar vapor) ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก (Acetic acid) 4.2 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอร์รี่และแอปเปิ้ล พบว่าสามารถช่วยชะลอการเกิดโรคราสีเทา (Gray mold rot) ที่เกิดจากเชื้อรา *B. cinerea* ได้ ทั้งนี้สอดคล้องกับการรมไอของกรดอะซิติกกับลูกแพร์ซึ่งพบว่าการใช้กรดอะซิติกปริมาณ 586 μLL^{-1} สามารถช่วยลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ลงได้ถึง 51 เปอร์เซ็นต์ (Sholberg และคณะ, 2004) อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการศึกษาถึงแนวทางการใช้น้ำส้มสายชูกลิ่นสตรอเบอร์รี่เพื่อช่วยลดผลกระทบด้านกลิ่นของ น้ำส้มสายชูหมักบนผิวสตรอเบอร์รี่สดแก่ผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดโดยอาศัยการประยุกต์ใช้น้ำส้มสายชูหมักด้วยวิธีการฉีดพ่นฝอย (Spraying procedure) และการรมไอของน้ำส้มสายชูหมัก (Vaporizing procedure) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำส้มสายชูหมักเป็นสารอินทรีย์ซึ่งไม่มีผลตกค้างแก่ผู้บริโภคและสามารถหาได้ง่าย อย่างไรก็ตามปัญหาในด้านกลิ่นซึ่งอาจมีผลกระทบในกรณีที่ใช้วิธีการฉีดพ่นฝอยนั้นสามารถแก้ไขได้ด้วยการพัฒนาการเตรียมสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Flavored – Fermented Vinegar) ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า "SF-FV" เพื่อใช้เฉพาะกับสตรอเบอร์รี่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาการพัฒนาการเตรียมสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่
2. ศึกษาผลการใช้สารละลายน้ำส้มสายชูหมักต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* และยืดอายุการเก็บรักษาในสตรอเบอร์รี่สดด้วยวิธีการฉีดพ่นฝอยและวิธีการรมไอ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของสตรอเบอร์รี่สดได้นานขึ้น รวมถึงการนำน้ำส้มสายชูหมักไปประยุกต์ใช้เพื่อลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สตรอเบอร์รี่

สตรอเบอร์รี่จัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีการปลูกกระจายกันมากที่สุดในโลก สามารถพบได้แทบทุกประเทศตั้งแต่ แถบขั้วโลกลงมาถึงพื้นที่ในเขตร้อน ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสภาพภูมิอากาศและชนิดดินที่ใช้ปลูก บางพันธุ์สามารถปลูกในทางเหนือของโลก เช่น รัฐ Alaska ได้ดีเท่ากับปลูกในทางใต้แถบ Equator สตรอเบอร์รี่จัดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติอร่อยและเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปมาหลายร้อยปีมาแล้ว ตั้งแต่ พ.ศ. 2532-2542 พบว่าผลผลิตที่ใช้สำหรับบริโภคสด และใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปได้เพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็วตามประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ทั้งนี้เนื่องมาจากการผสมพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตยาวนานขึ้น การใช้ระบบปลูกแบบดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดจนการเลือกพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสมมากกว่าแต่ก่อน ในปัจจุบันนี้ก็ยังมีการทดลองวิจัยที่จะหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะทำให้การปลูกสตรอเบอร์รี่นั้นง่ายขึ้น โดยเน้นการให้ผลผลิตสูงและสามารถทำรายได้ตอบแทนเป็นที่พอใจแก่เกษตรกรผู้ปลูก (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, 2543)

ในประเทศไทยปลูกสตรอเบอร์รี่ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย และในพื้นที่บางจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น เลยและเพชรบูรณ์ เป็นต้น แต่ยังมีแนวโน้มที่สามารถปลูกได้ผลพอสมควรในพื้นที่สูงของภาคกลาง เช่น แถบบนภูเขาของจังหวัดกาญจนบุรี เนื่องมาจากความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ สตรอเบอร์รี่จึงถูกพิจารณาจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ ซึ่งสามารถช่วยยกฐานะความเป็นอยู่ของเกษตรกรผู้ปลูก ให้ดีขึ้นทั้งพื้นที่ราบและบนที่สูง อีกทั้งยังมีศักยภาพสูงมากสำหรับการผลิตสตรอเบอร์รี่เพื่อจุดประสงค์ในการขยายช่วงของการเก็บเกี่ยว หรือ ผลิตให้ผลออกนอกฤดูกาลบนพื้นที่สูงของประเทศไทยซึ่งมีสภาพอากาศหนาวเย็นพอเหมาะตลอดทั้งปีและมีความเป็นไปได้ สำหรับการส่งออกเพื่อจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย

ทางภาคเหนือของประเทศไทยได้มีการปลูกสตรอเบอร์รี่มานานหลายปีแล้ว แต่ที่นับว่าเริ่มมีความสำคัญเป็นพืชเศรษฐกิจก็ตั้งแต่ พ.ศ. 2522 เป็นต้นมา ชาวอังกฤษที่มาทำงานเกี่ยวกับป่าไม้ในจังหวัดเชียงใหม่เป็นผู้นำต้นสตรอเบอร์รี่เข้ามาเมื่อประมาณ พ.ศ. 2477 ต่อมาสตรอเบอร์รี่พันธุ์นี้ถูกเรียกว่า "พันธุ์พื้นเมือง" เพราะไม่ทราบชื่อพันธุ์ที่แน่นอน ผลของพันธุ์นี้มีลักษณะนิ่ม มีขนาดเล็ก สีผลออกเป็นสีปูนแห้ง และให้ผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ ต่อมาหลังจากที่ได้มีการแนะนำวิธีการปลูกสตรอเบอร์รี่แล้ว จึงมีการแพร่ขยายการปลูกตามโรงเรียน และสถานีทดลองเกษตรของส่วนราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ แต่ยังไม่ได้มีการปลูกเพื่อการค้าอย่างจริงจังจนถึงปี พ.ศ. 2522 มีเกษตรกรบางรายพยายามปลูกเป็นการค้าในพื้นที่ใหญ่ ๆ แต่ก็ไม่ได้รับความสำเร็จเท่าที่ควร

ในปี พ.ศ. 2512 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ได้ทรงก่อตั้งโครงการหลวงซึ่งปัจจุบันใช้ชื่อว่า มูลนิธิ โครงการหลวง โดยมี หม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี เป็นประธานมูลนิธิฯ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการอนุรักษ์ต้นน้ำลำธารของพื้นที่ทาง ภาคเหนือของประเทศ หยุดยั้งการปลูกฝิ่นของชาวไทยภูเขา โดยหาพืชอื่นทดแทนให้ปลูกและช่วยยกระดับการครองชีพ ตลอดจนความเป็นอยู่ของชาวไทยภูเขาให้ดีขึ้น ทั้งนี้ โครงการวิจัยสตรอเบอร์รี่เป็นโครงการหนึ่งโดยเริ่มดำเนินการในระหว่างปี พ.ศ. 2517-2522 โดยมีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นผู้รับผิดชอบโครงการและได้รับทุนวิจัยจากทางฝ่ายงานวิจัย กระทรวงเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (Agricultural Research Service ของ USDA) ระหว่างการวิจัยนี้ได้มีการนำ สตรอเบอร์รี่สายพันธุ์ต่าง ๆ เข้ามามากมาย เพื่อทดลองปลูกตามสถานีทดลองเกษตรที่มีระดับความสูงที่ต่างกัน รวมทั้งศึกษาเรื่องของโรคแมลง การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การบรรจุหีบห่อ และตลอดจนทางด้านของการตลาด (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, 2543)

2.1.1 พันธุ์

สตรอเบอร์รี่จัดอยู่ในวงศ์ Fragaria X ananassa Duch ในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2512 จนถึง พ.ศ. 2541 ได้มีการนำสตรอเบอร์รี่พันธุ์ต่าง ๆ จากต่างประเทศเข้ามาทดลองปลูกมากมาย โดยพันธุ์ Cambridge Favorite, Tioga และ Sequoia (รู้จักกันในนามพันธุ์พระราชทานเบอร์ 13 16 และ 20 ตามลำดับ) สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงรายมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ ต่อมาพบว่า พันธุ์ Tioga สามารถปรับตัวได้ดีทั้งพื้นที่ปลูกบนภูเขาสูงระดับ 1,200 เมตร และพื้นที่ราบของทั้งสองจังหวัด ดังนั้นเกษตรกรขณะนั้นเกือบ ทั้งหมดจึงใช้พันธุ์นี้ปลูกเป็นการค้ากันทั่วไปโดยไม่มีพันธุ์อื่นมาแทนที่ ในปีพ.ศ. 2528 ได้มีการนำพันธุ์ Akio, Pajaro และ Douglas จากสหรัฐอเมริกามาทดลองปลูกในสถานีโครงการหลวงที่ดอยอินทนนท์ แต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จ ต่อมาอีกหนึ่งปีได้มีการนำพันธุ์ Nyoho, Toyonoka และ Aiberry จากประเทศญี่ปุ่นเข้ามาทดลองปลูก ปรากฏว่าสองพันธุ์แรกสามารถปรับตัวได้ดีบนพื้นที่สูง หลังจากนั้นเริ่มมีผู้นำพันธุ์อื่นๆ เข้ามาปลูกทดสอบมากมาย จนกระทั่งมีการตั้งพันธุ์ Toyonoka เป็นพันธุ์พระราชทาน 70 (ซึ่งตรงกับปี พ.ศ. 2540 ที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระชนมพรรษาครบ 70 พรรษา) และพันธุ์ B5 เป็นพันธุ์พระราชทาน 50 ปี (ปี พ.ศ. 2539 ซึ่งเป็นปีฉลองศิริราชสมบัติครบ 50 ปี) ปัจจุบันพันธุ์สตรอเบอร์รี่ที่นับว่าปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่ของประเทศได้แก่ พันธุ์พระราชทาน 16 20 50 และ 70 นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ Nyoho, Dover และ Selva บ้าง ในบางพื้นที่ (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

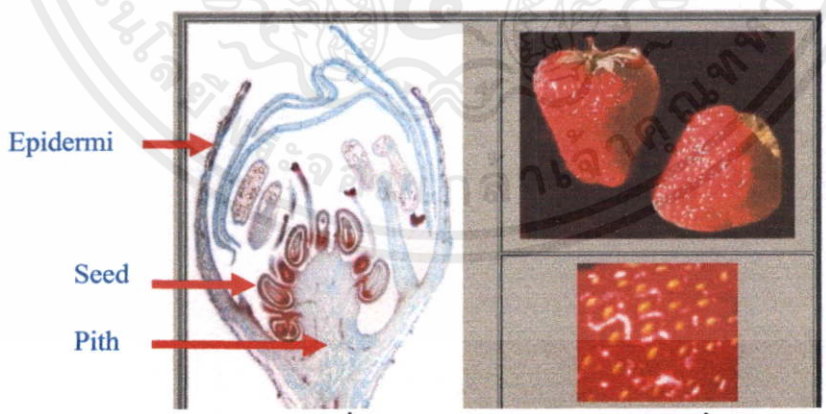
2.1.2 การปลูก

ระบบการปลูกสตรอเบอร์รี่ในปัจจุบันของประเทศไทย จะปลูกโดยการใช้ต้นไหล ซึ่งต้นไหลจะถูกบังคับให้เกิดการพัฒนาของตาดอกและเพื่อความแข็งแรงก่อนปลูก โดยการปล่อยให้ได้รับอุณหภูมิเย็นในเวลากลางคืนบนที่สุด ซึ่งจะทำให้ออกดอกได้เร็วกว่าต้นไหลที่ผลิตบนพื้นราบ

2.1.3 ลักษณะตามธรรมชาติของผลไม้เนื้ออ่อนกับการเกิดโรค

2.1.3.1 โครงสร้าง

สตรอเบอร์รี่จัดเป็นผลไม้เนื้ออ่อน โดยเมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ ยังมีโครงสร้างที่แข็งแรง สามารถป้องกันการเข้าทำลายจากศัตรูพืชได้ดีแสดงดังภาพที่ 2.1 โดยที่เซลล์ผิวของผลไม้มี เอพิเดอร์มิส (Epidermis) และ เพริเดิร์ม (Periderm) ที่ทำหน้าที่ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะผิวใบมีผนังเซลล์ด้านนอกหนา การที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญผ่านเข้ามาโดยอาศัยแรงหรือใช้เอนไซม์ย่อยทำได้ยาก นอกจากนั้น Epidermis ยังมีชั้นของคิวติเคิลปกคลุม ในคิวติเคิลจะมีคิวตินและไขเป็นองค์ประกอบ โดยสารประกอบทั้ง 2 ประเภทมีสมบัติไม่ชอบน้ำ ไม่สะสมน้ำ ดังนั้นเมื่อสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ มาตกลงบนผิวของผลไม้ จึงได้รับความชื้นไม่เพียงพอสำหรับการงอกถึงแม้ว่าอากาศรอบๆจะมีความชื้นสูงถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ ก็ตาม ยกเว้นแต่ว่าที่ผิวของผลิตผลเปียกน้ำ หรือมีความชื้นในอากาศสูงใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ การงอกของสปอร์ของเชื้อต่างๆ จึงอาจเกิดขึ้นได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของสตรอเบอร์รี่

(ที่มา : http://www.botany.hawaii.edu/faculty/webb/BOT201/Angiosperm/FlowerFruit.htm, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังเซลล์ของผลไม้มีความแข็งแรงเมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ หรือเมื่อกระบวนการสุกยังไม่เกิดขึ้น โมเลกุลของ เพคติน เฮมิเซลลูโลส และ เซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์จะเกาะยึดกันแน่น ทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ยาก แต่ภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะเมื่อมีกระบวนการสุกเกิดขึ้น โครงสร้างของผนังเซลล์จะเริ่มเปลี่ยนแปลง ทำให้โมเลกุลของเพคติน (Pectin) และ เฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses) ถูกเอนไซม์บางอย่างย่อยสลาย การยึดเกาะกันของโมเลกุลต่างๆและการยึดเกาะกันระหว่างเซลล์ลดลง เปิดโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ บุกรุกเข้าไปภายในผลิตผลนั้นๆ ได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.1.3.2 องค์ประกอบทางเคมี

ภายในชั้นคิวติเคิลที่ปกคลุมผิวของพืชนอกจากจะมีคิวตินและไขแล้ว ยังมีสารเคมีประเภทสารประกอบฟีนอลแทรกอยู่ด้วย ในทำนองเดียวกันซูเบอริน (Suberin) ก็มีสารประกอบฟีนอลอยู่ด้วย ซึ่งสารประกอบฟีนอลเหล่านี้มีคุณสมบัติสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆได้

องค์ประกอบเคมีภายในเซลล์เป็นสิ่งที่ขัดขวางการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้เช่นเดียวกัน เมื่อผลยังไม่บริบูรณ์หรือยังไม่สุก ผลไม้มักมีปริมาณกรดสูง ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ต่ำและมีปริมาณน้ำตาลต่ำ นอกจากนั้นยังมีสารประกอบฟีนอลสะสมอยู่ในแวคิวโอล ซึ่งทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเข้าไปในเซลล์ไม่สามารถเจริญต่อไปได้ หรือแม้จะเกิดบาดแผลขึ้น องค์ประกอบเหล่านี้แทนที่จะเป็นประโยชน์กับเชื้อจุลินทรีย์ กลับยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แต่เมื่อกระบวนการสุกเกิดขึ้น แป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล กรดอินทรีย์อาจเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล หรือถูกใช้ไปในการหายใจ ทำให้ความเป็นกรดลดลง ปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดี (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.1.4 การเก็บเกี่ยว

ผลสตรอเบอร์รี่ที่ใช้รับประทานสดจะถูกเก็บเกี่ยวและแบ่งเกรด โดยสามารถแบ่งตามการพัฒนาของสีออกเป็น 3 กลุ่มคือ 61-80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับจำหน่ายในท้องถิ่น 41-60 เปอร์เซ็นต์ สำหรับจำหน่ายให้แก่นักท่องเที่ยวและ 21-40 เปอร์เซ็นต์ สำหรับขนส่งเข้ากรุงเทพมหานคร เนื่องจากมีปัญหาเกี่ยวกับการขนส่งจากพื้นที่ปลูกบนที่สูงสู่ตลาดพื้นราบ ทำให้เกษตรกรบางรายเก็บเกี่ยวขณะที่สีของผลสตรอเบอร์รี่พัฒนาเพียง 10-15 เปอร์เซ็นต์ ตามร้านขายผลไม้ในตลาดสดและร้านจำหน่ายข้างทางจะจำหน่ายโดยชั่งน้ำหนักเป็นกิโลกรัมแล้วบรรจุลงในถุงพลาสติก สำหรับการจำหน่ายสตรอเบอร์รี่รับประทานสดของมูลนิธิโครงการหลวงนั้นสตรอเบอร์รี่จะถูกแบ่งเกรดตามน้ำหนักและคุณภาพแล้วบรรจุวางเรียงสองชั้นในถาดพลาสติกใส (แต่เดิมใช้ถาดโฟมบรรจุชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียว) หุ้มด้วยพลาสติกบางเพื่อไม่ให้ผลเคลื่อนที่ในขณะเวลาขนส่งและใส่รวมกันชั้นเดียวในกล่องกระดาษแข็งสำหรับใส่ผลไม้ ปกติจะบรรจุถาดละ 250-260 กรัม เพื่อขายตามซุปเปอร์มาเกตหรือร้านค้าทั่วไปและระยะความแก่ของผลสตรอเบอร์รี่มีกระบวนการทางสรีรวิทยา ส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน จึงส่งผลต่ออัตราการการหายใจ สี กลิ่น รสชาติ ความแน่นเนื้อ และความสมดุลของน้ำตาลและกรดภายในผล (Montero และคณะ, 1996) โดยทั่วไปในระหว่างการสุกของผลไม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพกตินในผนังเซลล์โดยเอนไซม์เพกทิเนส (Pectinase) จึงทำให้ผลไม้มีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนิ่มลง (ดนัย บุญญเกียรติ, 2550)

ผลสตรอเบอร์รี่ที่ใช้ในการแปรรูปจะถูกเก็บมาจากแปลงปลูกและขนส่งมาที่โรงงาน (โดยผลอาจจะถูกตัดขั้วออกก่อนนำมาส่งหรือตัดที่โรงงาน) แบ่งคัดตามเกรดล้างด้วยน้ำที่สะอาด หลังจากนั้นผล บางส่วนจะถูกแช่แข็งเลยทันทีและบางส่วนจะนำมาใส่ถุงพลาสติกที่บรรจุอยู่ในภาชนะ หลังจากนั้นจะทำการปิดฝาและรีบนำเข้าห้องเย็นแบบแช่แข็งเตรียมขนส่งไปยังต่างประเทศต่อไป

สตรอเบอร์รี่จัดเป็นผลไม้พวก Non-climacteric ซึ่งต้องเก็บเกี่ยวตอนผลแก่จึงจะให้รสชาติที่ดี โดยส่วนประกอบของสตรอเบอร์รี่ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำ (แสดงในตารางที่ 2.1) นอกจากนี้ผลมีความชอกช้าง่ายในขณะขนส่ง ทำให้กลายเป็นผลเกรดต่ำอย่างรวดเร็วเมื่อไปถึงตลาด ในสภาพอากาศร้อน การพิจารณาช่วงเก็บเกี่ยวที่เป็นมาตรฐานและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ ควรนำมาใช้ในการปลูกสตรอเบอร์รี่ที่เป็นการค้าอย่างจริงจัง

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบโดยประมาณของสตรอเบอร์รี่

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์
น้ำ	89.9
คาร์โบไฮเดรต	8.3
โปรตีน	0.8
ไขมัน	0.5
เถ้า	0.46

ที่มา : Watt และ Merrill (1963)

2.1.5 การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว

การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้โดยอาศัยหลักการเดียวกันกับการป้องกันโรค คือ การจัดการให้ผลิตผลคงความสมบูรณ์แข็งแรง ยากต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ การทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณน้อยหรืออ่อนแอลง และการจัดสภาพการเก็บรักษาให้ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณี...

กับการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งสามารถแยกเป็นแนวทางปฏิบัติได้ 3 วิธีคือ การควบคุมทางกายภาพ การใช้สารเคมี และการควบคุมโรคด้วยชีววิธี

2.1.5.1 การควบคุมทางกายภาพ

การควบคุมทางกายภาพ ประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

<u>อุณหภูมิและความชื้น</u> อุณหภูมิและความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเกิดโรคของผลสตรอเบอร์รี่ อุณหภูมิต่ำทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย คงความสด และแข็งแรงอยู่ได้นาน ในขณะเดียวกันก็ชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ ดังนั้นการเก็บรักษาจึงควรลดอุณหภูมิให้ต่ำลงมากที่สุด เพื่อให้ผลสตรอเบอร์รี่มีการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมสภาพน้อย ที่สุดโดยไม่เกิดอันตรายจากอาการสะท้านหนาว (Chilling Injury) ขึ้น

ในสภาพการเก็บรักษาที่มีความชื้นสูง ช่วยให้การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้ดี โดยเฉพาะสปอร์ของเชื้อราหลายชนิดต้องการความชื้นสูงมากใกล้ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงจะสามารถงอกได้ ดังนั้นการเก็บรักษาจึงไม่ควรให้สถานที่เก็บรักษาผลิตผลมีความชื้นสูงมากเกินไป ในขณะเดียวกันก็ต้องไม่ให้มีความชื้นต่ำเกินไปเพราะจะทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำจนเกิดอาการเหี่ยวและมีเนื้อสัมผัส (Texture) เปลี่ยนแปลงไป

ความผันแปรของอุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นสิ่งสำคัญที่อาจทำให้เกิดโรคได้มากขึ้น เพราะจะทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำเป็นหยดน้ำบนผิวของผลิตผล และทำให้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ เจริญได้ดี ดังนั้นในสถานที่เก็บรักษาจึงควรจัดให้มีความผันแปรของอุณหภูมิน้อยที่สุด

ในทางตรงกันข้ามกับการใช้อุณหภูมิต่ำซึ่งเป็นการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ อุณหภูมิสูงในช่วงระยะเวลาสั้นๆ สามารถใช้ในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์จากผลิตผลได้ ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิสูงทำให้องค์ประกอบเคมีภายในของเชื้อจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป เช่น โปรตีนเกิดการเสื่อมสภาพ (Denature) ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.1.5.2 การดัดแปลงบรรยากาศ

เชื้อจุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตมีการหายใจเช่นเดียวกัน ดังนั้นหากบรรยากาศในการเก็บรักษาผลิตผลมีองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไป ย่อมส่งผลถึงการเจริญจุลินทรีย์และทำให้เกิดโรคบนผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเปลี่ยนแปลงไปด้วย การลดปริมาณออกซิเจนจากปกติประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่ช่วยลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือ 2 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าจึงส่งผลกระทบ ความเข้มข้นระดับนี้ ผลิตผลหลายชนิดอาจทนอยู่ไม่ได้ การเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้ผลในการควบคุมโรคมากกว่าที่ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis* และ *Rhizopus* ในผลสตรอเบอร์รี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ วิธีนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งสตรอเบอร์รี่ในต่างประเทศ และบางส่วนใน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ภาคเหนือของประเทศไทย อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าในสภาพที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น อาจกระตุ้นให้โรคบางอย่างเจริญเติบโตได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นการปรับสภาพบรรยากาศเพื่อการควบคุมโรคจึงค่อนข้างจะมีผลเฉพาะเจาะจงกับผลิตผลและโรคแต่ละชนิดจำเป็นต้องได้รับการทดลองเป็นกรณีๆไป (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.1.5.3 การฉายรังสี

รังสีเป็นหลังงานเคลื่อนที่ไปในรูปของคลื่นที่เรามองไม่เห็น โดยรังสีแต่ละชนิดมีพลังงานและความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน รังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารส่วนใหญ่คือรังสีแกรมม่าเป็นรังสีแบบที่ทำให้เกิดการไอออไนซ์ (Ionizing radiation) รังสีที่มีคลื่นสั้นชนิดนี้ สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพ หรือการเน่าเสีย การฉายรังสีสามารถเทียบได้กับการพาสเจอไรซ์ในน้ำนม ซึ่งกระบวนการฉายรังสีสามารถลดจำนวนแบคทีเรียลง แต่ไม่กำจัดให้หมดไป เช่น สตรอเบอร์รี่ที่ฉายรังสี สามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นาน 2-3 สัปดาห์ ขณะที่ปกติเก็บไว้ได้เพียง 5 วัน มะม่วงจะยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น 1 สัปดาห์ และกล้วยยืดอายุได้นานขึ้นอีก 2 สัปดาห์ ที่ปริมาณการฉายรังสีที่ปริมาณ 0.3 – 1.0 กิโลเกรย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธ์และความแก่อ่อนของผลไม้ (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2549)

การใช้รังสีเพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้มีการศึกษากันมาก โดยปริมาณรังสีที่ใช้ในผลไม้ต่างๆ แสดงในตาราง 2.2 ซึ่งระดับของรังสีที่สามารถควบคุมโรคได้ค่อนข้างสูงคือประมาณ 5 kGy ขึ้นไป แต่ระดับนี้จะทำให้ผลิตผลเสื่อมสภาพได้เร็ว การใช้ความร้อนร่วมกับการฉายรังสีต่ำ (0.5 kGy + ความร้อน 5 นาที) ได้ผลดีขึ้นแต่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีการใช้รังสีเพื่อชะลอการเกิดโรคและรักษาความสดกับเห็ดในประเทศเนเธอร์แลนด์ และกับสตรอเบอร์รี่ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้ผลพอสมควรและผู้บริโภคให้การยอมรับ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ข้อจำกัดของการใช้รังสีในผลไม้คือ อาจทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้ และสีเปลี่ยนไป ทำให้ปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการใช้มีช่วงค่อนข้างจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ปริมาณรังสีที่ใช้ในผลไม้สดเพื่อควบคุมโรค

ผลไม้	รังสีต่ำสุดที่ต้องใช้ (Gy)	รังสีสูงสุดที่ทนได้ (Gy)
แอ๊ปเปิ้ล	150	100-150
พีช	200	50-100
อะโวกาโด	-	15
มะนาว	100-200	25
ส้ม	200	200
สตรอเบอร์รี่	200	200
องุ่น	-	25-50

ที่มา: Maxie และคณะ (1971)

2.1.5.4 การใช้สารเคมีในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว

ผลิตผลเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วอยู่ในช่วงของการเสื่อมสภาพในหลายๆ ด้านและนำไปสู่ความตาย จึงเป็นการง่ายที่เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆจะเข้าทำลาย ดังนั้นการควบคุมมิให้เกิดโรคขึ้นคือ การเก็บรักษาผลิตผลให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรง ต้านทานต่อโรคได้ดีที่สุด การใช้สารเคมีส่วนใหญ่เป็นการจัดการกับเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งไม่มีผลโดยตรงต่ออัตราการเสื่อมสภาพของผลิตผล ดังนั้นการใช้สารเคมีจึงเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการเก็บรักษาได้ อย่างไรก็ตามในหลาย ๆ กรณีการใช้สารเคมีก็เป็นสิ่งจำเป็นมากเมื่อการเก็บรักษาผลิตผลในสภาพที่ดีที่สุดมิอาจทำได้ หรือในเขตร้อนที่ผลิตผลจะเกิดอาการสะท้านหนาวขึ้นถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการเก็บรักษาระยะยาว

สารเคมีบางอย่างมีผลส่งเสริมให้ผลิตผลคงสภาพดีอยู่ได้นาน เช่น ใบขึ้นฉ่ายฝรั่ง (Celery) การใช้จิมเบอเรลลิน 10 ppm ช่วยลดการเน่าและที่ปลายก้านใบซึ่งเกิดจากเชื้อ *Sclerotinia, Botrytis* และ *Erwinia* ได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชนี้จัดได้ว่าเป็นการปรับสภาพของผลิตผลให้มีความแข็งแรงทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์

เนื่องจากสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์โดยตรงในปัจจุบันมีมากกว่า 30 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป การเลือกใช้สารมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. เลือกชนิดที่เชื้อจุลินทรีย์มีความอ่อนแอต่อสารเคมีที่ใช้
2. สารเคมีสามารถผ่านเข้าไปทำลายยังบริเวณที่มีเชื้ออยู่ได้ดี
3. ผลิตผลทนทานต่อสารเคมีที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.5 คลอรีน

คลอรีนจัดเป็นสารเคมีประเภทหนึ่งที่ใช้เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่เป็นเส้นใย ส่วนขยายพันธ์ หรือส่วนเจริญอื่นๆ ที่ติดมากับผิวของผลิตผล โดยทั่วไปนิยมใช้คลอรีนในการล้างผักและผลไม้ โดยใช้ในรูปของสารละลายไฮโปคลอไรด์ ปริมาณ 50-200 ppm (Active chlorine) คลอรีนจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของกรด hypochlorous ในน้ำ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ สปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผนัง hyaline บางจะถูกทำลายด้วยคลอรีน แต่สำหรับ appressorrum และ conidia ที่มีผนังหนาสีเข้มจะไม่ถูกทำลาย ผลของคลอรีนในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ บนผลผลิตผันแปรได้มาก สมบัติทางเคมีบางประการของคลอรีนดังนี้

คลอรีนจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้ดังสมการ

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HOCL + Cl^- + H^+$$

HOCl (Hypochlorous acid) เป็นกรดอ่อน แตกตัวให้ OCl^- และ H^+ และอยู่ในสมดุลกับ OCl^- ส่วน Hypochlorite ในน้ำจะแตกตัวได้สมการ

$$NaOCL \text{ หรือ } CaOCl + H_2O \longrightarrow OCl^- + Na^+ \text{ หรือ } Ca^+$$

ซึ่ง OCl^- จะทำปฏิกิริยากับน้ำอยู่ในสมดุลกับ HOCL เช่นกัน HOCL มีคลอรีนอะตอมซึ่งอยู่ในสถานะวาเลนซี +1 เป็นตัวออกซิไดซ์อย่างแรง ในขณะที่ Cl^- มีสถานะวาเลนซีเท่ากับ +1 ไม่มีคุณสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์ ส่วน OCl^- นั้นพบว่ามีคุณสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และคุณสมบัติในการฟอกสีต่ำกว่า HOCl 50-80 เท่า แต่ OCl^- จะมีความเสถียรมากกว่าสัดส่วนระหว่าง HOCl กับ OCl^- ขึ้นอยู่ดับ pH ของสารละลาย ดังนั้นการใช้คลอรีนจึงควรรักษาระดับ pH ให้อยู่ในช่วงที่มี HOCl มาก (pH เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย) การใช้คลอรีนหรือไฮโปคลอไรด์ให้ได้ผลต้องระวังการรักษาให้สารละลายให้มีความเข้มข้นของ available คลอรีนตามที่ต้องการ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

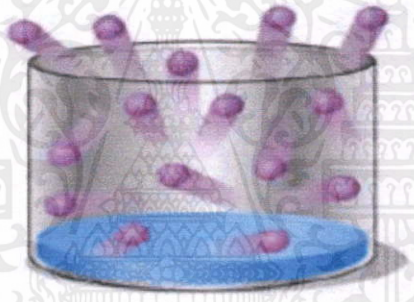
2.1.5.6 การกลายเป็นไอ (Vaporization)

การกลายเป็นไอคือ การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซ โดยโมเลกุลเคลื่อนที่หลุดออกจากผิวของของเหลว (ดังภาพที่ 2.2) ซึ่งความดันไอจะไม่ขึ้นกับขนาดของภาชนะ แต่จะขึ้นอยู่กับขึ้นกับแรงระหว่างโมเลกุลในของเหลว

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดร อุณหวุฒิและคณะ (2536) ได้ทำการอบไอน้ำ (Vapor heat teratment) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ แรด และพิมเสนแดง โดยคงอุณหภูมิภายในผล (Fruit center temperature) ไว้ที่

ระดับอุณหภูมิ 47 และ 48.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 0 60 และ 120 นาที ภายใต้สภาพอากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ (Saturated Condition) ความชื้นสัมพัทธ์ 98 เปอร์เซ็นต์ RH ตลอดการอบไอน้ำ ลดอุณหภูมิผลมะม่วงด้วยอากาศเย็น (Forced air cooling) นาน 1 ชั่วโมง พบว่า การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงอบไอน้ำน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่อบไอน้ำ ปริมาณน้ำตาลและความเป็นกรดไม่แตกต่างกันระหว่างมะม่วงอบไอน้ำและไม่อบไอน้ำ มะม่วงแสดงอาการของโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) และโรคเน่าขั้วผล (Sem end rot) อย่างรุนแรงมีแนวโน้มลดน้อยลงในมะม่วงอบไอน้ำ การอบไอน้ำทำให้เกิดความเสียหาย (Phytotoxicity) ขึ้นภายในผลมะม่วงน้ำดอกไม้แรด และพิมเสนแดง ซึ่งแสดงอาการให้เห็น 2 ลักษณะ คือ จุดสีขาว (White spot) และเนื้อมะม่วงเป็นรูพรุนสีขาวลักษณะคล้ายฟองน้ำ (Spongy tissue) ลักษณะผิดปกติดังกล่าวนี้ไม่ปรากฏอาการให้สังเกตได้จากภายนอกและไม่แสดงอาการให้เห็นจนกว่ามะม่วงจะสุก



ภาพที่ 2.2 การกลายเป็นไอ (Vaporization)

(ที่มา : www.chemw.sc.mahidol.ac.th/html/nanocast/2009/vapor.pdf, 2553)

2.1.5.7 การรมควัน (Fumigation)

เนื่องจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิดเมื่อใช้สารเคมีในรูปที่เป็นน้ำยังได้ผลไม่ดีนัก เพราะสารเคมีไม่สามารถเข้าไปสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์ สารเคมีในรูปของเหลวอาจ เข้าไปไม่ถึงจึงอาจใช้สารเคมีในรูปของก๊าซ เพราะมีโมเลกุลเล็กกว่าสามารถที่จะเข้าไปทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

การรมควัน คือ การปล่อยให้สารเคมีในสถานะของก๊าซหรือไอระเหย แพร่กระจาย และครอบคลุมศัตรูพืชที่ต้องการกำจัด ความเป็นพิษของสารรมควันขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของศัตรูพืชเป้าหมาย โดยทั่วไปแล้วยิ่งอุณหภูมิต่ำอัตราการหายใจของศัตรูพืชจะต่ำลงด้วย ทำให้ศัตรูพืชมีความต้านทานต่อสารรมควันเพิ่มขึ้น ดังนั้นการรมควันที่อุณหภูมิต่ำจะต้องใช้สารเคมีที่อัตราสูงขึ้น หรือต้องใช้เวลาในการรมควันยาวนานกว่าที่อุณหภูมิสูง และควรมีการ

เอกสารนี้เป็น ไม่ว่ากรณีใ

ติดตามผลการใช้สารรมควันเพื่อให้แน่ใจว่าความเข้มข้นของสารรมควันที่ใช้อยู่ในระดับคงที่ตลอดกระบวนการ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2543)

การรมไอมีประโยชน์มากต่อการควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวในผลิตผลที่บรรจุภาชนะเรียบร้อยแล้ว หรือในห้องเก็บที่ปิดมิดชิด มีการรมสารเคมีในผลิตผลหลายชนิดที่ใช้ได้ผล เช่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อควบคุมโรคที่เกิดจาก *Botrytis cinerea* ในผลองุ่น ซึ่งนิยมใช้กันในทางด้านการค้าบริเวณที่มีการปลูกองุ่นและราสเบอรี่ ซึ่งเป็นผลไม้ที่ทนต่อสารเคมีชนิดนี้ได้ ระดับปลอดภัยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้จะต้องไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้ปริมาณที่สูงจะทำให้สีผลรอบๆ ก้านเป็นสีขาว ในประเทศไทยมีการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กับลำไย และลิ้นจี่ เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลไม้ดังกล่าวและช่วยควบคุมโรคด้วย

ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีสมบัติในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เพราะ SO_2 มีสมบัติเป็น Reducing agent นอกจากนั้นยังมีสมบัติในการฟอกสีและยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วทั้งนี้ปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง แต่เนื่องจากว่า SO_2 เป็นสารที่มีโทษชนิดหนึ่งและผู้บริโภคบางคนอาจมีอาการแพ้ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมมิให้มีปริมาณ SO_2 ตกค้างอยู่มากเกินไป ในหลายประเทศจะต้องตรวจไม่พบ SO_2 ภายในเนื้อผลเลย

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีสารเคมีให้เลือกใช้จำนวนมาก แต่การพัฒนาสารเคมีชนิดใหม่ ๆ มีน้อยมาก ทั้งนี้เพราะสารเคมีที่ใช้กับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวค่อนข้างเล็ก นอกจากนี้ในปัจจุบันประชาชนยังห่วงกังวลถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีใหม่ๆ มากกว่าประโยชน์ที่จะได้รับ อีกทั้งกฎระเบียบต่าง ๆ เน้นความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น เช่น การกำหนดปริมาณสารตกค้าง งานวิจัยปัจจุบันจึงมุ่งเน้นไปในการใช้วิธีการที่ไม่ใช้สารเคมี นอกจากนั้นเชื้อจุลินทรีย์ยังมีความสามารถในการพัฒนาตัวเองให้ต้านทานต่อสารเคมีด้วย ทำให้การพัฒนาการเคมีใหม่ๆมีน้อยมาก (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.1.5.8 การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวด้วยชีววิธี

ปัจจุบันการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวมีปัญหามากขึ้น เนื่องจากการดื้อยาของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ นอกจากนั้นจำนวนสารเคมีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ได้ก็มีจำนวนลดลง ดังเช่น เบนโนมิล (Benomyl) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยก็ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในประเทศญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกาก็ถอนสารเคมีชนิดนี้ออกจากการอนุญาตให้ใช้แล้ว ในอนาคตการห้ามใช้สารเคมีคงมีมากขึ้นในขณะที่การผลิตสารเคมีชนิดใหม่ยิ่งทำได้ยาก เพราะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงโดยเฉพาะในการศึกษาว่าสารเคมีนั้นๆปลอดภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม ประการสุดท้ายผู้บริโภคในปัจจุบันมีความห่วงใยต่อสุขภาพของตัวเอง และต้องการที่จะบริโภค

