รายงานการวิจัย

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

Growth Inhibition of *Botrytis cinerea* on Strawberry Surfaces by Using Fermented Vinegar

ชื่อผู้วิจัย 1. นายวราวุฒิ ครูส่ง

2. น.ส.ภัทราพรรณ จรูญรัตนสกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2552

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุมัติทุนวิจัยจากเงินรายได้ของคณะ อีกทั้งขอขอบคุณห้องปฏิบัติการภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์เชื้อรา *Botrytis cinerea* เพื่อใช้ในการศึกษา

RCH
TP
445
ว325ก
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 120193
วัน, เดือน, ปี 9 ก.พ. 2555
b 12339234
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการ

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

(ภาษาอังกฤษ) Growth Inhibition of *Botrytis cinerea* on Strawberry Surfaces by Using Fermented Vinegar

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สจล.

ประจำปี 2552 จำนวนเงิน 30,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2552

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและเลขหมายโทรศัพท์

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายวราวุฒิ ครูส่ง

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) MR.WARAWUT KRUSONG

ตำแหน่งทางวิชาการ รองศาสตราจารย์ สัดส่วนการวิจัย 50%

สาขาวิชา เทคโนโลยีการหมัก

คณะ อุตสาหกรรมเกษตร

โทรศัพท์ 02-326-4111 ต่อ 7278 โทรสาร 02-326-4091

E-mail kkwaranu@kmitl.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) น.ส.ภัทราพรรณ จรูญรัตนสกุล

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) MS.PATTARAPAN JAROONRATTANASAKUL

ตำแหน่งทางวิชาการ - สัดส่วนการวิจัย 50%

นักศึกษาปริญญาโท สาขาสุขาภิบาล

คณะ อุตสาหกรรมเกษตร

โทรศัพท์ 084–116 –5221 โทรสาร -

E-mail beeanata@hotmail.com

ส่วนที่ 2 บทคัดย่อ

ผลการทดสอบเบื้องต้นของการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดด้วยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ความเข้มข้นกรด 0 – 0.225% (v/v) พบว่า หลังจากการบ่มเพาะเชื้อ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โคโลนีของเชื้อรามีขนาดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และที่ความเข้มข้น 0.225 % (v/v) สามารถยับยั้งการเจริญได้อย่างสมบูรณ์ ในการยืนยันการยับยั้งการเจริญของสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ในระดับหลอดทดลองโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Broth (PDB) ที่ปรับความเข้มข้นกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า ที่ความเข้มข้นกรดอะซิติก 0.24% (v/v) สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักเพิ่มมาก ขึ้นความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก็จะมากขึ้นด้วย ในการประยุกต์ใช้น้ำส้มสายชูหมักเพื่อลดการเสื่อม เสียของผลสตรอเบอร์รี่สดจากเชื้อ *B. cinerea* จะต้องเตรียมสารละลายน้ำส้มสายชู กลิ่นสตรอเบอร์รี่เพื่อลดผลกระทบ ของกลิ่น ของน้ำส้มสายชูซึ่งพบว่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สตรอเบอร์รี่ 20% (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) ในน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น กรด 4% ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นจึงนำมาสเปรย์บนผิวสตรอเบอร์รี่สดโดยสามารถช่วยลดการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่ลงได้ประมาณ 20% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้สปรย์ (ชุดควบคุม) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน นอกจากนี้แล้วจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่ในช่วงการเก็บรักษาดังกล่าว พบว่า กลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักส่งผลกระทบต่อการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของสตรอเบอร์รี่ช่วงหลังการฉีดพ่นฝอยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ เท่านั้น แต่ไม่พบความแตกต่างของความชอบ ($P > 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา ในกรณีของการรมไอน้ำส้มสายชู หมักแก่สตรอเบอร์รี่สด พบว่า การรมไอน้ำส้มสายชูหมัก ความเข้มข้น 10% นาน 20 นาที สามารถลดการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่สดได้ถึง 20% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอเบอร์รี่สดที่ไม่ได้รมไอและเมื่อนำมาศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับใกล้เคียงกันกับชุดควบคุมโดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับการประยุกต์ใช้การรมไอน้ำส้มสายชูหมัก 10% เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า การรมไอ เป็นเวลา 20 นาที ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีที่สุด โดยเชื้อราจะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา รองลงมาคือ การสเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักกลิ่น สตรอเบอร์รี่ซึ่งจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ส่วนสตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ขณะที่สตรอเบอร์รี่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะไม่สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ ผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำส้มสายชูหมักมาประยุกต์ใช้กับการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่สด เพื่อลดการเสื่อมเสียของ ผลสตรอเบอร์รี่สดเนื่องจากเชื้อราโดยเฉพาะ *B. cinerea* ได้เป็นอย่างดี