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

พืชผักผลไม้ที่ปลอดจากสารเคมีมากขึ้น ดังนั้นการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยไม่ใช้สารเคมีจึงต้องได้รับความสนใจมากขึ้น ทั้งนี้นอกจากการใช้อุณหภูมิและการควบคุมบรรยากาศในการควบคุมโรคแล้ว การควบคุมโรคโดยชีววิธีกำลังได้รับความสนใจมากขึ้น ในที่นี้การควบคุมโรคด้วยชีววิธีจะหมายถึงการใช้จุลินทรีย์ชนิดอื่น (Antagonist) และการใช้สารเคมีที่ได้จากธรรมชาติในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

มีการศึกษาการใช้สารสกัดจากธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น เนื่องจากการเล็งเห็นผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม เอกชัย เชื่อนมณี (2545) ได้ศึกษาการใช้เอลิลไอโซไธไซยาเนท (Allyl isothiocyanate) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำมันมัสตาร์ดที่มีสมบัติในการ ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ในการใช้สภาวะที่เป็นก๊าซในการรมผลสตรอเบอร์รี่พบว่า การใช้เอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นเวลา 6 9 12 และ 24 ชั่วโมง สามารถชะลอการเน่าเสียของผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียสได้ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผล และมีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ในขณะที่ผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้รมและที่รมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกัน มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน ส่วนการรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ ทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ รวมทั้งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สำหรับการรมผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท พบว่า ไม่มีผลในการชะลอการเน่าเสียของ ผลสตรอเบอร์รี่

2.1.6 การตลาดและเศรษฐกิจ

ประเทศไทยมีการส่งออกผลสตรอเบอร์รี่ ในเชิงอุตสาหกรรมไปยังต่างประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 และสามารถทำรายได้หลายร้อยล้านบาทต่อปี ประเทศหลักที่ส่งไปจำหน่ายได้แก่ ญี่ปุ่น อย่างไรก็ดีปริมาณการส่งออกสตรอเบอร์รี่ในระยะสองสามปีที่ผ่านมาลดลงเนื่องมาจากมีประเทศคู่แข่งคือ สหรัฐอเมริกา จีน เกาหลี การที่ไม่ได้มีพัฒนาทางด้านการปลูกแบบสมัยใหม่เพื่อให้ผลผลิตมากขึ้นหรือไม่มีการเปลี่ยนเป็นพันธุ์ใหม่ที่ตลาดต้องการรวมทั้งภายในประเทศเองก็มีการใช้บริโภคทั้งผลสดและแปรรูปมากขึ้นก็นับว่าเป็นหลาย ๆ สาเหตุประกอบกัน

ในอำเภอแม่สายและพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่นั้นมูลค่าต้นทุนของการผลิตต่อไร่ประมาณ 25,000-30,000 บาทและรายได้ตอบแทนต่อไร่ 62,500 บาท (คิดจากค่าเฉลี่ย 2,500 กก. ต่อไร่และ 25 บาทต่อ กก.) ขณะที่เกษตรกรบนดอยอินทนนท์ใช้ต้นทุนการผลิตไร่ละ 30,000-35,000 บาท และมีรายได้ไร่ละ 72,500 บาท เนื่องจากสามารถขายเป็นผลรับประทานสดแก่นักท่องเที่ยว และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานกว่าพื้นราบ ปกติแล้วผลผลิตจะออกประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

พฤษภาคมในพื้นที่ปลูกบนที่สูง และระหว่างเดือนธันวาคมถึงเมษายนในพื้นที่ปลูกบนพื้นราบ ผลผลิตที่ออกก่อนในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมจะมีคุณภาพดีและขนาดใหญ่ ทำให้จำหน่ายได้ในราคาสูงประมาณ 70-80 บาทต่อกิโลกรัมในท้องตลาดทั่วไป หลังจากนั้นขนาดผลจะเล็กลง และจำหน่ายได้ในราคา 20-30 บาทต่อกิโลกรัมในช่วงเดือนมกราคมถึงกลางเดือนมีนาคม ผลผลิต 80 เปอร์เซ็นต์ ถูกนำไปแปรรูปเพื่อจำหน่ายในตลาดภายในประเทศและภายนอกประเทศ ส่วนอีก 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นการผลิตเพื่อป้อนตลาดบริโภคสด (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, 2543)

ปัจจุบันยังมีความต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศเพื่อใช้ผลิตสตรอเบอร์รี่ในเชิงอุตสาหกรรมเป็นปริมาณมากมายต่อปี และกำลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามจำนวนประชากร ประเทศญี่ปุ่นเป็นแหล่งใหญ่ในการนำเข้าผลสตรอเบอร์รี่จากประเทศไทย เพื่อใช้ในการแปรรูปมากที่สุด (ที่ผ่านมาประมาณ 1,000-3,000 ตันต่อปี) นอกจากนี้ยังเคยมีการขนส่งผลรับประทานสดไปจำหน่ายยัง ประเทศฮ่องกง สิงคโปร์ และบางประเทศในแถบยุโรปบ้างเล็กน้อยโดยมูลนิธิโครงการหลวงอีกด้วย

2.2 เชื้อรา *Botrytis cinerea*

เชื้อรา *B. cinerea* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato dextrose agar) เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน โคโลนีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หรือมากกว่า ระยะแรกใสไม่มีสี ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีเทาถึงน้ำตาลเทา สเคลอโรเดียมมีสีดำ ประกอบด้วยเมดูลลา (Medulla) และชั้นนอกมีสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำ มีรูปร่างหลายแบบและขนาดแตกต่างกัน โคนิดิโอฟอร์มีความกว้าง 16-30 ไมโครเมตร และยาวถึง 2 มิลลิเมตร ด้านล่างมีสีน้ำตาล ผนังเรียบและมีแขนง บริเวณด้านปลายโคนิเดียมีรูปร่างแบบไข่คว่ำ มีขนาด 6-9 x 8-14 ไมโครเมตร และมีรอยแผลหรือเครื่องหมาย (Hilum) สีน้ำตาลอ่อน ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ผนังเรียบ มีไมโครโคนิเดียสปอโรโดเซี่ยมหรือสเปอร์โมโดเซียม (Spermodochium) มักพบเฟียไลด์เป็นรูปฟลาสก์กลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3 ไมโครเมตร อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ 22-25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด ที่เจริญได้คือ 5-12 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดที่เจริญได้คือ 33-35 องศาเซลเซียส แหล่งที่พบ คือในอาหารและอาคารเก็บ(พืชและผลไม้) มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วโลกโดยเฉพาะเขตที่มีความชื้นปานกลางและเขตกึ่งร้อน นอกจากนี้ยังพบ *B. cinerea* เป็นแฟติคัลเตตีพปรสิต (Facultatively parasite) บนพืชหลายชนิดด้วย ซึ่งจะเรียกว่าราสีเทา (Grey mold) สามารถเกิดความเสียหายแก่ดอกไม้ ใบไม้ ลำต้น และเป็นสาเหตุทำให้ผลและใบของอ่อน สตรอเบอร์รี่ กะหล่ำปลี และผักกาดหอมเน่าเสีย และยังสามารถคัดแยกได้ จากดอก ผลไม้และผักที่อยู่ในโรงเก็บหรือขนส่ง ซึ่งเป็นไปได้ว่าผลไม้และผักได้ปนเปื้อนรามาจากแปลงปลูก การเข้าทำลายผลิตผลที่เป็นพืชอาศัยโดยเชื้อรา จะมีการปลดปล่อยเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

เพคติน (Pectin degrading enzymes) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช การเข้าทำลายพืชอาศัยโดยเชื้อรา *B. cinerea* พบว่ามีการปล่อยเอนไซม์ Polygalacturonase (PGs) ออกมาเพื่อย่อยผนังเซลล์ของพืช เมื่อเข้าสู่พืชอาศัยแล้ว เชื้อรา *B. cinerea* จะสร้างเอทธิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพของผลิตผลปลดปล่อยออกมาทำให้ผลผลิตเกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็วตรงบริเวณที่เกิดอาการเน่าเละ (Soft rot) มีการสร้างสารพิษที่มีชื่อว่า Botrydial และชักนำให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระ (Free radical) ในบริเวณเนื้อเยื่อของพืชที่เน่าเละ เชื้อรา *B. cinerea* จะเข้าทำลายผลสตรอเบอร์รี่ในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว และแสดงอาการของโรคหลังการเก็บเกี่ยวก่อให้เกิดอาการเน่าเสียอย่างรุนแรงในผลสตรอเบอร์รี่ และลุกลามไปยังผลที่อยู่ข้างเคียง เนื่องจากเป็นเชื้อที่แพร่กระจายอยู่ในอากาศ (Muckenschnabel และคณะ, 2001)

ในการเก็บเกี่ยวสตรอเบอร์รี่ จะพบว่ามีการปนเปื้อนของส่วนคอนนิเดีย (Conidia) ของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวของผลและส่วนของดอก ซึ่งแสดงถึงการเกิดการติดเชื้อแฝง (Latent infection) ในส่วนปลายของลำต้น ในระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวนั้น การติดเชื้อจะเริ่มจากการที่มีการติดเชื้อแฝง (ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์) ที่ส่วนปลายลำต้น (Stem end) แต่ส่วนใหญ่จะเกิดการติดเชื้อที่ผิวของผล การติดเชื้อในภายหลัง (Latter infection) ส่วนมากจะเกิดโดยตรงจากส่วนขยายพันธุ์บนผิวของผล และไม่ใช่เกิดจาก Conidia ที่ติดแน่นอยู่ที่ส่วนดอก เช่น การติดเชื้อก่อนการเก็บเกี่ยว (Pre-harvest infection) ดังนั้นจึงไม่น่าสงสัยว่า การติดเชื้อก่อน หรือหลังการเก็บเกี่ยวสตรอเบอร์รี่ โดยเชื้อรา *B. cinerea* จะสามารถเจริญและเข้าทำลายสตรอเบอร์รี่ในอุณหภูมิต่ำ (0 องศาเซลเซียส) และเชื้อราจะเจริญได้ช้าในสภาพที่อากาศเย็นมาก (Cooling) จึงสามารถเก็บรักษาผลภายใต้อุณหภูมิประมาณ 2 องศาเซลเซียส สำหรับภาพที่ 2.3 แสดงการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่ด้วยเชื้อรา *B. cinerea*

การติดเชื้อสตรอเบอร์รี่ที่เกิดจากเชื้อรา *B. cinerea* มีผลทำให้เนื้อเยื่อถูกเข้าทำลาย กลายเป็นสีน้ำตาลผิดปกติ บริเวณที่เน่าปกคลุมไปด้วยเส้นใยราสีขาวและสีเทา รวมถึงก้านชูสปอร์ (Conidiophore) สีเทา ซึ่งเป็นที่เกิดของคอนนิเดีย (Conidia) และไม่ค่อยพบ Scleratia ซึ่งอาจจะสร้างในผลที่ติดเชื้อก็ได้ เชื้อรา *B. cinerea* นับว่าเป็นราสำคัญที่สุดที่เป็นสาเหตุของผลสตรอเบอร์รี่เน่าก่อนการเก็บเกี่ยว และทำให้ผลผลิตสตรอเบอร์รี่เสียหายเป็นอย่างมาก (Mass, 1981) สตรอเบอร์รี่มีค่า Aw สูงซึ่งเป็นแหล่งที่สามารถทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ แม้แต่ผลไม้ที่มี pH ต่ำๆ จุลินทรีย์จำพวกเชื้อราก็ยังสามารถเจริญได้ อนึ่งการเสื่อมเสียของผลไม้จากเชื้อราขึ้นอยู่กับการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การขนส่ง จนถึงการเก็บรักษาและการจัดจำหน่าย มีหลายวิธีในการควบคุมการเสื่อมเสียของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว เช่น การคัดเลือกผลไม้อย่างระมัดระวัง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ หรือการควบคุมบรรยากาศ จนถึงการประยุกต์ใช้วิธีการยับยั้งเชื้อราในวิธีการต่างๆหลังการเก็บเกี่ยว (Tournas และ Katsoudas, 2005)

เอกสารนี้ ไม่ว่ากรณีใดๆ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพที่ 2.3 การเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่ด้วยเชื้อรา *Botrytis cinerea*

(ที่มา : http://www.cci-fed.org.lb/English/sub.aspx?pageid=656&pdf=Strawberries.pdf, 2552)

ความผิดปกติของการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อผลไม้อ่อนที่เกิดจากรา *B. cinerea* นั้น เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) ของสาร Phenolics ในผลด้วย Polyphenol oxidase emzymes ซึ่งจะก่อผลกระทบต่อผลไม้สุกมากกว่าผลไม้ดิบ ดังนั้น Polyphenol oxidase นั้นจะไม่พบในผลสตรอเบอร์รี่ดิบ แต่ถ้าเชื้อราเข้าทำลายก็จะเกิดกิจกรรมของ Pectolytic enzymes อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นเหตุให้ไม่เกิดการยุ่ยสลาย(Maceration) ของเนื้อเยื่อ และการเปลี่ยนรูปของเนื้อเยื่อที่ติดเชื้อ จากรายงานของ Harris และ Dennis (1982) พบว่าเชื้อรา *B. cinerea* หลายสายพันธุ์สามารถสร้าง Endopolygalacturonase รวมถึง Exo-enzymes และ Pectin esterase ในอาหารเลี้ยงเชื้อ เอนไซม์ที่มีความสำคัญต่อการยุ่ยสลาย (Macerayion) ของเนื้อเยื่อ คือ Endopolygalacturonase ซึ่งนับว่าจะมีผลต่อการลดกิจกรรมของ Phenolics ที่เกิดจากผลของสตรอเบอร์รี่ และเป็นเหตุให้เกิดการลดกิจกรรมของเอนไซม์ในเนื้อเยื่อของผลไม้เหล่านี้ (เกษม สร้อยทอง, 2532)

การติดเชื้อในผลจะเริ่มจากในแปลงปลูกหลายสัปดาห์หรือหลายเดือนก่อนการเก็บเกี่ยว การติดเชื้อบริเวณข้างเคียงอาจจะมองไม่เห็นเมื่อเก็บเกี่ยว แต่จะพัฒนาขยายในระหว่างการขนส่งสตรอเบอร์รี่ในโรงเก็บ การฉีดพ่น Captan ในแปลงปลูกในระหว่างฤดูปลูก เคยมีผลต่อการลดการเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของสตรอเบอร์รี่ อย่างไรก็ตามสังเกตเห็นว่าการฉีดพ่น Benomyl ในแปลงปลูกซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณผลิตผลส่งตลาดของสตรอเบอร์รี่เป็นจำนวนมากนั้นจะมีผลเล็กน้อยต่อการเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว การใช้ยากำจัดเชื้อราทับผลในแปลงปลูก จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการใช้หลังการเก็บเกี่ยว โดยขึ้นกับ สัดส่วนของการใช้สารฉีดพ่นรอบ ๆ ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้ว และการสะสมของสารที่จำเป็นต่อการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวอาจหลุดออกไป เนื่องจากการเกิดบอบช้ำหรือ Wax ซึ่งจะหลุดออกไปจากผลภายหลังการเก็บเกี่ยว (เกษม สร้อยทอง, 2532)

เอกสารนี้เป็น
ไม่ว่ากรณีใ

110518

นิพนธ์ วิสารทานนท์ (2527) ศึกษาการจุ่มผลสตรอเบอร์รี่ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา Benomyl, Dicloran, และ Iprodione แล้วแบ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง (35-37 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิในห้องเย็น (10 องศาเซลเซียส) พบว่าสารป้องกันเชื้อราทั้ง 3 ชนิดสามารถควบคุมโรคผลเน่าได้น้อยที่อุณหภูมิห้อง และสารป้องกันเชื้อราทั้ง 3 ชนิด สามารถควบคุมโรค Grey mold rot ของผลสตรอเบอร์รี่ได้นาน 10-15 วัน สำหรับเชื้อราที่ทำให้ผลสตรอเบอร์รี่เน่าที่อุณหภูมิห้อง คือ เชื้อรา *Rhisopus stolonifer, B. cinerea, Botryodiplodia theobromae* และ *Aspergillus* spp. ส่วนที่อุณหภูมิต่ำ คือเชื้อรา *B. cinerea* การวิเคราะห์พิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดเชื้อราทั้ง 3 ชนิดในผลสตรอเบอร์รี่ พบว่า มี Benomuyl ตกค้าง 2.875 ppm, Dicloran ตกค้าง 6.918 ppm และ Iprodione ตกค้าง 1.056 ppm

Chambers (1990) ได้ศึกษาการใช้ Benzyl alcohol ยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* ในองุ่นบรรจุกล่องขณะการจัดเก็บในสภาวะจำลองโดยพบว่า Benzyl alcohol ที่ 200 ppm สามารถลดการเจริญและยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ โดยการยับยั้งการเจริญของ Conidium จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วยแต่การเจริญของ Mycelia จะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

2.3 น้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูมีองค์ประกอบสำคัญทางเคมีเป็นกรดอะซิติก หรือกรดน้ำส้ม ซึ่งเป็นกรดอ่อน การแบ่งชนิดของน้ำส้มสายชูอาศัยความแตกต่างของกรรมวิธีผลิต มักใช้กัน 2 รูปแบบคือ ใช้ในรูปของน้ำส้มสายชู เข้มข้น 5-10 เปอร์เซ็นต์ และใช้ในรูปของสารละลายกรดอะซิติกสังเคราะห์เข้มข้นร้อยละ 25-80 (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

กรดอะซิติกมีสูตรโครงสร้าง คือ CH_3COOH มีน้ำหนักโมเลกุล 60.05 กรัม/โมล ในรูปบริสุทธิ์จะไม่มีสี เป็นของเหลวจะมีลักษณะใส จะกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส จุดเดือด 118 องศาเซลเซียส รวมตัวกับน้ำ แอลกอฮอล์ และกลีเซอรีนได้ดี และจัดเป็นสารประเภทสารเจือปนอาหารที่ได้รับการยอมรับว่าปลอดภัยให้ใช้ภายใต้การควบคุม (Generally Recognized As Safe; GRAS) และพบว่ามีสมบัติยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ (Karapinar และ Gonul, 1992) ปกติสารเหล่านี้สามารถยับยั้งหรือกระตุ้นการเจริญของเชื้อราและการสร้างสปอร์และการงอกของสปอร์ได้ มีผู้รายงานว่าเป็นผลมาจากกลไกความต้านทานที่มีอยู่ในพืช (Plant resistance mechanism) ดังนั้นกรดอะซิติกและอนุพันธุ์จึงเป็นที่ยอมรับและอนุญาตให้ใช้ในอาหาร(Burdock และ Carabin, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดอะซิติกมีค่า pKa ที่สูงมากกว่ากรดแลคติก โดยกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์จะมีผลต่อ Electrochemical proton gradient และไปยับยั้ง Amino acid uptake ภายในเซลล์ของเชื้อรา โดยฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราจะให้ผลดีที่ pH ต่ำกว่า 4.5 นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ กรดแลคติก