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% acetic acid concentration. At 0.225% acetic acid concentration the completed 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% acetic acid concentration. Then, the FV was applied for reduction of 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% fresh strawberry for 15 days in FV containing 4% of acetic acid concentration. It was accepted 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% spoilage reduction by *B. cinerea* was obtained compared with no sprayed strawberry. In odor, taste and overall were not accepted at the starting of strawberry period (0 h). However, no significantly effect in acceptability ($P > 0.05$) was observed during storage period at 4°C. In case of vaporization process, the 10% FV was used. The FV was vaporized for 20 min by pumping sterile through FV. The 20% reduction of strawberry spoilage was also noticed when compared with no vaporized fresh strawberry. Additionally, no significantly effect in acceptability ($P > 0.05$) was observed in both vaporized and no 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 possibility to apply FV for spoilage reduction of fresh strawberry by *B. cinerea*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	3
บทนำ	9
วิธีการทดลอง	13
ผลการทดลอง	16
ผลของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งเชื้อรา *Botrytis cineria* ในระดับห้องปฏิบัติการ	16
การใช้น้ำส้มสายชูหมักในการยืดอายุการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่สด: ผลของการสเปรย์น้ำส้มสายชูหมัก (Spraying Method) บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด	19
การใช้น้ำส้มสายชูหมักในการยืดอายุการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่สด: ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักบนผิวของสตรอเบอร์รี่สด	24
ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก	27
สรุปผลการทดลอง	29
บรรณานุกรม	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดของโคโลนี (ซม.) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้น 0%-0.225% (v/v) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	16
2	การยับยั้งการเจริญของสารละลายสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิ ติกเท่ากับ 0.20-0.30% (v/v) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน โดยมีสปอร์เริ่มต้น 4.13 log CFU/ml	18
3	คะแนนการทดสอบความชอบของกลิ่น SF-FV ที่ความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 %และปริมาณสตรอเบอร์รี่ที่ 5 10 15 และ 20%	19
4	การติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกและค่า pH ของSF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน	20
5	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและฉีดพ่นฝอยด้วย SF-FV ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	23
6	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและที่ผ่านการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10%เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *B. cinerea* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 0%-0.225% (v/v) เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน	17
2	ลักษณะการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและสเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส: (ก) ชุดควบคุม, **C**; (ข) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่, **FV**	19
3	เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์และไม่สเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน	23
4	เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน	24
5	การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน	25
6	ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง: (ก) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง; (ข) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส; (ค) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่; (ง) รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 20 นาที	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

สตรอเบอร์รี่จัดเป็นไม้ผลที่นิยมปลูกกันในหลายประเทศเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และ ประเทศในทวีปยุโรป สำหรับประเทศไทยนิยมปลูกกันมากในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย สตรอเบอร์รี่จัดเป็นผลไม้ที่มีราคาดีและให้ผลตอบแทนสูง สามารถจำหน่ายได้หลายรูปแบบคือ ผลสด หรือ การแปรรูป เช่น การทำแยม แช่แข็ง หรือไวน์สตรอเบอร์รี่ ทำรายได้เข้าประเทศคิดเป็นมูลค่าปีละเกือบ 200 ล้านบาท (หนังสือพิพม์บ้านเมือง, 2548) สตรอเบอร์รี่สดส่วนใหญ่พบว่าจะมีการอายุการเก็บรักษาสั้น โดยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้เพียง 5-7 วันเท่านั้น การเสื่อมเสียส่วนใหญ่เนื่องจากจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* ที่สร้างเส้นใยและสปอร์สีเทาจำนวนมาก โดยอุณหภูมิดังกล่าวนี้เชื้อรา *B. cinerea* สามารถเจริญเติบโตได้ สำหรับลักษณะอาการของผลสตรอเบอร์รี่ที่เสื่อมเสีย คือ มีอาการเน่าโดยจะเริ่มจากส่วนใดส่วนหนึ่งของสตรอเบอร์รี่ก็ได้ แต่มักจะเริ่มจากขั้วผลหรือส่วนที่ติดกับส่วนของผลเน่าอื่นในสภาพที่มีความชื้นสูงอาจจะพบเส้นใยสีขาวจำนวนมากที่ไม่มีสปอร์ แต่ในสภาพแวดล้อมบางสภาพเชื้อราอาจจะสร้างสเคลอโรเตียม (Sclerotium) สีดำ ซึ่งเชื้อราจะเข้าทำลายผลในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวและแสดงอาการของโรคในช่วงการเก็บเกี่ยวจนถึงการเก็บรักษา นอกจากนี้แล้วผลของสตรอเบอร์รี่มีลักษณะบอบบางและช้ำได้ง่ายภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงทำให้เชื้อราเข้าทำลายผลสตรอเบอร์รี่ขณะขนส่งได้ง่าย (ประสาทพร สมิตะมาน และ ดนัย บุณยเกียรติ, 2543) ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจึงได้การศึกษาวิจัยด่านต่างๆ เช่น การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ด้วยสารระเหยที่สกัดได้จากพืชหลายชนิด (Shimon และคณะ, 1998) การรมไอของน้ำส้มสายชู (Vinegar Vapor) ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก (Acetic Acid) 4.2 ถึง 6 เปอร์เซนต์ ในการรมผลสตรอเบอร์รี่และแอ๊ปเปิ้ล ซึ่งช่วยให้สามารถชะลอการเกิดโรคราสีเทา (Gray Mold Rot) ที่เกิดจากเชื้อรา *B. cinerea* ได้ (Sholberg และคณะ, 2000) อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการศึกษาถึงแนวทางการใช้น้ำส้มสายชูกลิ่นสตอร์เบอร์รี่ เพื่อช่วยลดผลกระทบด้านกลิ่นของน้ำส้มสายชูแก่ผู้บริโภค

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวของสตรอเบร์รี่สดโดยอาศัยการประยุกต์ใช้น้ำส้มสายชูหมัก (ซึ่งหัวหน้าคณะผู้วิจัยได้ศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544) ด้วยวิธีการสเปรย์และการรมไอของน้ำส้มสายชูหมัก ทั้งนี้เนื่องจากน้ำส้มสายชูหมักเป็นสารอินทรีย์ซึ่งไม่มีผลตกค้างแก่ผู้บริโภค อย่างไรก็ตามปัญหาในด้านกลิ่นซึ่งอาจมีผลกระทบในกรณีที่ใช้วิธีการสเปรย์นั้นสามารถแก้ไขได้ด้วยการพัฒนาน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่เพื่อใช้เฉพาะขึ้นได้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ประกอบด้วย

1. การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักในระดับห้องปฏิบัติการ
2. การพัฒนาน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่
3. การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวของสตรอเบร์รี่สดโดยอาศัยการประยุกต์ใช้น้ำส้มสายชูหมักด้วยวิธีการสเปรย์และการรมไอของน้ำส้มสายชูหมัก

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครอบคลุมการศึกษาผลการยับยั้งของน้ำส้มสายชูหมักต่อการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อหาระดับความเข้มข้นของกรดกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมในการยับยั้งเชื้อราดังกล่าวและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับผลสตรอเบอร์รี่สด ในการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดนั้นจะมุ่งเน้นเปรียบเทียบ 2 วิธีการ คือ การสเปรย์(ซึ่งสะดวกแก่ผู้ใช้)และวิธีการรมไอของน้ำส้มสายชูหมัก(ซึ่งจำเป็นต้องสร้างอุปกรณ์การกำเนิดไอของน้ำส้มสายชูหมัก) อย่างไรก็ตามน้ำส้มสายชูหมักที่ใช้ในการสเปรย์อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการไม่ยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องกลิ่น ดังนั้นจึงได้พัฒนาน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่เพื่อใช้ในการสเปรย์ด้วย