ร่วมกับ กรดอะซิติก และ กรดโพพิโอนิก (Propionic acid) จะสามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้ดีกว่าการใช้กรดเพียงชนิดเดียว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเสริมฤทธิ์กัน (Synergistic effect) ในการยับยั้งเชื้อรา (เยาวพา สุวัตถิ, มปป) โดยกรดอะซิติกสามารถยับยั้งการเจริญและทำลายจุลินทรีย์ได้โดยการแทรกซึมเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ และทำให้โปรตีนที่ผนังเซลล์เกิดการแปรสภาพหรือจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์โดยได้มีการตั้งสมมติฐานว่า กรดจะไปรบกวนการสร้าง ATP ด้วยการลดระบบการขนถ่ายอิเลคตรอน หรือ ยับยั้งการขนถ่ายเมแทบอไลท์ไปยังเซลล์ นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพในการแทรกซึมของกรดอะซิติกจะสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอยู่ในรูปกรดที่ไม่แตกตัวเพราะสามารถละลายในไขมันได้ดีมาก ความสามารถของกรดอะซิติกในการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นจะแปรเปลี่ยนไปตามผลิตภัณฑ์อาหาร สิ่งแวดล้อม และชนิดจุลินทรีย์ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

กรดอะซิติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งยีสต์และแบคทีเรียได้ดีกว่าเชื้อราแสดงดังตารางที่ 2.3 ส่วนเกลืออะซิเทตที่ความเข้มข้น 0.4 – 1.0 เปอร์เซ็นต์ จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดี ดังนั้นจึงนิยมใช้ร่วมกัน โดยประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์จะดีที่ pH ต่ำ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535) และเนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภคจึงไม่มีการกำหนดปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ โดยทั่วไปมักใช้ในอาหารประเภทซอสมะเขือเทศ น้ำพริกศรีราชา น้ำสลัด มายองเนส และอาหารหมักดอง

ตารางที่ 2.3 ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์) ของกรดอินทรีย์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

ชนิดกรด	Enterobacteriaaceae	Bacillaceae	Yeast	Moulds
Acetic	0.05	0.1	0.5	0.1
Benzoic	0.01	0.02	0.05	0.1
Sorbic	0.01	0.02	0.02	0.04
Propinonic	0.05	0.1	0.2	0.05

ที่มา: Forsythe (2000)

2.3.1 การใช้น้ำส้มสายชูและกรดอินทรีย์ในการยับยั้งเชื้อรา

Stadelbacher และ Aharoni (1971) นำ Acetaldehyede (AA) มาใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวใน ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถควบคุมโรคได้โดยไม่ทำให้พืชได้รับความเสียหาย ทั้งนี้พบว่าการทดลองรมควันของ AA กับผลสตรอเบอร์รี่ที่ความเข้มข้น 1-8 เปอร์เซนต์ ในระยะเวลา 5-60 นาที สามารถลดการเน่าเสียจากเชื้อรา *B. cinerea* ในสตรอเบอร์รี่ได้ โดยไม่ทำให้เสียรสชาติ กลิ่น ความเป็นกรดด่างเปลี่ยนไป

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

Lia และคณะ (1999) ได้ศึกษาการควบคุมโรคราสีเทาในลูกเชอร์รี่ที่รมด้วยไธมอลและกรดอะซิติกและเก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์แบบปรับบรรยากาศ (MAP) พบว่า หลังจาก 10 สัปดาห์ของการเก็บรักษาเชอร์รี่สดใน MAP สามารถลดการเน่าเสียของ *B. cinerea* จาก 36 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 0.5 – 6 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการรมด้วยไธมอลและกรดอะซิติกความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

วิชชา สะอาดสุด และคณะ (2546) ได้ศึกษาการใช้กรดอินทรีย์และสารเคลือบผิวควบคุมโรค Green mold rot และ Anthracnose บนผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งโดยพบว่าการใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของ *Colletotrichum* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ในขณะที่การยับยั้งการเจริญของ *Penicillium digitatum* ต้องใช้กรดอะซิติก ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จากการนำ ผลส้มที่ผ่านการปลูกเชื้อด้วยเชื้อสาเหตุทั้งสองชนิดนี้มาชุบด้วยกรดอินทรีย์ พบว่า การชุบผลส้มด้วยกรดฟอร์มิก (Formic acid) และ กรดอะซิติก ที่ความเข้มข้น 0.1 1 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการเกิดโรคราสีเขียว (Green mold rot) และโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) บนผลส้มได้

ศศิกานต์ เกิดแสงสุริยงค์ และคณะ (2550) ศึกษาผลของลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์ที่เคลือบด้วยกรดอะซิติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน พบว่า สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและยับยั้งการเจริญของเชื้อรา อีกทั้งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาโดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาได้ดีกว่ากรดแลคติก กรดมาลิก ไคโตซาน แป้งข้าวเจ้าผสมไคโตซาน Kaolin clay และ แป้งข้าวเจ้าผสมไคโตซานและ Kaolin clay โดยความเข้มข้นที่ดีที่สุด คือ กรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรดอะซิติก 10 เปอร์เซ็นต์

ชานนท์ เพาะเจาะ และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดเปอร์ออกซีแอซิติกในรูปแบบสารเดี่ยวหรือสารผสมในชื่อการค้าว่า Oxysan® zs (Peroxyacetic acid/Hydrogen peroxide/Acetic acid) ต่อการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นสาเหตุโรค Antracnose ในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ พบว่าที่ความเข้มข้น 0.1 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. gloeosporioides* ได้ ในขณะที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเจริญของเส้นใยได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ได้นำผลมะม่วงมาจุ่มด้วยสารทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้นเดียวกันเป็นเวลา 30 วินาที และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้กรดเปอร์ออกซีแอซิติกและ Oxysan® zs ที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการควบคุมโรคดีที่สุด เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

Sholberg และคณะ (2000) ศึกษาการรมไอของน้ำส้มสายชู (Vinegar vapor) ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 4.2 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ กับผลสตรอเบอร์รี่และแอ๊ปเปิ้ล พบว่าสามารถช่วย

ชะลอการเกิดโรคราสีเทา (Gray mold rot) ที่เกิดจากเชื้อรา *B. cinerea* ได้ โดยการใช้ไอของน้ำส้มสายชู (กรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร สามารถลดการเสียของสตรอเบอร์รี่จากเชื้อรา *B. cinerea* จาก 50 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 1.4 เปอร์เซ็นต์

Lim และคณะ (2001) ได้ศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในห้องเย็นโดยกรดอะซิติก พบว่าการใช้กรดอะซิติก 2.4–4.8 มิลลิกรัมต่อลิตร รมในห้องเย็นสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์และเส้นใยของเชื้อรา *B. cinerea* และ *P. expansum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิต่ำ (2 องศาเซลเซียส) ได้

ตวงพร โรจนวงศ์ และคณะ (2545) พบว่าไอของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำแอปเปิ้ล น้ำส้มสายชูกลั่น และกรดน้ำส้ม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการติดเชื้อและการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ซึ่งเป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสบนผลมะละกอพันธุ์ฮาวายหลังการเก็บเกี่ยว จากผลการทดลองพบว่าไอจากน้ำส้มสายชูแต่ละชนิดปริมาตร 5 มิลลิลิตร สามารถลดการเน่าเสียบนผลมะละกอซึ่งคิดจากจำนวนจุดแผลที่เกิดขึ้นจาก 100 เปอร์เซ็นต์ ไปเป็น 3.4 6.9 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Yu และคณะ (2008) ได้ยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* ในแอปเปิ้ลโดยใช้เชื้อรา *Cryptococcus iaurentii* และ Indole-3-acetic acid (IAA) โดยวิธีการแบบชีววิธี พบว่า การใช้เชื้อรา *C. iaurentii* ควบคู่กับ IAA ที่ 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สามารถลดกิจกรรมของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีกว่าการใช้เชื้อรา *C. iaurentii* เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 ผลสตรอเบอร์รี่สด

ผลสตรอเบอร์รี่สดจากสวนเกษตรกร อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ บรรจุลงลังกระดาษลูกฟูกลังละ 3 กก. ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 7-10 กรัมต่อผล ขนส่งภายในระยะเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นนำสตรอเบอร์รี่สดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.2 อุปกรณ์การทดลอง

3.2.1	หม้อนึ่งความดันไอน้ำ	HA-240 MN	Hirayama	Japan
3.2.2	เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	AB 104	Mettler Toledo	Switzerland
3.2.3	ตู้อบฆ่าเชื้อ	UL50	Memmert	Germany
3.2.4	ตู้บ่มเพาะเชื้อ	B30	Memmert	Germany
3.2.5	ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar Air Flow)	BS24 9BP	Bio safety	UK
3.2.6	Vortex Mixer	G-560 E	Scientific	U.S.A
3.2.7	เครื่องปั่นเหวี่ยง	CR 21	Hitachi	Japan
3.2.8	เครื่องตีป่น	BA 7021	Seward	UK
3.2.9	เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter)	WTW Level 1	Suntex	Japan

3.2.10 เครื่องแก้ว

3.2.11 จานเพาะเชื้อพลาสติก

3.2.12 เวอเนียร์แคลลิปเปอร์

3.2.13 กระบอกฉีด

3.2.14 กล่องพลาสติก

3.2.15 เครื่องรมไอ

3.2.16 ปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.3.1	Potato Dextrose Agar (PDA)	Merck	Germany
3.3.2	Potato Dextrose Broth (PDB)	Merck	Germany

3.4 สารเคมี

3.4.1	น้ำส้มสายชูหมักเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์	My Garden บริษัท แอกโกรนิก้า จำกัด	
3.4.2	แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์	Sigma	Malaysia
3.4.3	Tween 20	Sigma	USA

3.5 เชื้อจุลินทรีย์

3.5.1 เชื้อรา *Botrytis cinerea*

ได้รับความอนุเคราะห์จากห้องปฏิบัติการภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 การเตรียมสารละลายสปอร์เชื้อรา *Botrytis cinerea*

เตรียมสารละลายสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ตามวิธีดัดแปลงจาก Jijakli และ Lepoivre (1998) โดยเลี้ยงเชื้อรา *B. cinerea* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA slant บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำปลอดเชื้อ 10 มิลลิลิตร และหยด 0.05 เปอร์เซ็นต์ Tween 20 จำนวน 1 หยด ใช้ลวดเขี่ยเชื้อ (Needle) เขี่ยสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* และตรวจนับจำนวนสปอร์เริ่มต้นด้วย Haemacytometer รายงานผลเป็นจำนวนสปอร์ต่อมิลลิลิตร

3.6.2 การศึกษาเบื้องต้นในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักในอาหารแข็ง PDA

ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่กระจายของกรดในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยเติมน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 0 0.025 0.05 0.075 0.10 0.125 0.150 0.175 0.20 และ 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) จากนั้นจึงถ่ายเส้นใยเชื้อรา *B. cinerea* โดยทำวิธี Point Inoculation โดยดัดแปลงจากวิธีของ Bardin และคณะ (2008) บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีและตรวจวัดขนาดโคโลนีของเชื้อราในวันที่ 3 5 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหาความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.6.3 การศึกษายืนยันความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ในหลอดทดลอง

นำสารละลายสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ที่เตรียมจากข้อ 3.6.1 มาเจือจางให้อยู่ในระดับ 10^4 CFU/ml จากนั้นจึงนำสารละลายสปอร์เชื้อราที่เจือจาง 1 มิลลิลิตร เติมลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่เติมน้ำส้มสายชูหมักที่มีกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจากข้อ 3.6.2 โดยนำมาปรับระดับความเข้มข้นให้ต่ำกว่าและสูงกว่าความเข้มข้นดังกล่าวในช่วงที่ความเข้มข้นกรดลดลงหรือเพิ่มขึ้นระดับละ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นของกรด 10 ระดับ ที่ครอบคลุมความเข้มข้นกรดที่เหมาะสมจากข้อ 3.6.2 นำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ติดตามปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตโดยการตรวจนับด้วย Haemacytometer คำนวณผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยเปรียบเทียบกับการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่ไม่ได้เติมน้ำส้มสายชูหมัก

3.6.4 การเตรียมสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (Strawberry flavored-fermented vinegar; SF-FV) เพื่อใช้ในการสเปรย์บนผลสตรอเบอร์รี่

3.6.4.1 การเตรียม SF-FV

นำสตรอเบอร์รี่สดมาแช่ในน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรดอะซิติก 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยแต่ละความเข้มข้นของกรดอะซิติกให้ใช้ปริมาณของสตรอเบอร์รี่สด 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) เก็บรักษาสารละลายน้ำส้มสายชูหมักที่แช่ผลสตรอเบอร์รี่ที่เตรียมขึ้นไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน จึงนำมาทดสอบการยอมรับกลิ่นของ SF-FV โดยทดสอบด้วยวิธี 5 Point Hedonic Scale อาศัยผู้ทดสอบจำนวน 15 คน

3.6.4.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดและ pH ใน SF-FV

เตรียม SF-FV โดยใช้ความเข้มข้นกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักและปริมาณสตรอเบอร์รี่ที่เหมาะสมจากข้อ 3.6.4.1 จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดใน SF-FV และในผลสตรอเบอร์รี่ที่แช่ในสารละลายดังกล่าวและติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของ SF-FV ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 3 5 7 10 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4.3 การเตรียมสตรอเบอร์รี่สด

นำสตรอเบอร์รี่สดมาแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งในตู้ Laminar air flow นาน 5 นาที (ดัดแปลงจากวิธีการของ Yu และคณะ, 2008) และทำการ swab ผิวของสตรอเบอร์รี่เพื่อนำมาวิเคราะห์เชื้อราโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

3.6.4.4 การศึกษาผลของการสเปรย์ SF-FV บนผลสตรอเบอร์รี่สด

นำ SF-FV ที่เหมาะสม ที่เตรียมจากข้อ 3.6.4.1 มาสเปรย์บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดที่เตรียมจากข้อ 3.6.4.3 โดยสเปรย์ 3 ครั้ง แต่ละครั้งนำไปผึ่งไว้ให้แห้งที่ตู้ Laminar air flow นาน 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 5 7 9 11 13 และ 15 วัน ตามวิธีการดัดแปลงจาก Yu และคณะ (2008) ติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวสตรอเบอร์รี่สดในระหว่างการเก็บรักษาและทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติโดยรวมโดยใช้วิธี 5 Point Hedonic Scale อาศัยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

3.6.5 การศึกษาผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักแก่สตรอเบอร์รี่ (ดัดแปลงจาก Sholberg และคณะ, 2000)

นำสตรอเบอร์รี่สดที่ผ่านการเตรียมจากข้อ 3.6.4.3 มารมไอน้ำส้มสายชูหมักที่ความเข้มข้นกรด 10 เปอร์เซ็นต์ ในกล่องพลาสติกปิดสนิทขนาด 7 x 10 x 2 นิ้ว โดยในกล่องพลาสติกวางสตรอเบอร์รี่ทั้งหมดจำนวน 20 ผล วางแถวละ 5 ผล จำนวน 5 แถว โดยใช้เวลาในการรมไอเท่ากับ 5 10 15 และ 20 นาที หลังจากนั้นนำสตรอเบอร์รี่มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 5 7 9 11 13 และ 15 วัน ติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* และการเสื่อมเสียในระหว่างการเก็บรักษาและทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 5 Point Hedonic Scale อาศัยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6 การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

3.6.6.1 การเตรียมสตรอเบอร์รี่สดก่อนปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea*

นำสตรอเบอร์รี่สดมาแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งในตู้ Laminar air flow นาน 5 นาที (ดัดแปลงจากวิธีการของ Yu และคณะ, 2008)

3.6.6.2 การเตรียมการปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea* ที่ผิวสตรอเบอร์รี่สด

เตรียมเชื้อรา *B. cinerea* ที่เลี้ยงบน PDA Slant บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง มาปลูกถ่าย (Inoculate) บนผิวของสตรอเบอร์รี่ที่เตรียมจากข้อ 3.6.6.1 โดยใช้ลวดเขี่ยเชื้อ (Needle) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวสตรอเบอร์รี่จำนวน 3 จุด จากนั้นนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

3.6.6.3 กรณีศึกษาผลของการสเปรย์ของส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ต่อการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่

นำสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวจากข้อ 3.6.6.2 มาสเปรย์ด้วย SF-FV ตามวิธีการในข้อ 3.6.4.3 จากนั้นติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 5 และ 7 วัน

3.6.6.4 กรณีศึกษาผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักต่อการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่

นำสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวจากข้อ 3.6.6.2 มารมไอน้ำส้มสายชูหมักในสภาพที่เหมาะสมจากข้อ 3.6.5 จากนั้นติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 5 และ 7 วัน

3.6.7 การวิเคราะห์

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (Acidity) ในรูปของกรดอะซิติกโดยการไตเตรชั่นตามวิธีการของ AOAC (2000) ส่วนการวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น WTW Level 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ดำเนินการทดลอง 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยวิธีวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS (Statistical Package for Social Science) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของ SF-FVอาศัยการวางแผนแบบ 5x4 Factorial in CRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาเบื้องต้นความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea*

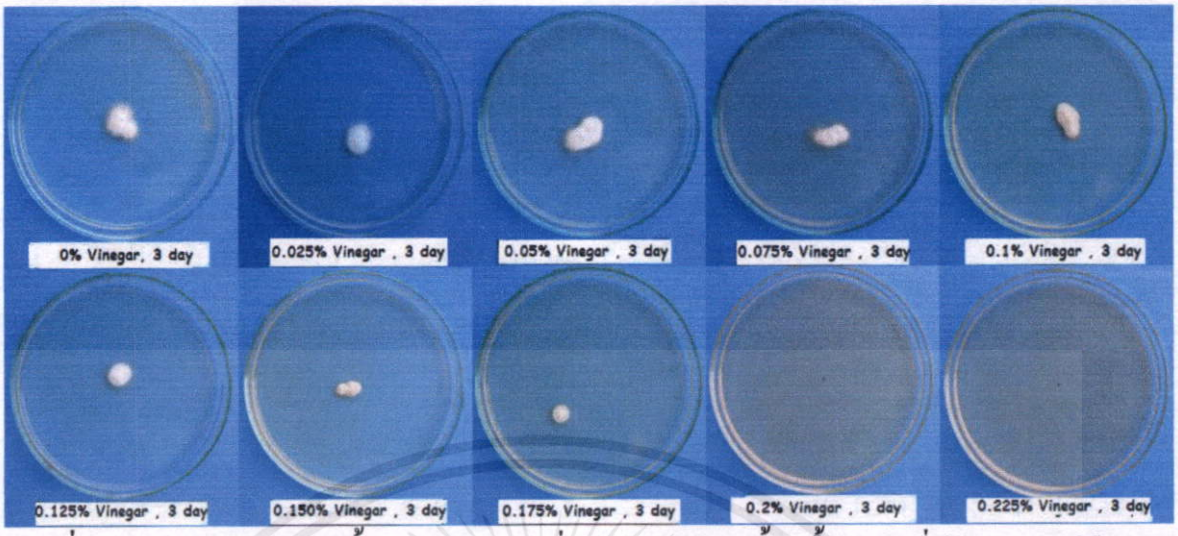
จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับความเข้มข้นกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมัก 10 ระดับ คือ 0 0.025 0.050 0.075 0.10 0.125 0.150 0.175 0.20 และ 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ผลการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ขนาดของโคโลนี (ซม.) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้น 0 - 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