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

สตรอเบอร์รี่

สตรอเบอร์รี่จัดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติอร่อยเป็นที่รู้จักกันมาหลายร้อยปีแล้ว ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาผลผลิตในประเทศเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้สาเหตุมาจากการผสมพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตยาวนานขึ้น การนำระบบปลูกแบบดูแลอย่างใกล้ชิด ตลอดจนการเลือกพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสมมากกว่าเดิม ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกสตรอเบอร์รี่ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ เช่น บางอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย และในพื้นที่บางจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น เลย และเพชรบูรณ์ เป็นต้น และมีแนวโน้มที่สามารถปลูกได้พอสมควรในพื้นที่สูงของภาคกลาง เช่น แถบจังหวัดกาญจนบุรี (ศิริ โสภา อินขะ และคณะ, 2548)

สตรอเบอร์รี่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาและแพร่กระจายไปยังทวีปยุโรป ตลอดจนถึงซีกโลกตะวันตก สำหรับการแพร่กระจายเข้ามาในประเทศไทยนั้น ชาวอังกฤษผู้หนึ่งได้นำต้นสตรอเบอร์รี่เข้ามาปลูกที่จังหวัดเชียงใหม่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2477 แต่การปลูกก็ยังคงปลูกอยู่ในวงแคบๆ ต่อมาในช่วงปี พ.ศ. 2512-2514 โครงการหลวงร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้นำสตรอเบอร์รี่จากต่างประเทศ เข้ามาทดลองปลูกในสถานีวิจัยดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ และได้คัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทยได้ 3 พันธุ์ ในปี พ.ศ. 2516 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้ทรงพระราชทานสตรอเบอร์รี่ 3 สายพันธุ์แก่ชาวสวน เพื่อใช้ปลูกต่อไป สตรอเบอร์รี่ทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พระราชทานเบอร์ 13 (Cambridge Favorite) พระราชทานเบอร์ 16 (Tioga) และพันธุ์พระราชทานเบอร์ 20 (Sequoia) (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, 2543)

สตรอเบอร์รี่จัดเป็นผลไม้ในตระกูล Rosaceae สกุล Fragaria มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน n = 7 นิสัยการเจริญเติบโต เป็นพืชไม้ล้มลุก อายุหลายปี ขนาดเล็กที่มีลำต้นสั้นและหนาจนดูเหมือนว่าไม่มีลำต้น ทรงพุ่มกว้าง 20-30 เซนติเมตร สูง 15-20 เซนติเมตร ความสูงและทรงพุ่มแตกต่างไปตามพันธุ์ (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, 2543)

เชื้อรา *Botrytis cinerea*

เชื้อรา *B. cinerea* เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด "โรคราสีเทา (Gray Mold Rot)" ซึ่งเป็นโรคที่มีผลกระทบอย่างมากในผลไม้จำพวกสตรอเบอร์รี่ ราสเบอรี่ บลูเบอรี่ องุ่น และแอ๊ปเปิ้ลเป็นต้น สัณฐานวิทยาของเชื้อรา *B. cinerea* คือ มีรูปร่างเรียว ยาว และบ่อยครั้งมีการสร้าง Conidiophores ที่มีสี Conidia เกิดบนส่วนปลายยอดเซลล์ สปอร์แบบไม่อาศัยเพศ สร้างไมซีเลียมสีเทา แต่บางครั้งอาจมีสีดำ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) เจริญได้ในที่มีอากาศอบอุ่นและความชื้นสูง สภาวะที่สามารถสร้างสปอร์ได้อย่างรวดเร็วคือที่อุณหภูมิ ๕ องศาเซลเซียส (Pitt และ Hocking, 1985) โดยเชื้อราจะแทรกเข้าสู่ผิวบริเวณรอยหักของผักผลไม้และเข้าไปทำลาย ถ้าหากอยู่ในสภาวะที่มีความชื้นสูงจะสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว เชื้อรา *B. cinerea* ไม่เพียงแต่จะทำให้ผลไม้เสื่อมเสียแต่ยังทำให้เกิดโรคในกลุ่มผักผลไม้ที่มีความชื้นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกกะหล่ำ ผักกาดหอม เป็นต้น

Tournas และ Katsoudas (2005) ได้ทำการวิเคราะห์การปนเปื้อนของผลไม้ในกลุ่มเบอร์รี่ เช่น สตรอเบอร์รี่ ราสเบอรี่ บลูเบอรี่ และแบล็กเบอร์รี่ พบว่ามีการปนเปื้อนจากเชื้อรา *B. cinerea* สูงที่สุดคือ 78% รองลงมาคือเชื้อรา *Rhizopus* spp. สำหรับใน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สตรอเบอร์รี่มีการปนเปื้อนของเชื้อรา *B. cinerea* มากที่สุดถึง 77% ทั้งนี้การเสื่อมเสียสตรอเบอร์รี่ด้วยเชื้อรา *B. cinerea* ปนเปื้อนอยู่นั้น อาการเน่าเริ่มจากส่วนหนึ่งส่วนใดของสตรอเบอร์รี่ก็ได้ แต่มักพบว่าเริ่มจากด้านขั้วผลหรือส่วนของผลที่ติดอยู่กับผลเน่าอื่นๆ เนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นโรคกลายเป็นสีน้ำตาลแต่ยังแข็งเป็นปกติ และจะลาม จนเต็มทั่วทั้งผล เชื้อราจะสร้างเส้นใยและสปอร์สีเทาเป็นจำนวนมาก ในสภาพความชื้นสูงอาจจะพบเส้นใยสีขาวจำนวนมากโดยไม่มีสปอร์ ส่วนในสภาพแวดล้อมบางสภาพเชื้อราอาจจะสร้างเม็ดสเคลอโรเตียมสีดำ เชื้อราสามารถเข้าทำลายได้ทั้งผลดิบและผลสุกรวมทั้งผลผลิตที่เก็บเกี่ยวแล้ว และสามารถระบาดได้อย่างรวดเร็วเมื่อบรรยากาศมีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2549) อนึ่งตัวอย่างของการศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในผลไม้ เช่น Chambers (1990) ทำการศึกษาการใช้สาร Benzyl Alcohol ยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* ในองุ่นบรรจุกล่องในสภาพการจัดเก็บในสภาพวะจำลอง พบว่า สาร Benzyl Alcohol ความเข้มข้น 200 ppm สามารถลดการเจริญและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ได้

การป้องกันปัญหาการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่

เนื่องด้วยสตรอเบอร์รี่เป็นผลไม้มีค่า Water Activity (a_w) สูงซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ง่าย แม้แต่ผลไม้ที่มีค่า pH ต่ำๆจุลินทรีย์จำพวกเชื้อราก็ยังสามารถเจริญเติบโตได้ การเสื่อมเสียของผลไม้จากเชื้อราขึ้นอยู่กับการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การขนส่ง จนถึงการเก็บรักษาและการจัดจำหน่าย ปกติแล้วมีหลายวิธีในการควบคุมการเสื่อมเสียของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว เช่น การคัดเลือกผลไม้อย่างระมัดระวัง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ หรือ การควบคุมบรรยากาศ จนถึงการประยุกต์ใช้วิธีการยับยั้งเชื้อราในวิธีการต่างๆหลังการเก็บเกี่ยว Tournas และ Katsoudas (2005) เช่น การทดลองจุ่มผลสตรอเบอร์รี่ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา Benomyl, Dicloran และ Iprodione เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (35-37 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิในห้องเย็น (10 องศาเซลเซียส) พบว่า สารป้องกันกำจัดเชื้อราทั้ง 3 ชนิดสามารถควบคุมโรคผลเน่าได้น้อยที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งสารป้องกันกำจัดเชื้อราทั้ง 3 ชนิด สามารถควบคุมโรคราสีเทาของผลสตรอเบอร์รี่ได้นาน 10-15 วัน เชื้อราที่ทำให้ผลสตรอเบอร์รี่เน่าที่อุณหภูมิห้องประกอบด้วย เชื้อรา *R. stolonifer, B. cinerea, Botryodiplodia theobromae* และ *Aspergillus* spp. ส่วนเชื้อราที่ทำให้ผลสตรอเบอร์รี่เน่าที่อุณหภูมิต่ำ คือ เชื้อรา *B. cinerea* (นิพนธ์ วิสารทานนท์, 2527)