เปอร์เซ็นต์กรดอะซิติก	pH	ขนาดโคโลนี (เซนติเมตร)*			การยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์)		
		3 days	5 days	7 days	3	5	7
0	5.5	$1.73^{a} \pm 0.57$	$3.61^{a} \pm 0.34$	$5.80^{a} \pm 0.28$	0	0	0
0.025	4.67	$1.57^{ab} \pm 0.57$	$3.13^{b} \pm 0.11$	$4.71^{b} \pm 0.58$	9.55	13.2	19.1
0.05	4.39	$1.40^{bc} \pm 0.00$	$3.02^{b} \pm 0.11$	$3.93^{c} \pm 0.16$	20.4	16.3	32.4
0.075	4.23	$1.40^{bc} \pm 0.17$	$2.71^{c} \pm 0.14$	$3.48^{d} \pm 0.19$	21	24.9	40.1
0.1	4.17	$1.20^{c} \pm 0.17$	$2.27^{d} \pm 0.32$	$3.21^{d} \pm 0.21$	32.5	36.9	44.9
0.125	4.14	$0.83^{d} \pm 0.20$	$1.42^{e} \pm 0.43$	$2.59^{e} \pm 0.33$	52.2	60.6	55.5
0.15	4.03	$0.30^{e} \pm 0.10$	$1.00^{f} \pm 0.21$	$2.00^{f} \pm 0.33$	83.4	72.3	65.7
0.175	3.99	$0.06^{f} \pm 0.00$	$0.61^{g} \pm 0.29$	$1.58^{g} \pm 0.40$	96.8	83.1	72.9
0.2	3.99	$0.00^{f} \pm 0.00$	$0.10^{h} \pm 0.30$	$0.24^{h} \pm 0.33$	100	97.2	95.8
0.225	3.93	$0.00^{f} \pm 0.00$	$0.00^{h} \pm 0.00$	$0.00^{h} \pm 0.00$	100	100	100

* ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *B. cinerea* ที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบแบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *B. cinerea* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 0 - 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 พบว่า เชื้อรา *B. cinerea* ไม่สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่มีความเข้มข้นกรด 0.225 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ผลการยับยั้งสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพควบคุม (อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ซึ่งไม่ได้ปรับกรด) โดยมีค่า pH อยู่ที่ 3.99

เนื่องจากกรดอะซิติกเป็นกรดอินทรีย์หรือกรดอ่อน ซึ่งเป็นกรดที่แตกตัวได้ไม่หมดหรือแตกตัวได้น้อย ผลการทำลายเชื้อของกรดขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์กรดที่ไม่แตกตัว เมื่อความเข้มข้นกรดที่เพิ่มขึ้นจะมีปริมาณกรดที่ไม่แตกตัวสูงขึ้น (Adams และ Hall, 1988) โดยกรดอะซิติกที่ไม่แตกตัวจะซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปภายในเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ และเกิดการแตกตัวใน H^+ จึงมีแนวโน้มทำให้เซลล์มีสภาพเป็นกรด ทำให้เซลล์สูญเสียพลังงานในรูปของ ATP เมื่อเซลล์มี H^+ มากเกินที่จะขับออกมาได้ ทำให้ pH ภายในเซลล์ลดลงทำให้มีผลในการยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ และจะทำให้เซลล์ของจุลิทรีย์ตายลงในที่สุด (Garbutt, 1997)

ซึ่งผลการทดลองที่ได้ใกล้เคียงกับการรายงานของ ธิติมา วงษ์ชีรีและคณะ (2543) ที่พบว่าการใช้กรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยกรดอะซิติกจะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราหรือการสร้างสปอร์และการงอกของสปอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษายืนยันการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักในหลอดทดลอง

เนื่องจากผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในอาหาร PDA (ตารางที่ 4.1) สังเกตพบว่าที่ความเข้มข้นกรด 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีผลการยับยั้ง 95.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความเข้มข้นกรด 0.225 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการยับยั้ง 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการศึกษายืนยันนี้จึงได้เลือกใช้ความเข้มข้นกรดตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.3 เปอร์เซ็นต์ โดยปรับกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เพิ่มขึ้นระดับละ 0.01 เปอร์เซ็นต์ โดยช่วงความเข้มข้นกรดที่ศึกษานี้ครอบคลุมความเข้มข้นของกรด 0.225 เปอร์เซ็นต์ ที่ให้ผลยับยั้งที่ดีดังกล่าว ทั้งนี้ผลการศึกษายืนยันแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การยับยั้งการเจริญของสารละลายสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกเท่ากับ 0.20 - 0.30 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน โดยมีสปอร์เริ่มต้น 4.13 log CFU/ml

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก (เปอร์เซ็นต์)	การยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนสปอร์ (log CFU/ml)*
0	0.0	6.08[a]
0.2	90.6	5.05[b]
0.21	95.0	4.80[c]
0.22	99.0	4.12[d]
0.23	99.7	3.53[e]
0.24	100.0	0.0[f]
0.25	100.0	0.0[f]
0.26	100.0	0.0[f]
0.27	100.0	0.0[f]
0.28	100.0	0.0[f]
0.29	100.0	0.0[f]
0.30	100.0	0.0[f]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของ Viable Spore กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

เมื่อถ่ายสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ทำให้มีปริมาณสปอร์เริ่มต้น 4.13 log CFU/ml เชื้อรา *B. cinerea* มีการเพิ่มจำนวนขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เป็น 6.08 log CFU/ml คิดเป็น 32เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะ 3 วัน เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (ตารางที่ 4.2) อนึ่งปริมาณของสปอร์ลดลงถึง 1 log cycle ในสภาพที่มีการเติมน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรดอะซิติก 0.2 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นผลการยับยั้งถึง 90.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการยืนยันผลของกรดอะซิติกต่อการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบว่าที่ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูหมักเท่ากับ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อราสายพันธุ์นี้อย่างสมบูรณ์ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อน้ำส้มสายชูหมักมีความเข้มข้นมากขึ้นความสามารถในการยับยั้งการเจริญของสารละลายสปอร์เชื้อราจะมากขึ้นด้วย เนื่องจากประสิทธิภาพของกรดอะซิติกที่ไม่แตกตัว (ค่า pH ต่ำลง) จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Bell และ Kyriakides, 2002) ผลการทดลองที่ได้นี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ Fencl และ Leopold (1957) ซึ่งผลของกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.15 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ที่ pH 4.2 สามารถยับยั้งการงอกของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าเชื้อราแต่ละสายพันธุ์มีความคงทนต่อกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

เนื่องจากน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกเท่ากับ 0.24 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ได้อย่างสมบูรณ์ในสภาพที่กรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูหมักสัมผัสกับสปอร์โดยตรง อย่างไรก็ตามเมื่อนำน้ำส้มสายชูหมักมาสเปรย์บนผิวสตรอเบอร์รี่ย่อมทำให้ผลกระทบต่อสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ต่ำกว่าที่สัมผัสโดยตรงในอาหารเหลว (PDB) ดังนั้นจึงเลือกใช้น้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 1-5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้ในการเตรียมน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Flavored – Fermented Vinegar; SF-FV) ซึ่งมั่นใจได้ว่าสามารถส่งผลกระทบต่อการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ได้อย่างแน่นอน

4.3 ผลการเตรียมสตรอเบอร์รี่สด

จากการ Swab ที่ผิวของสตรอเบอร์รี่สด ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา เนื่องจากสตรอเบอร์รี่สดได้มีการล้างแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที ก่อนทำการ Swab แสดงว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์เหมาะสม จึงส่งผลให้ ไม่พบเชื้อรา ซึ่งส่วนใหญ่ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวนิยมใช้คลอรีนหรือโซเดียมไฮโปคลอไรด์ในการชำระล้าง ทำความสะอาด ผลไม้หลังจากเก็บเกี่ยวเนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีราคาถูก ใช้ได้ผลดีในการฆ่าสปอร์และชิ้นส่วนของเชื้อราและแบคทีเรียที่ติดมากับผลิตผล (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) สอดคล้องกับการรายงานของปิยาณี จันทปัญญาศิลป์ (2542) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของสารประกอบคลอรีนร่วมกับกรดอินทรีย์ในการลดปริมาณ *Escherichia coli* ใน

ผักสด พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 100, 200 และ 250 ppm สามารถทำลายเซลล์ *E. coli* ที่ปนเปื้อนบนผิวมะเขือเทศได้หมดในเวลา 20 และ 10 นาที ตามลำดับ โดยไม่ทำให้สีและเนื้อสัมผัสของมะเขือเทศเปลี่ยนแปลง

ปัจจุบันมีการนำวิธีการฉายรังสีมาใช้ในการถนอมอาหาร ยืดอายุการเก็บรักษา ควบคุมการงอกชะลอการสุก กำจัดเชื้อโรคและพยาธิ ของผักและผลไม้บางชนิดไม่สามารถทำความสะอาดโดยวิธีการล้างเนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่ค่อนข้างซ้ำได้ง่าย เช่น สตรอเบอร์รี่ และพริกหวาน (Green pepper) จึงอาจใช้การฉายรังสีที่ความเข้มต่ำ (Low dose ionizing radiation) ทนแทน เพื่อยืดอายุการเก็บและฆ่าเชื้อ (นภาพร เชี่ยวชาญ, 2546) แต่เนื่องจากในเมืองไทย การฉายรังสียังมีข้อกำจัดในเรื่องอุปกรณ์ และ สถานที่ในการฉายรังสี จนถึงค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง จึงทำให้ยังไม่เป็นที่นิยมนัก ดังนั้นอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการใช้วิธีฉายรังสีในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับสตรอเบอร์รี่ต่อไป

4.4 ผลการเตรียม SF-FV เพื่อใช้ในการสเปรย์

จากการทดสอบความชอบด้านของ SF-FV ของผู้ทดสอบจำนวน 15 คน (ดังแสดงในตารางที่ 4.3) พบว่า ปริมาณของสตรอเบอร์รี่ที่ใช้แช่ในน้ำส้มสายชูมีผลโดยตรงต่อการยอมรับด้านกลิ่นมากที่สุด กล่าวคือ ในปริมาณสตรอเบอร์รี่ 5-10 เปอร์เซ็นต์ นั้นผู้ทดสอบให้ผลด้านความชอบต่อกลิ่น SF-FV ค่อนข้างต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่ใช้ เมื่อใช้สตรอเบอร์รี่สูงขึ้นในระดับ 15-20 เปอร์เซ็นต์ การยอมรับต่อกลิ่นจะดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามที่ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลความชอบด้านกลิ่นของ SF-FV สูงสุด ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 คะแนนการทดสอบความชอบของกลิ่น SF-FV ที่ความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสตรอเบอร์รี่ที่ 5 10 15 และ 20เปอร์เซ็นต์

ปริมาณสตรอเบอร์รี่ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณกรดอะซิติก (เปอร์เซ็นต์)				
	1	2	3	4	5
5	1.35^{gh}	1.60^{g}	1.65^{g}	1.35^{gh}	1.25^{h}
10	2.30^{f}	2.60^{e}	2.70^{e}	2.80^{e}	2.25^{f}
15	3.80^{cd}	3.85^{bcd}	4.10^{bc}	4.05^{bc}	3.60^{d}
20	4.50^{a}	4.65^{a}	4.75^{a}	4.70^{a}	4.15^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบกลิ่น SF-FV กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา

อนึ่งเพื่อให้เกิดความมั่นใจต่อประสิทธิภาพของกรดอะซิติกใน SF-FV ที่เตรียมขึ้นจึงทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน โดยเก็บตัวอย่างทุก 0 3 5 7 10 และ 14 วัน ผลการติดตามแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า ปริมาณกรดอะซิติกลดลงอย่างมากภายในระยะเวลา 3 วัน (จากเดิม 4.00 เปอร์เซ็นต์ ลดเหลือ 2.88 เปอร์เซ็นต์) แต่หลังจากนั้นปริมาณกรดค่อนข้างจะคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้มาจากความเป็นกรดของน้ำส้มสายชูถูกดูดซับเข้าไปในผลของสตรอเบอร์รี่ที่แช่ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปริมาณของกรดในผลไม้จะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดระหว่างการเจริญเติบโตและพัฒนาขณะอยู่บนต้น เนื่องจากกระบวนการของ Kreb's cycle ที่เกิดขึ้นในเซลล์ของพืชชั้นสูง กรดอินทรีย์ที่พบในผลสตรอเบอร์รี่ส่วนใหญ่ คือ กรดซิตริก (สังคม เตชะวงค์เสถียร, 2532) ปริมาณของกรดทั้งหมดจะลดลงระหว่างช่วงเวลาของการสุก (สายชล เกตุษา, 2528) ดังนั้นจึงสามารถสรุปปริมาณกรดที่ลดลงได้ว่าถูกดูดซับจากสตรอเบอร์รี่ แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของกรดอะซิติกมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้ในการยับยั้งการเจริญของสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ได้

ตารางที่ 4.4 การติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกและค่า pH ของ SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณกรดอะซิติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)
0	4.00	2.98
3	2.88	2.97
5	2.95	2.98
7	2.97	2.98
10	2.98	2.98
14	2.98	2.98

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

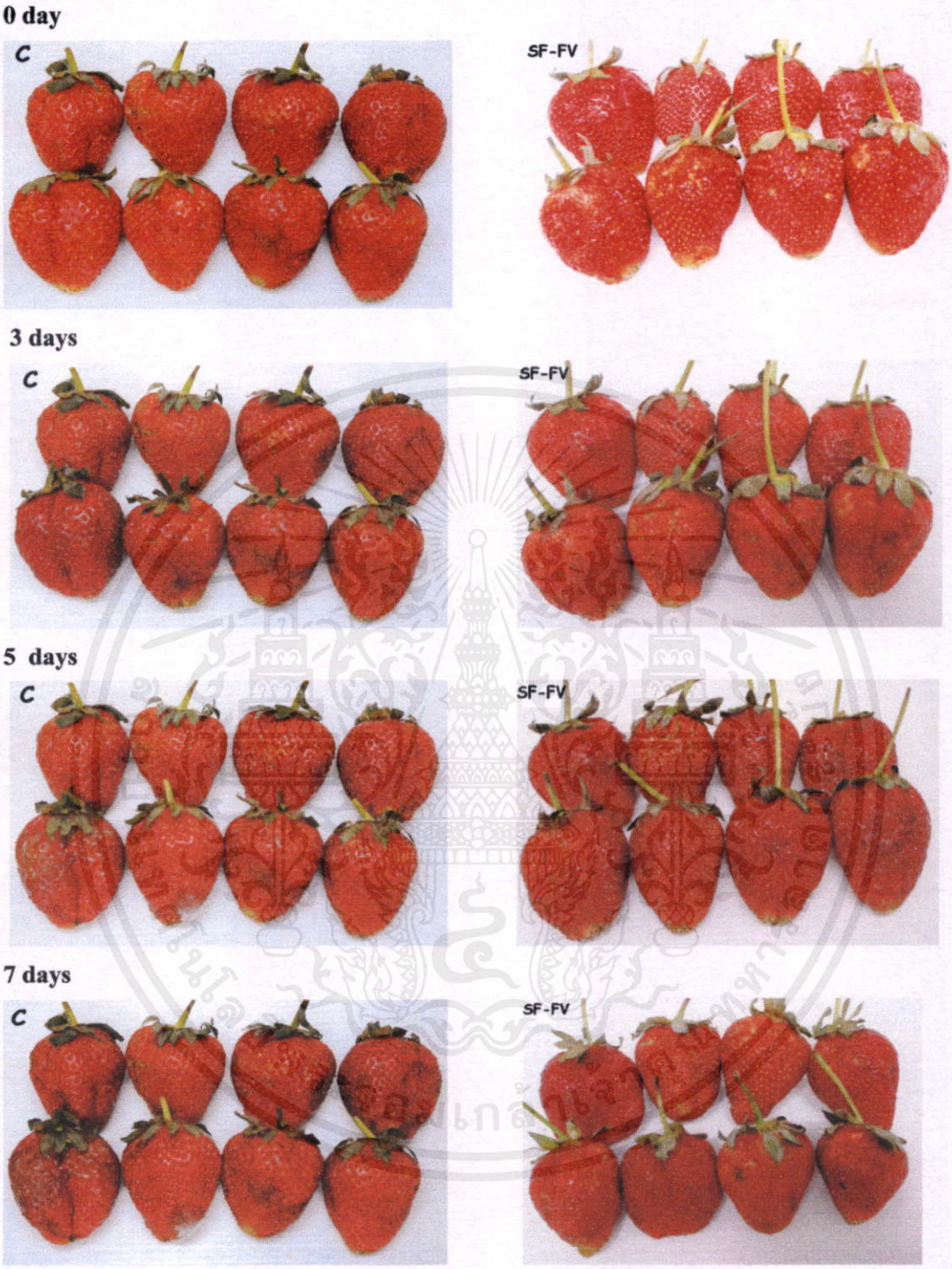
ในการยอมรับกลิ่นของผู้ทดสอบที่ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์ นี้ ผู้ทดสอบให้ผลการยอมรับของกลิ่นสูงสุดใน SF-FV ที่มีความเข้มข้นกรดอะซิติก 1 2 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นในการศึกษาผลการสเปรย์น้ำส้มสายชูหมักต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวสตรอเบอร์รี่จึงเลือกใช้ SF-FV ที่เตรียมจากการแช่สตรอเบอร์รี่ปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ ต่อไป

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลของการสเปรย์ SF-FV บนผลสตรอเบอร์รี่สดเพื่อลดการเสื่อมเสียจากเชื้อรา *B. cinerea*

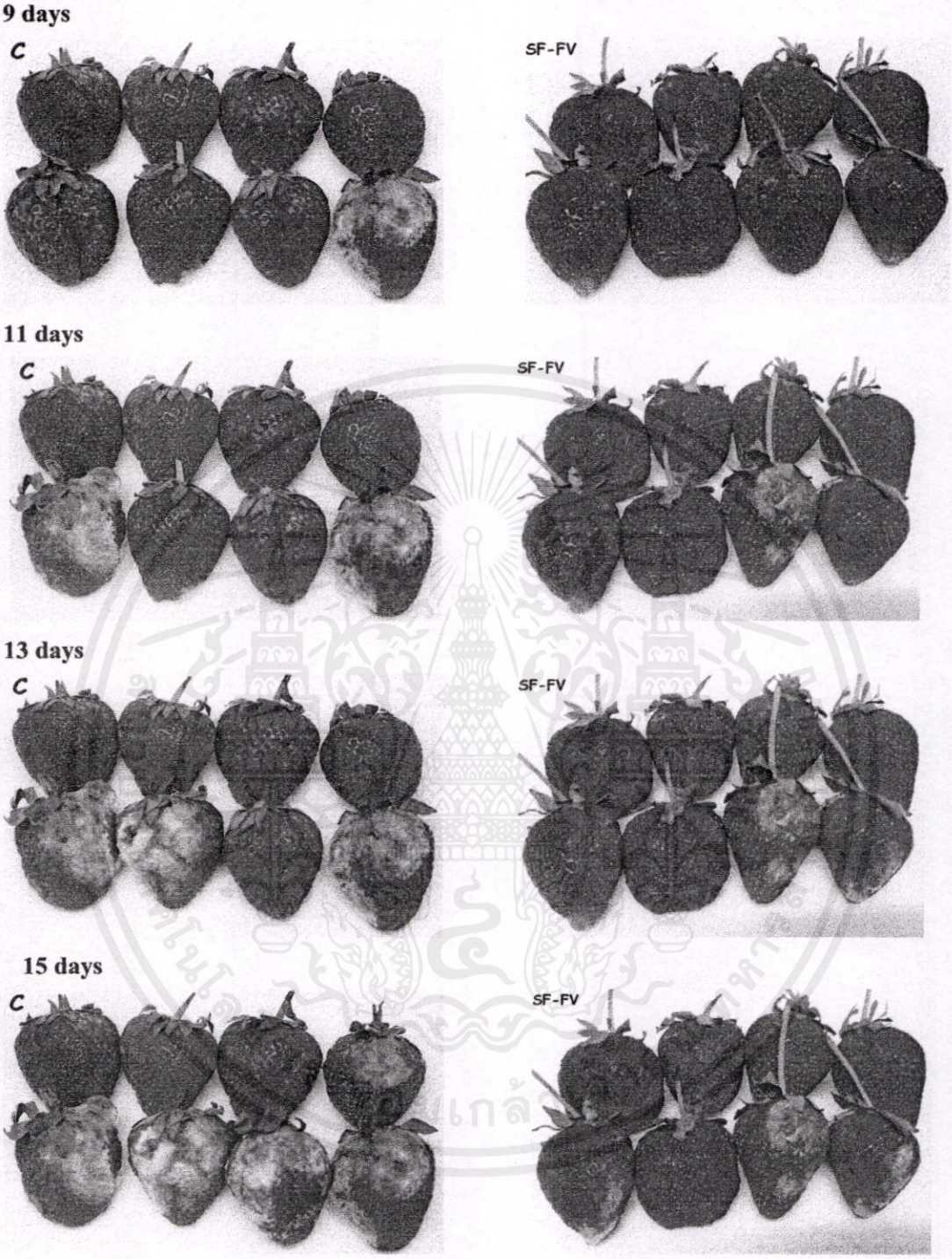
ผลของการสเปรย์ SF-FV บนผลสตรอเบอร์รี่สดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (แสดงในภาพที่ 4.2 และ 4.3) สตรอเบอร์รี่สดที่ผ่านการสเปรย์ SF-FV สามารถสังเกตพบการเสื่อมเสียด้วยเชื้อรา *B. cinerea* ในวันที่ 9 ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ที่ไม่ผ่านการสเปรย์ (ชุดควบคุม) สังเกตพบการเสื่อมเสียด้วยเชื้อรา *B. cinerea* ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาทั้งนี้ลักษณะของการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดที่ได้รับและไม่ได้รับการสเปรย์ด้วย SF-FV แสดงในภาพที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ลักษณะการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและสเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส: (ก) ชุดควบคุม (ข) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่

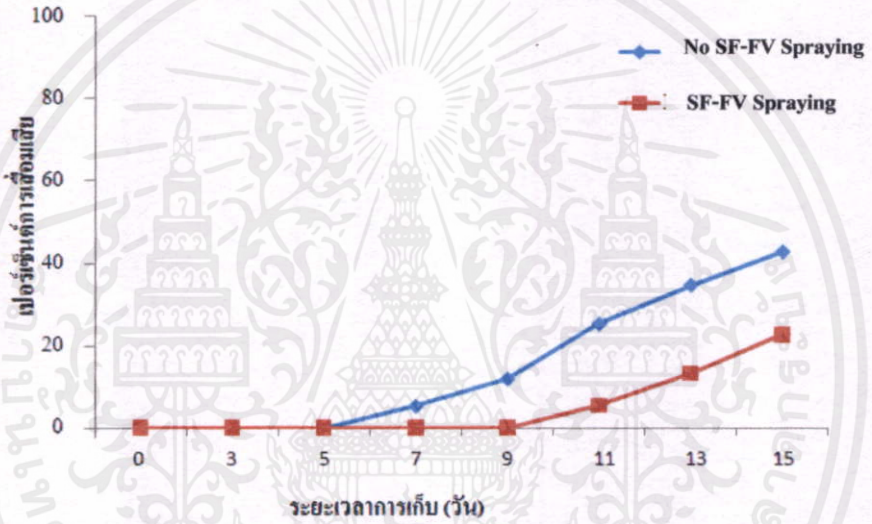
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ของการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมกับสตรอบเบอร์รี่ที่สเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ที่ศึกษาดังแสดงในภาพที่ 4.3 พบว่าเปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่ที่ได้รับการสเปรย์ด้วย SF-FV น้อยกว่าผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นถึงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองที่ได้รับแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการสเปรย์บนผลสตรอเบอร์รี่สดด้วย SF-FV มีผลต่อการช่วยลดการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของผลสตรอเบอร์รี่สด ลงได้ประมาณ 20เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์และไม่สเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

สำหรับผลการศึกษาด้านประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่ที่ฉีดและไม่สเปรย์ด้วย SF-FV ในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า การสเปรย์ด้วย SF-FV ในช่วงเริ่มต้นทำให้ผู้ทดสอบมีความยอมรับน้อยลงในด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้สเปรย์ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้ทดสอบสามารถได้กลิ่นน้ำส้มสายชู อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นผู้ทดสอบไม่สามารถจำแนกข้อบกพร่องดังกล่าวได้จึงให้การยอมรับใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P \leq 0.05$) และพบว่าผู้ทดสอบให้การคะแนนในด้านสีของสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์ด้วย SF-FV มากกว่าชุดควบคุม ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชู สามารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์ด้วย SF-FV ได้ เนื่องจากกรดอะซิติกสามารถนำมาใช้เป็นสารป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตผล การเกิดสีน้ำตาล (Rahman, 1999)โดยกรดอะซิติกจะเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(PPO) โดยทำให้บริเวณแอคทีฟไซต์ของเอนไซม์จับกับคอปเปอร์ไว้ได้ไม่ดี จึงมีผลทำให้เอนไซม์ PPO ทำงานได้ไม่ดีด้วย โดยปกติเอมไซม์ PPO จะพบในเนื้อเยื่อของสตรอเบอร์รี่ ซึ่งเอมไซม์นี้มีผลทำให้สีแดงของสตรอเบอร์รี่จางลง เนื่องมาจากความเสื่อมสภาพของเม็ดสีแอนโทไซยานิน และปฏิกิริยาบราวนิ่ง (Martinez และ Whitaker, 1995) ดังนั้นการใช้น้ำส้มสายชู SF-FV สเปรย์ลงบนผิวสตรอเบอร์รี่จะช่วยเป็นการรักษาสีของสตรอเบอร์รี่ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของศิริโสภา อินชะ และคณะ (2548) ที่พบว่าการเคลือบผิวผลสตรอเบอร์รี่สดหั่นชิ้น ด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซนต์ ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซีติกความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซนต์ ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ แต่ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีผิวและสีเนื้อ โดยการชะลอการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และ กฤษณ์ สงวนพวก (2550) ได้ทดลองการใช้กรดซิตริกและกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ในกะหล่ำดอกพบว่าสามารถชะลอการคล้ำของสีกะหล่ำดอก การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียโคลีฟอร์ม และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ โดยการจุ่มกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการคล้ำของสีดอกและกิจกรรมของเอนไซม์ PPOได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและสเปรย์ด้วย SF-FV ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ลักษณะ		ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
		0	3	5	7	9	11	13	15
สี	C	4.63^{Aa}	4.43^{Aab}	4.30^{Ab}	3.90^{Ac}	3.73^{Ac}	3.33^{Ad}	3.23^{Aef}	2.96^{Af}
	FV	4.70^{Aa}	4.46^{Aab}	4.36^{Ab}	4.00^{Ac}	3.80^{Ad}	3.46^{Ae}	3.26^{Aef}	3.10^{Af}
กลิ่น	C	4.53^{Aa}	4.50^{Aab}	4.43^{Aab}	4.16^{Abc}	4.10^{Ac}	4.00^{Acd}	3.80^{Ade}	3.70^{Ae}
	FV	4.00^{Bbc}	4.50^{Aa}	4.43^{Aa}	4.10^{Ab}	4.03^{Ab}	3.96^{Abc}	3.70^{Ac}	3.56^{Ad}
รสชาติ	C	4.50^{Aa}	4.20^{Ab}	4.03^{Abc}	4.03^{Abc}	4.03^{Abc}	3.96^{Abc}	3.80^{Ac}	3.73^{Ac}
	FV	3.80^{Bbc}	4.16^{Aa}	4.00^{Aab}	3.90^{Aabc}	4.03^{Aab}	3.93^{Aabc}	3.90^{Aabc}	3.70^{Ac}
เนื้อสัมผัส	C	4.43^{Aa}	4.16^{Aab}	4.03^{Ab}	3.63^{Ac}	3.63^{Ac}	3.50^{Ac}	3.40^{Acd}	3.16^{Ad}
	FV	4.56^{Aa}	4.20^{Ab}	3.83^{Ac}	3.60^{Acd}	3.53^{Ad}	3.50^{Ad}	3.16^{Ae}	2.93^{Ae}
ความชอบรวม	C	4.53^{Aa}	4.36^{Aa}	4.00^{Ab}	3.83^{Abc}	3.73^{Abcd}	3.70^{Acd}	3.46^{Ad}	3.10^{Ae}
	FV	3.83^{Bb}	4.33^{Aa}	3.86^{Ab}	3.76^{Abc}	3.80^{Abc}	3.63^{Abc}	3.53^{Ac}	2.93^{Ad}

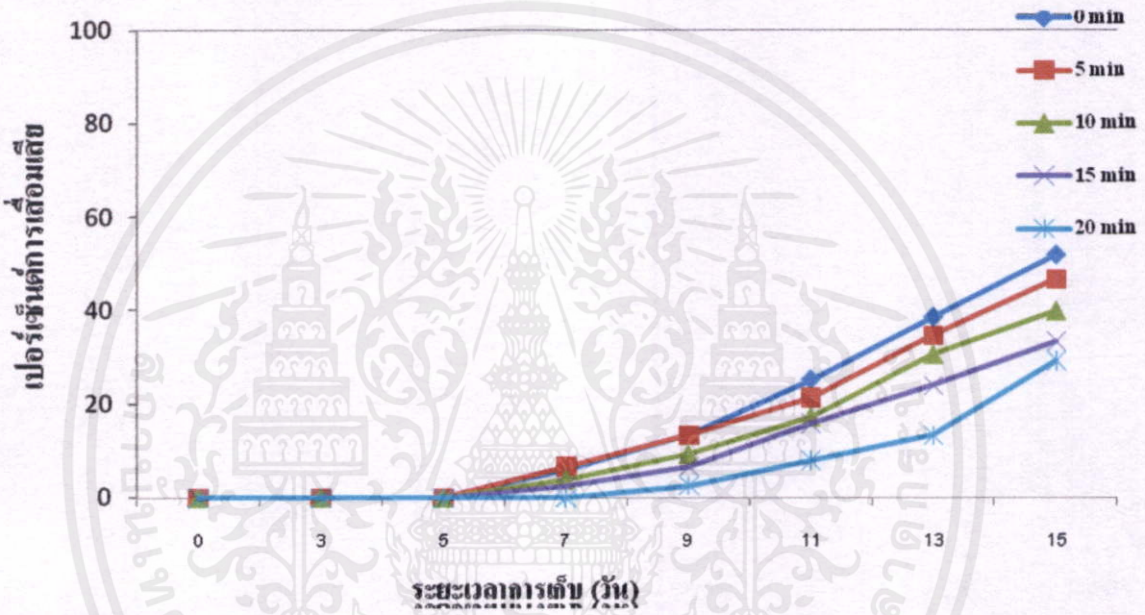
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่กำกับด้วยอักษร a, b, c, d, f ตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT; ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกำกับด้วยอักษร A, B ตามแนวตั้งของแต่ละด้านประสาทสัมผัสที่เปรียบเทียบแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT; FV = สตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์ด้วย SF-FV,
C = สตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมที่ไม่ได้สเปรย์ด้วย SF-FV

4.6 ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักแก่สตรอเบอร์รี่สด

ในการทดลองนี้ได้ทำการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แก่สตรอเบอร์รี่ โดยกำหนดให้ระยะเวลาสัมผัสไอกรดระหว่าง 0 5 10 15 และ 20 นาที ในภาชนะปิดที่มีไอน้ำส้มสายชูหมัก ซึ่งเกิดจากการให้อากาศในน้ำส้มสายชูหมักด้วยปั๊มที่ต่อกับตัวกรองอากาศ หลังจากนั้นนำสตรอเบอร์รี่มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลการทดลองที่ได้แสดงดังภาพที่ 3.4 และ 3.5 พบว่า ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่ที่รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 0 5 10 และ 15 นาที เริ่มแสดงการเสื่อมเสียจากเชื้อราเท่ากับ 6.25 6.25 4.10 และ 2.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนสตรอเบอร์รี่ที่รมไอน้ำส้มสายชูเป็นเวลา

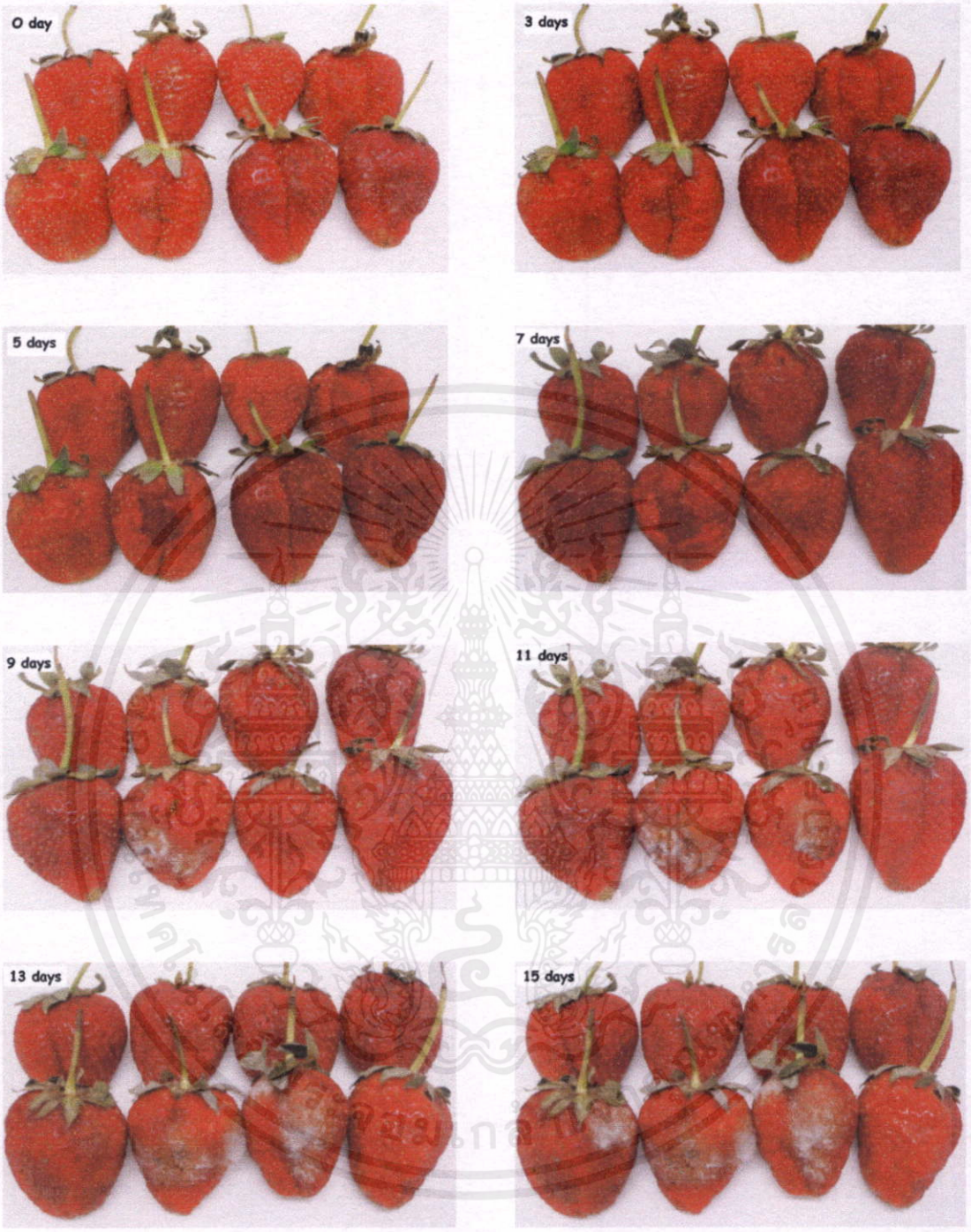
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 นาที จะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียเท่ากับ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองการรมไอของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำแอปเปิ้ล น้ำส้มสายชูกล่ัน และกรดน้ำส้ม ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการติดเชื้อและการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสบนผลมะละกอพันธุ์ฮาวายภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยสามารถลดการเน่าเสียบนผลมะละกอซึ่งคิดจากจำนวนจุดแผลที่เกิดขึ้นจาก 100เปอร์เซ็นต์ ไปเป็น 3.4 6.9 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตวงพร โรจนวงศ์ และคณะ 2545)



ภาพที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกชัย เขื่อนมณี (2545) ได้ศึกษาการรมผลสตรอเบอร์รี่ด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ เป็นระยะเวลา 6 9 12 และ 24 ชั่วโมง สามารถชะลอการเน่าเสียของผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ได้โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผลและมีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ในขณะที่ผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกันแต่ไม่ได้ทำการรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนท และชุดที่ทำการรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน ขณะที่การรมด้วยเอลิลไอโซไธโอไซยาเนทที่ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตรของอากาศ มีผลทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ สำหรับการรมผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องพบว่าไม่มีผลในการชะลอการเน่าเสียของผลสตรอเบอร์รี่

Stadelbacher และ Aharoni (1971) นำ Acetaldehyede (AA) มาใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวในระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถควบคุมโรคได้โดยไม่ทำให้พืชได้รับความเสียหาย โดยพบว่าการทดลองรมควันของ AA กับผลสตรอเบอร์รี่ที่ความเข้มข้น 1-8 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 5-60 นาที สามารถยับยั้งการเน่าเสียจากเชื้อรา *B. cinerea* ในสตรอเบอร์รี่ได้ โดยไม่ทำให้เสียรสชาติ กลิ่น ความเป็นกรด-เบสเปลี่ยนไป

การใช้วิธีรมไอนั้น ไอน้ำส้มสายชูหมักซึ่งอยู่ในสถานะแก๊สจะผ่านเข้าเมมเบรนของสปอร์เชื้อราที่อยู่บนผิวผลไม้จึงทำให้สามารถยับยั้งการทำงานของสปอร์เชื้อราได้ง่ายกว่าการจุ่ม (Sholberg และคณะ, 2000) ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกระยะเวลาการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ 20 นาที ซึ่งให้ผลในการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* ดีที่สุดมาใช้ เพื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

ในการศึกษาด้านประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่ที่รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และที่ไม่ได้รมไอ (ชุดควบคุม) ในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.6 พบว่าการรมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 20 นาที ผู้ทดสอบให้การยอมรับใกล้เคียงกันกับชุดควบคุม โดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้คะแนนความชอบจะลดลงตามจำนวนวันที่เก็บรักษา ผลการทดลองที่ได้นับว่าเป็นข้อดีของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักเนื่องจาก ผู้ทดสอบไม่สามารถจำแนกทางด้านประสาทสัมผัสได้เมื่อเทียบกับการสเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักลงบนผิวของสตรอเบอร์รี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและที่ผ่านการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	สี		กลิ่น		รสชาติ		เนื้อสัมผัส		ความชอบรวม	
	C	VP	C	VP	C	VP	C	VP	C	VP
0	4.67^{aA}	4.60^{aA}	4.67^{aA}	4.56^{aA}	4.50^{aA}	4.43^{aA}	4.66^{aA}	4.56^{aA}	4.73^{aA}	4.60^{aA}
3	4.50^{abA}	4.50^{bA}	4.50^{abA}	4.37^{bA}	4.50^{aA}	4.36^{aA}	4.60^{aA}	4.40^{aA}	4.47^{bA}	4.50^{aA}
5	4.40^{bA}	4.37^{abA}	4.50^{abA}	4.33^{bA}	4.47^{aB}	4.27^{abB}	4.13^{bB}	4.36^{aB}	4.30^{bcA}	4.40^{aA}
7	4.03^{cA}	4.13^{bcA}	4.27^{bcdA}	4.33^{cbA}	4.07^{bA}	4.10^{bcA}	3.97^{bA}	3.90^{bA}	4.20^{cA}	4.41^{bA}
9	3.87^{cdA}	3.97^{cA}	4.17^{cdA}	4.13^{bcA}	4.07^{bA}	3.90^{cdA}	3.67^{cA}	3.60^{cA}	3.93^{dA}	3.96^{bcA}
11	3.70^{dA}	3.63^{dA}	4.03^{cA}	3.93^{cdA}	3.87^{bcA}	3.90^{cdA}	3.43^{cdA}	3.47^{cdA}	3.70^{eA}	3.76^{bcA}
13	3.23^{eA}	3.40^{dA}	3.77^{fA}	3.87^{dA}	3.67^{cdA}	3.67^{deA}	3.23^{dA}	3.27^{deA}	3.43^{fA}	3.63^{dA}
15	2.97^{fA}	3.07^{eA}	3.77^{fA}	3.63^{eA}	3.50^{dA}	3.53^{eA}	2.97^{eA}	3.03^{eA}	3.20^{gA}	3.33^{eA}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT; ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกำกับด้วยอักษร A, B ตามแนวนอนของแต่ละด้านประสาทสัมผัสที่เปรียบเทียบ แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT; FU = สตรอเบอร์รี่ที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10เปอร์เซ็นต์ , C = สตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมที่ไม่ได้รมไอน้ำส้มสายชูหมัก

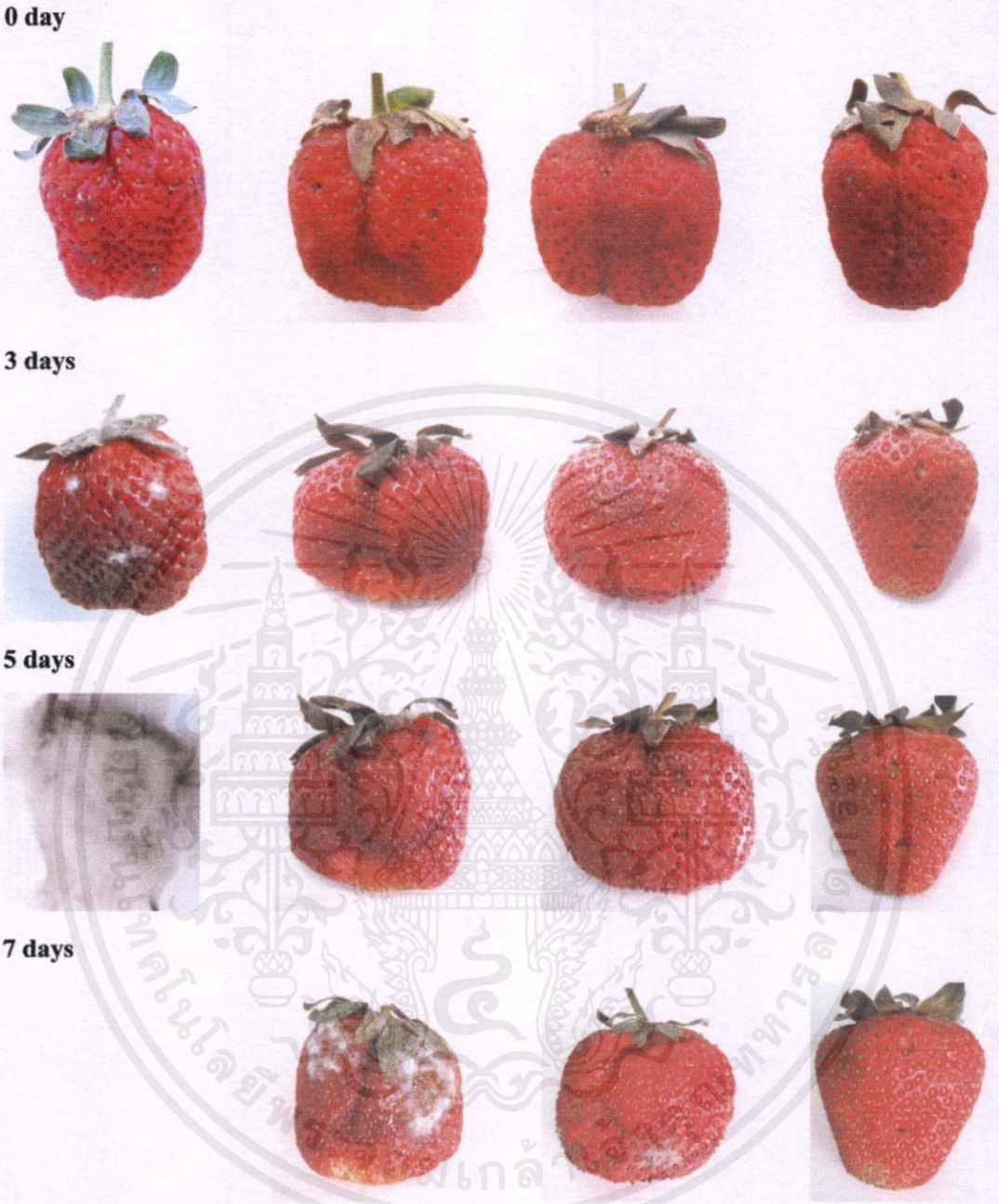
4.7 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

จากการปลูกถ่าย (Inoculate) เชื้อรา *B. cinerea* บนผิวสตรอเบอร์รี่เป็นจำนวน 3 จุด จากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง ติดตามการเจริญของเชื้อรา พบว่าการรมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีที่สุดโดยเชื้อราจะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียในหลังวันที่ 9 ของการเก็บรักษา รองลงมาคือ การสเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ซึ่งจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 5 ของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

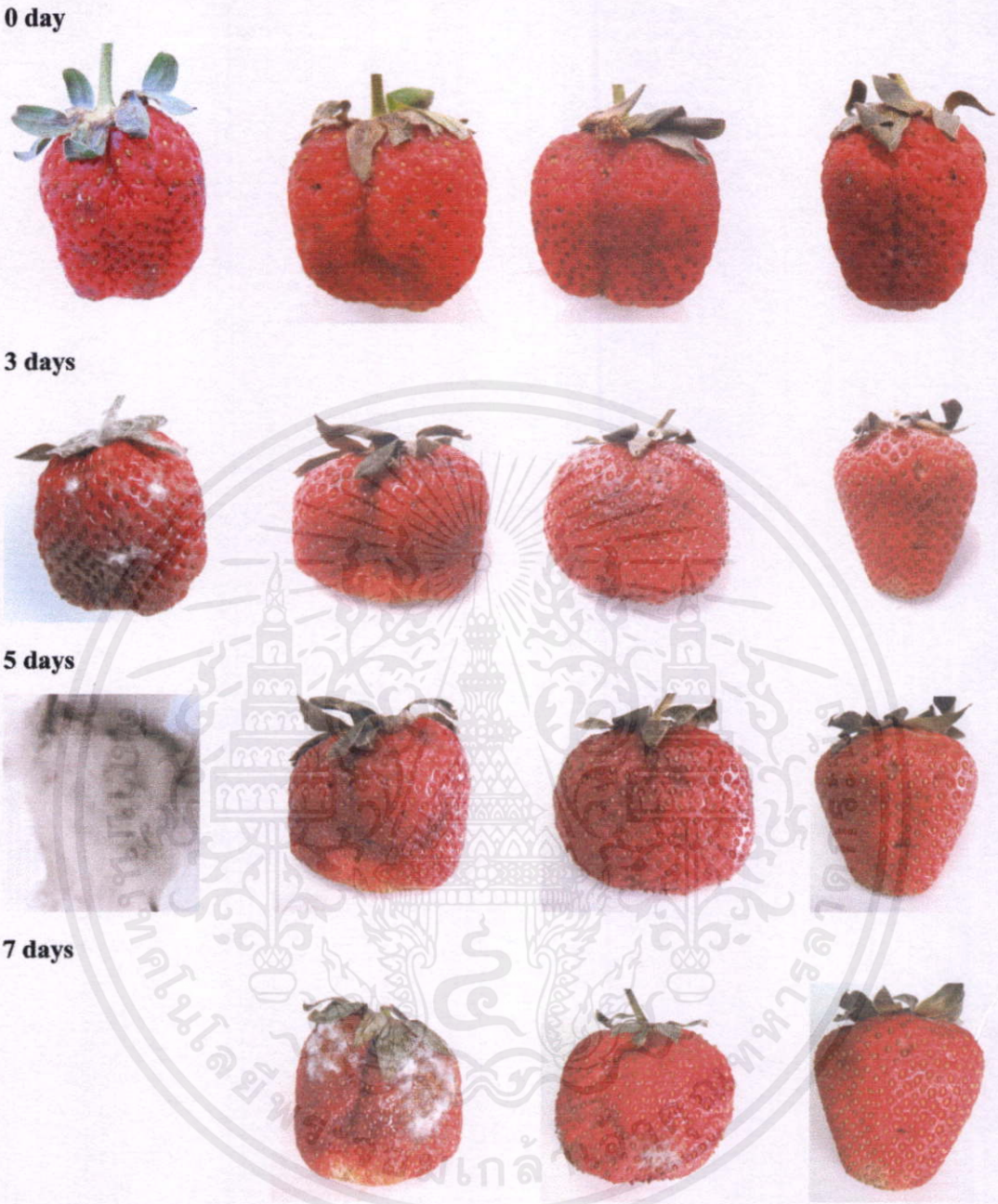
เก็บรักษา (ดังภาพที่ 4.6) ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะไม่สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าระดับที่เหมาะสมเป็นการเร่งกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพของผลสตรอเบอร์รี่ เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) การใช้สารยับยั้งเชื้อรา (Fungicides) จะใช้ได้ผลหรือไม่หรือมีประสิทธิภาพดีขึ้นก็ต่อเมื่อผลิตผลถูกเก็บรักษาในสภาพที่ปัจจัยต่าง ๆ เหมาะสม การใช้สารยับยั้งเชื้อราอาจจะไม่ได้ผลเมื่อผลิตผลถูกเก็บรักษาไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม (Fernandéz-Trujillo และคณะ, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (ก) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ข) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ค) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (ง) รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (ก) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ข) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ค) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (ง) รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของน้ำส้มสายชูหมักต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* บนสตรอเบอร์รี่สด สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

จากการศึกษาผลความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่า ขนาดของโคโลนีจะมีความกว้างน้อยลงเมื่อให้ความเข้มข้นกรดของน้ำส้มสายชูหมักเพิ่มขึ้น น้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 0.225 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ให้ผลในการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* สูงสุด มีค่า pH อยู่ที่ 3.99 ซึ่งเหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้

เมื่อศึกษายืนยันการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในอาหาร PDB ที่มีความเข้มข้น 0.20 - 0.30 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า จำนวนสปอร์ลดลง 1 log cycle ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่เติมน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 0.24 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ได้อย่างสมบูรณ์

ผลการเตรียมสตรอเบอร์รี่ พบว่าการแช่สตรอเบอร์รี่ในสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาทีพบว่าเหมาะต่อการเตรียมผลสตรอเบอร์รี่สด

ผลของการเตรียมน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (SF-FV) พบว่า ปริมาณของสตรอเบอร์รี่ที่แช่ในน้ำส้มสายชูมีผลโดยตรงต่อการยอมรับด้านกลิ่นมากที่สุด และเมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักที่แช่สตรอเบอร์รี่สด พบว่า ปริมาณกรดอะซิติกลดลงอย่างมากภายในระยะ 3 วัน แต่หลังจากนั้นปริมาณกรดจะค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังนั้นจึงเลือกใช้ SF-FV ที่มีปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากผู้บริโภคให้ความยอมรับทางด้านกลิ่นมากที่สุด และความเข้มข้นของกรดอะซิติกเพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea*

ผลของการสเปรย์สารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด พบว่าสามารถลดการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดได้ถึง 20เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้ผ่านการสเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ส่วนผลการทดลองทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและความชอบรวมของผลสตรอเบอร์รี่สดที่ฉีดและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สเปรย์ด้วย SF-FV พบว่ากลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักก่อให้เกิดผลกระทบต่อการยอมรับผลสตรอเบอร์รี่สด ภายหลังจากฉีดพ่นสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่เสร็จสิ้น อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการยอมรับดังกล่าว ($P \leq 0.05$) ผลสตรอเบอร์รี่ที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ได้รับการยอมรับด้านสีสูงกว่าผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่(ชุดควบคุม)

ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักแก่สตรอเบอร์รี่สด พบว่า การรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลา 20 นาที จะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียเท่ากับ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ซึ่งสามารถลดการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่สดได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอเบอร์รี่สดที่ไม่ได้รมไอที่จะแสดงอาการเสื่อมเสียเท่ากับ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และเมื่อนำมาศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับใกล้เคียงกันกับชุดควบคุมโดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลของการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า การรมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีที่สุด โดยเชื้อราจะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา รองลงมาคือ การสเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ซึ่งจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ส่วนที่สตรอเบอร์รี่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะไม่สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำส้มสายชูหมักมาประยุกต์ใช้กับการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่สด เพื่อลดการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดเนื่องจากเชื้อรา โดยเฉพาะ *B. cinerea* ได้เป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้พบว่าการรมไอน้ำส้มสายชูหมักเป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนสตรอเบอร์รี่สด เมื่อเปรียบเทียบสเปรย์น้ำส้มสายชูหมัก สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมควรจะมีการศึกษาต่อในการสร้างห้องและเครื่องมือสำหรับการรมไอของสตรอเบอร์รี่ในครั้งละปริมาณมาก ส่วนการสเปรย์จะเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็ว อาจจะหาปัจจัยอื่นที่มาลดผลกระทบเรื่องกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักในการสเปรย์ และศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการฉายรังสีเพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวของสตรอเบอร์รี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง, 2532. **โรคพืชวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. วอร์ดเมดิก, กรุงเทพ, 254 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2543. **การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 89 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 454 หน้า.

ชานนท์ เพาะเจาะ กานดา หวังชัย และ จำนง อุทัยบุตร. 2550. ผลยับยั้งของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดเปอร์ออกซีแอซีติกต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง. **วารสารเกษตร.** 38(5 พิเศษ) : 221-224.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2543. **สตรอเบอร์รี่พืชเศรษฐกิจใหม่.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิติยา รัตนาปนนท์. 2535. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 146 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2549. **โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 200 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2550. **เอกสารการสอนหลักสูตรไม้ผลสู่ตลาดโลก เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้.** โครงการพัฒนาการศึกษาที่มีเป้าหมายสัมพันธ์กับการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจของประเทศ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 133 หน้า.

ตวงพร โรจนวงศ์ โชคพิศิษฐ์ ชาญนันทพิพัฒน์ และวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา. 2545. **ผลของไอน้ำส้มสายชูต่อการลดการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ.** ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา. มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม.

ทองใหม่ แพทย์ไชโย และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2541. คุณภาพทางกายภาพและเคมีหลังการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอร์รี่. **วารสารเกษตร.** 14: 52-61.

ธิติมา วงษ์ชีรี ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ เฉลิมชัย วงษ์อารี วาริช ศรีละออง และ นฤมล เอี่ยมเคช. 2543. **การใช้ sodium bicarbonate, acetaldehyde และ acetic acid ในการควบคุมเชื้อรา *Botrydiplodia therobromae* สาเหตุโรคผลเน่าของเงาะ.** วิทยานิพนธ์ สายวิชาเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

นภาพร เชี่ยวชาญ. 2546. **การควบคุมการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในผักและผลไม้.** วารสารจาร์พา. 10:73

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆ ...ด้านการค้า

นฤมล กิติกรเศรษฐ์ และ ชวัลลีย์ คล่องพิทยาพงษ์. 2544. **การศึกษาชนิดของเชื้อราที่ทำให้เกิดการเน่าเสียและการเสื่อมคุณภาพของผลไม้เศรษฐกิจบางชนิดในประเทศไทย.** โครงงานพิเศษ. สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

นิพนธ์ วิสารทานนท์. 2527. การควบคุมโรคผลสตรอเบอร์รี่เน่าด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่อุณหภูมิห้องและที่ 10 องศาเซลเซียส. **วารสารวิชาการเกษตร.** 2(1) : 26-30.

ปิยาณี จันทปัญญาศิลป์. 2542. **ประสิทธิภาพของสารประกอบคลอรีนร่วมกับกรดอินทรีย์ในการฉดปริมาณ *Escherichia coli* ในผักสด.** วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 95 หน้า.

ประวิน มโนชัย. 2548. **สตรอเบอร์รี่.** ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้./หนังสือพิมพ์บ้านเมือง หน้าที่ 14 วันที่ 24 มีนาคม 2548. สืบค้นจาก http://coursewares.mju.ac.th/2006 /ps416/chap_04.html. Accessed Date on 17 July 2008.

ประสาทพร สมิตะมาน และดนัย บุณยเกียรติ. 2543. **สตรอเบอร์รี่.** ศูนย์พันธุและวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 48 หน้า.

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และ กฤษณ์ สงวนพวก. 2550. ผลของกรดอินทรีย์ต่อการเกิดสีน้ำตาลและคุณภาพของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 38 : 5 (พิเศษ) : 82-86

พรชัย ปรีชาปัญญา. 2546. **การปลูกสตรอเบอร์รี่.** มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. อ้างอิงจาก http://www.it.mju.ac.th/dbresearch/organize/extention/book-veget/book025.html. Accessed Date on 20 June 2008.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.** สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เยาวพา สุวัตถิ. มปป. **การใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมศัตรูพืช.** วิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ. อ้างอิงจาก http:22gpo.or.th/rdi/html/microbe.html. Accessed Date on 5 September 2008.

วิชชา สะอาดสุด อุราภรณ์ สะอาดสุด และ สาริณี ประสาทเขตต์กรณ์. 2546. การใช้กรดอินทรีย์และสารเคลือบผิวควบคุมโรค green mould rot และ anthracnose บนส้มสายน้ำผึ้ง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 34(4-6 พิเศษ) : 88-91.

ศิริโสภา อินชะ คำรงวิทย์ กองทอง และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพของสตรอเบอรีพันธุ์ 329 หั่นชิ้น. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 36 (5-6 พิเศษ) :540-543.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศศิกานต์ เกิดแสงสุริยงค์ กนกกร ศรีอนันต์ ทิพสุคนธ์ บุญรอด วรัญญา วรรณคุณ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. 2550. **อิทธิพลของสารเคลือบต่อการยับยั้งการเกิด browning ในลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 38:160-163.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. **วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร.** ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 328 หน้า.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. 454 หน้า.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีของการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 347 หน้า.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2532. **สตรอเบอร์รี่.** โรงพิมพ์วิทยาลัยอุบลราชธานี. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 33 หน้า.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. **"เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่ออาหารปลอดภัยและเกษตรยั่งยืน 30-31 มีนาคม 2549 ณ โรงแรมรามาการ์เดน"**. กรุงเทพฯ

เอกชัย เชื่อนมณี. 2545. **การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอร์รี่โดยใช้เอธิลไฮโซโบไซยาเนท.** วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

อุดร อุณหวุฒิ วลัยกร วรวิศิษฎ์ธำรง รัชฎา อินทรกำแหง มานะ พุ่มทอง และ ประเทือง ศรีสุข. 2536. **คุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้ แรด และพิมเสนแดง หลังจากผ่านกระบวนการอบไอน้ำ.** วารสารเกษตร. 11(1) : 15-19.

Adam, M.R. and C.J. Hall. 1988. "Growth Inhibit Food Borne Pathogens by Lactic and Acetic Acids and Their Mixtures". **International Journer Food Science Technol**, 23: 287-292.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International 17th **ed. Association of Official Analytical Chemists**, Baltimore, MD. 1,408 pp.

Bardin, M, J. Fargues and P.C. Nicot. 2008. "Compatibility between biopesticides used to control grey mould, powdery mildew and whitefly on tomato". **Biological Control**, 46: 476-483.

Bell, C. and A. Kyriakides. 2002. **Salmonella : A Practical Approach to the Organism and Its Control in Food**, Blackwell Science. United Kingdom. 330 p.

Burdock, G. A. and I. G. Carabin. 2004. **Generally Recognized As Safe (GRAS): history and description**, Toxicology Letters. 150: 3-18.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chambers, K.R. 1990. "Benzyl alcohol as an inhibitor of the development of *Botrytis cinerea in vitro* and in packed grapes during storage". **American Journal Enology And Viticuture,** 41: 265 – 268.

Chu, L., W. T. Liu, T. Zhou, and R. Tsao. 1999. "Control of post harvest gray mold rot of modified atmosphere packaged sweet cherries by fumigation with thymol and acetic acid". **Canadian Journal Plant Science**, 79(4) : 685-689.

Fencl, Z. and J. Leopold. 1957. "Mechanism of inhibition of acetic acid of the germination of spore of *Aspergillus niger*". **Nature**, 4(179-4566) : 922.

Fernández-Trujillo, J. P, J.F. Nock, and C.B. Watkins, 1999. "Metabolic changes associated with strawberry cultivars with different tolerances to carbon dioxide during storage". **Hortscience,** 34: 533-537.

From Flower to Fruit. University of Hawai. Available from http://www.botany.hawaii.edu/faculty /webb/BOT201/Angiosperm/FlowerFruit.htm. Accessed Date on 10 September 2009.

Forsthe, S.J. 2000. **The Microbiology of Safe Food,** Blackwell Science Ltd. London. 412 p.

Garbutt, J.. 1997. **Essentials of Food Microbiology,** pp 54-78. Arnold. London.

Harris, J. and C. Dennis. 1982. "The influence of berries infected with *Botrytis cinerea* on the enzymes breakdown of sulphited strawberries". **Annals of Applied Biology**, 101(1) : 109-117.

Jane, E. H. and D. colin. 1982. "The influence of berries infected with *Botrytis cinerea* on the enzymic breakdown of sulphited strawberries". **Annuals of Applied Biology**, 101 (1). 109-117.

Jijakli, H. and P. Lepoivre. 1997. "Characterization of an exo-β-1,3-glucanase produced by *Pichia anomala* strain K, antagonist of *Botrytis cinerea* on apple". **Biological Control,** 88: 335-343.

Karapinar, M. and S.A. Gonul. 1992. "Removal of *Yersinia enterocolitica* from fresh parsley by washing with acetic acid or vinegar". **International Journal of Food Microbiology**, 16: 261-267.

Lim, B., H. Yun, S. Jeong and S. Cho. 2001. "Inhibition of incidence of fungi in cold storage room by acetic acid". **Korean Journal Hortscience Technology**, 19: 170-173.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Martinez, M. V. and J. R. Whitaker, 1995. "The biochemistry and control of enzymatic browning". **Trends in Food Science and Technology**, 6:195 – 200.

Montero, T. M., E. M. Molla, R. M. Esteban and F. J. Lopez-Andreu. 1996. "Quality attributes of strawberry during ripening". **Scientia Horticulture**, 65: 239-250.

Muckenschnabel, I., B.A. Goodman, N. Deighton, G.D. Lyon, and B. Williamson. 2001. *"Botrytis cinerea* induces the formation of free radicals in fruits of *Capsicum annuum* at positions remote from the site of infection". **Protoplasma,** 218: 112-116.

Rahman, M. S. 1999. **Handbook of Food Preservation**, Marcel Dekker Inc. New York. 809 p.

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

Sholberg, P., P. Haag, R. Hocking and K. Bedford. 2000. "The use of vinegar vapor to reduce post harvest decay of harvesters fruit". **HortScience**, 35: 898-903.

Sholberg, P., T. Shephard, P. Randall and L. Moyls. 2004. "Use of measured concentrations of acetic acid vapour to control postharvest decay in d'Anjou pears". **Postharvest Biology Technology**, 32 : 89-98.

Stadelbacher, G. J. and Y. Aharoni. 1971. "Acetaldehyde vapor treatment to control decay in strawberries". **Hortscience**, 6: 20-23.

Strawberry. Available from http://www.ccifed.org.lb/English/sub.aspx?pageid=656&pdf=Strawberries.pdf Accessed Date on 10 September 2009

Tournas, V.H. and E. Katsoudas. 2005. "Mould and yeast flora in fresh berries grapes and citrus fruits". **International Journal Food Microbiology**, 105: 11-17.

Utto, W., A.J. Mawson and J.E. Bronlund. 2008. "Hexanal reduces infection of tomatoes by *Botrytis cinerea* whilst maintaining quality". **Postharvest Biology Technology,** 47: 434-437.

Van der Steen, C., L. Jacxsens, F. Devlieghere and J. Debevere. 2002. "Combining high oxygen atmospheres with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries". **Postharvest Biology Technology**, 26: 49-58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vargas, M., A. Albors, A. Chiralt and C. Gonzalez-Martinez. 2006. "Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid coatings". **Postharvest Biology Technology**, 41 : 164-171.

Watt, B.K. and A. L. Merrill. 1963. **Composition of Food : Raw, Processed**, Volume 8. USDA. Washington DC, 190 p.

Wszelaki, A.L. and E.J. Mitcham. 2003. "Effect of combinations of hot water dips, biological control and controlled atmospheres for control of gray mold on harvested strawberries". **Postharvest Biology Technology**, 27: 255-264.

Yu, T., J. Chen, R. Chen, B. Huang, D. Liu and X. Zheng. 2008. "Biocontrol of *Botrytis cinerea* in apple fruit *Cryptococus iaurentii* and indole-3-acetic acid". **Biological Control**, 116: 339-345.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato Dextrose Agar (PDA, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Potato	200.0 กรัม
Dextrose	20.0 กรัม
Agar	15.0 กรัม
น้ำกลั่น	1.0 ลิตร

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยต้มน้ำให้เดือดในอ่างน้ำร้อนหรือตั้งบนเปลวไฟโดยตรง นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. Potato Dextrose Broth (PDB, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Potato	200.0 กรัม
Dextrose	20.0 กรัม
น้ำกลั่น	1.0 ลิตร

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยต้มน้ำให้เดือดในอ่างน้ำร้อนหรือตั้งบนเปลวไฟโดยตรง นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

สารละลายที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมแอลกอฮอล์ (เอทานอล) 70 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เตรียมจากเอทานอล 95 เปอร์เซนต์ โดยตวงแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 74 มิลลิลิตร ลงในขวดเชิงปริมาตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ก็จะได้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ตามที่ต้องการ

2. น้ำส้มสายชูหมัก

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นกรดอะแซติกในน้ำส้มสายชูหมักโดยวิธีไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 N ด้วยตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก 6 มิลลิลิตร แล้วคำนวณดังสูตร

$$\% \text{ Acidity} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (N)} \times \text{ปริมาตรที่ไทเทรตได้} \times \text{มวลโมเลกุลกรด} \times 100}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง} \times 100}$$

3. อาหารแข็ง PDA ปรับความเข้มข้นกรด 0-0.225 %

ปรับความเข้มข้นกรดด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 10 % (v/v) ปิเปตด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ผสมกับอาหารแข็ง PDA ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ โดยคำนวณปริมาตรน้ำส้มสายชูหมักที่ต้องเติมในอาหารแข็ง PDA ด้วยสูตร $M_1V_1 = M_2V_2$ เพื่อให้ได้อาหารแข็ง PDA ที่มีความเข้มข้นกรดที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการอาหารแข็ง PDA ความเข้มข้นกรด 0.20% (v/v) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 10% (v/v) สามารถเตรียมได้ตามตัวอย่างที่คำนวณดังนี้

$$M_1V_1 = M_2V_2$$
$$10\% \times V_1 = 0.20\% \times 10 \text{ มิลลิลิตร}$$
$$V_1 = 0.20 \text{ มิลลิลิตร}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M_1 = ความเข้มข้นตั้งต้น

M_2 = ความเข้มข้นสุดท้าย

V_1 = ปริมาตรตั้งต้น

V_2 = ปริมาตรสุดท้าย

ดังนั้นสามารถเตรียมอาหารแข็ง PDA ความเข้มข้นกรด 0.20% (v/v) โดยดูดสารละลายน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 10% (v/v) 0.20 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารแข็ง PDA 9.80 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

4. <u>อาหารเหลว PDB ปรับความเข้มข้นกรด 0-0.225 %</u>

ปรับความเข้มข้นกรดด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 10 % (v/v) ปิเปตด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ผสมกับอาหารเหลว PDB ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ โดยคำนวณปริมาตรน้ำส้มสายชูหมักที่ต้องเติมในอาหารเหลว PDB ด้วยสูตร $M_1V_1 = M_2V_2$ เพื่อให้ได้อาหารเหลว PDB ที่มีความเข้มข้นกรดที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการอาหารเหลว PDB ความเข้มข้นกรด 0.20% (v/v) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 10% (v/v) สามารถเตรียมได้ตามตัวอย่างที่คำนวณดังนี้

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10\,\% \times V_1 = 0.20\% \times 10 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$V_1 = 0.20 \text{ มิลลิลิตร}$$

M_1 = ความเข้มข้นตั้งต้น

M_2 = ความเข้มข้นสุดท้าย

V_1 = ปริมาตรตั้งต้น

V_2 = ปริมาตรสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสามารถเตรียมอาหารเหลว PDB ความเข้มข้นกรด 0.20% (v/v) โดยดูดสารละลายน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 10% (v/v) 0.20 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเหลว PDB 9.80 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. แบบฟอร์มการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูกลิ่นสตรอเบอร์รี่

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นแบบการเรียงลำดับความชอบ
น้ำส้มสายชูกลิ่นสตรอเบอร์รี่

วันที่_____

ชื่อผู้ชิม_____ อายุ_____

คำชี้แจง กรุณาดมกลิ่นตัวอย่างต่อไปนี้ และเขียนตัวเลขเรียงลำดับความชอบในด้านกลิ่นของตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่าง โดยให้
ชอบมากที่สุด = 5 ชอบ = 4 เฉยๆ = 3 ไม่ชอบ = 2 ไม่ชอบมากที่สุด = 1
และกรุณาเขียนเหตุผลแสดงความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง ....

ลำดับที่ ....

กรุณาเขียนอธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการดมว่าท่านได้กลิ่นใดในตัวอย่าง และมีความชอบและไม่ชอบอย่างไร (โดยละเอียด)

Comments.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบฟอร์มการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอบเบอร์รี่สด

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส
สตรอเบอร์รี่สด

วันที่_____

ชื่อผู้ชิม_____ อายุ_____

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่าง แล้วให้คะแนนตามความชอบของผลิตภัณฑ์ของท่านดังนี้

ชอบมากที่สุด = 5 ชอบ = 4 เฉยๆ = 3 ไม่ชอบ = 2 ไม่ชอบมากที่สุด = 1

และกรุณาเขียนเหตุผลแสดงความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์

รหัส	_____	_____
สี	_____	_____
กลิ่น	_____	_____
รสชาติ	_____	_____
เนื้อสัมผัส	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____

กรุณาเขียนอธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการชิมว่าท่านมีความชอบและไม่ชอบอย่างไร (โดยละเอียด)

Comments.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การขนส่งสตรอเบอร์รี่

1. ข้อกำหนดเชิงคุณภาพของสตรอเบอรี่

1.1. ผลสตรอเบอรี่ต้องสะอาด มีสีสด ความแน่นเนื้อและความหวานสูง ผิวเป็นมัน รูปทรงของผลเป็นปกติ ไม่บิดเบี้ยว การเรียงตัวของเมล็ดเป็นระเบียบ มีกลิ่นหอม และมีกลีบเลี้ยงติดมาด้วย กลีบเลี้ยงมีสีเขียวไม่แห้ง

1.2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมากกว่า 3.5 เซนติเมตร

1.3. ผลไม่มีรอยแผล เน่า ช้ำ หรือเชื้อรา

1.4. เก็บเกี่ยวผลที่มีสีแดงอย่างน้อย 60 เปอร์เซนต์ แต่ไม่เกิน 80 เปอร์เซนต์

1.5. ผลสตรอเบอรี่ที่อยู่ในภาชนะบรรจุ มีสีและขนาดสม่ำเสมอกัน

2. เกณฑ์มาตรฐานของผลสตรอเบอร์รี่ของมูลนิธิโครงการหลวง มีดังนี้

มาตรฐานของผลสตรอเบอรี่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล (ซม.)
เกรดพิเศษ	มากกว่า 3.75 เซนติเมตร
เกรด 1	3.25 - 3.75 เซนติเมตร
เกรด 2	2.80 - 3.25 เซนติเมตร
เกรด 3	2.50 - 2.80 เซนติเมตร

3. การบรรจุและการขนส่งสตรอเบอร์รี่

บรรจุในลังกระดาษลูกฟูก มีฝาปิด บรรจุสตรอเบอร์รี่ลังละ 3 กิโลกรัม วิธีการบรรจุทำโดยใช้ใบสตรอเบอรี่ที่สะอาดตัดก้านออกแล้วผึ่งพอใบสลด เพื่อให้ปริมาณน้ำในใบลดลง ไม่ทำความเสียหายกับผลสตรอเบอร์รี่ รองสลับชั้นระหว่างผลสตรอเบอร์รี่เพื่อป้องกันการชอกช้ำระหว่างการขนส่ง จากนั้นทำการขนส่งโดยนำฝากรถทัวร์จากจังหวัดเชียงใหม่เวลา 22.00 นาฬิกา ถึงกรุงเทพเวลา 7.00 นาฬิกา ใช้เวลาในการขนส่งทั้งหมดประมาณ 7 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แสดงตาราง ANOVA ของคะแนนการทดสอบความชอบของกลิ่น SF-FV

1. แสดงตาราง ANOVA ของคะแนนการทดสอบความชอบของกลิ่น SF-FV ที่ความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสตรอเบอร์รี่ที่ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

Homogeneous Subsets

point

			Subset							
	FV ST	N	1	2	3	4	5	6	7	8
Duncan[a]	FV 5 ST 5	20	1.2500							
	FV 1 ST 5	20	1.3500	1.3500						
	FV 4 ST 5	20	1.3500	1.3500						
	FV 2 ST 5	20		1.6000						
	FV 3 ST 5	20		1.6500						
	FV 5 ST 10	20			2.2500					
	FV 1 ST 10	20			2.3000					
	FV 2 ST 10	20				2.6000				
	FV 3 ST 10	20				2.7000				
	FV 4 ST 10	20				2.8000				
	FV 5 ST 15	20					3.6000			
	FV 1 ST 15	20					3.8000	3.8000		
	FV 2 ST 15	20					3.8500	3.8500	3.8500	
	FV 4 ST 15	20						4.0500	4.0500	
	FV 3 ST 15	20						4.1000	4.1000	
	FV 5 ST 20	20							4.1500	
	FV 1 ST 20	20								4.5000
	FV 2 ST 20	20								4.6500
	FV 4 ST 20	20								4.7000
	FV 3 ST 20	20								4.7500
	Sig.		.506	.050	.722	.181	.093	.050	.050	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = .197.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

หมายเหตุ

FV 1 ST 5 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 5 เปอร์เซ็นต์

FV 1 ST 10 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 10 เปอร์เซ็นต์

FV 1 ST 15 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 15 เปอร์เซ็นต์

FV 1 ST 20 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์

FV 2 ST 5 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 5 เปอร์เซ็นต์

FV 2 ST 10 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 10 เปอร์เซ็นต์

FV 2 ST 15 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ... ไปใช้

FV 2 ST 20 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์

FV 3 ST 5 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 5 เปอร์เซ็นต์

FV 3 ST 10 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 10 เปอร์เซ็นต์

FV 3 ST 15 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 15 เปอร์เซ็นต์

FV 3 ST 20 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์

FV 4 ST 5 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 5 เปอร์เซ็นต์

FV 4 ST 10 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 10 เปอร์เซ็นต์

FV 4 ST 15 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 15 เปอร์เซ็นต์

FV 4 ST 20 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์

FV 5 ST 5 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 5 เปอร์เซ็นต์

FV 5 ST 10 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 10 เปอร์เซ็นต์

FV 5 ST 15 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 15 เปอร์เซ็นต์

FV 5 ST 20 คือ ปริมาณกรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ–นามสกุล	นางสาวภัทราพรรณ จรูญรัตนสกุล
วัน เดือน ปีเกิด	15 สิงหาคม 2526 ที่จังหวัดลำปาง
ที่อยู่	49 ถ.ราชวิถี 13 ต.สนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
ประวัติการศึกษา	2548 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันราชภัฏสวนดุสิต

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2548 - 2550	เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพอาหาร บริษัทดั๊กคิง จำกัด
พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน	รองผู้จัดการฝ่ายพัฒนาธุรกิจ บริษัท ซาฟารีเวิลด์ จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้