Stadelbacher และ Aharoni (1971) ได้ศึกษาการนำ Acetaldehyede (AA) มาใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวสตรอเบอร์รี่ซึ่งพบว่า การทดลองรมควันของ AA กับผลสตรอเบอร์รี่ที่ความเข้มข้น 1-8 เปอร์เซนต์ ในระยะเวลา 5-60 นาที สามารถการเน่าเสียจากเชื้อรา *B. cinerea* ในสตรอเบอร์รี่ได้ โดยไม่ทำให้เสียรสชาติ กลิ่น ความเป็นกรดด่างเปลี่ยนไป

น้ำส้มสายชูและการประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาการเจริญของเชื้อราภบนผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว

น้ำส้มสายชูมีองค์ประกอบสำคัญทางเคมีเป็นกรดอะซิติกหรือกรดน้ำส้มเป็นกรดอ่อน การแบ่งชนิดของน้ำส้มสายชู อาศัยความแตกต่างของกรรมวิธีผลิต กรดอะซิติกมีสูตรโครงสร้าง คือ CH_3COOH มีน้ำหนักโมเลกุล 60.05 g/mol ในรูปบริสุทธิ์จะไม่มีสี เป็นของเหลวจะมีลักษณะใส กลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส จุดเดือด 118 องศาเซล เซียส รวมตัวได้กับสารต่างๆ เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ และกลีเซอรีนได้ดี และจัดเป็นสารประเภท General Recognized as Safe(GRAS) และพบว่ามีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ ปกติสารเหล่านี้สามารถยับยั้งหรือกระตุ้นการเจริญของเชื้อราและการสร้างสปอร์และการงอกของสปอร์ได้ มีผู้รายงานว่าเป็นผลมากจากกลไกความต้านทานที่มีอยู่ในพืช (Plant Resistance Mechanism)

ในการศึกษาการนำน้ำส้มสายชูมาประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาผลไม้นั้น พอที่จะมีตัวอย่างที่พบได้ดังนี้

ศศิกานต์และคณะ (2007) ได้ศึกษาผลของการใช้กรดอะซิติกในการเคลือบผิวลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์เพื่อยืดอายุในการเก็บรักษา พบว่า ลิ้นจี่ที่เคลือบด้วยกรดอะซิติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาโดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของลิ้นจี่ระหว่างการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาได้ดีกว่ากรดแลคติก กรดมาลิก ไครโตซาน Kaolin Clay แป้งข้าวเจ้าผสม ไครโตซาน และ Kaolin Clay ผสมกับแป้งข้าวเจ้าและไครโตซาน ทั้งนี้ความเข้มข้นของกรดอะซิติก 5% ให้ผลที่ดีที่สุด รองลงมาคือ กรดอะซิติก 10%

ตวงพร โรจนวงศ์ และคณะ (2008) ได้ศึกษาการใช้ไอของน้ำส้มสายชูจากน้ำแอปเปิ้ล น้ำส้มสายชูกลั่น และกรดน้ำส้ม (Acetic Acid) ในการยับยั้งการติดเชื้อและการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่เป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสบนผลมะละกอพันธุ์ฮาวายภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งพบว่า ไอจากน้ำส้มปสายชู ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ของน้ำส้มสายชูทั้งสองชนิดและกรดน้ำส้มนั้น สามารถลดการเน่าเสียบนผลมะละกอได้ โดยเมื่อคิดจากจำนวนจุดแผลบนผิวมะละกอที่เกิดขึ้นจาก 100% จะเหลือเพียง 3.4 6.9 และ 10% ตามลำดับ

Yu และคณะ (2008) ได้ทดลองทำการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* ในแอ๊ปเปิ้ลโดยใช้เชื้อรา *Cryptococcus Iaurentii* และสาร indole-3-acetic acid (IAA) โดยวิธีการแบบชีวควบคุม พบว่าการใช้เชื้อรา *C. Iaurentii* ควบคู่กับ IAA ที่ความเข้มข้น 20 µg/ml สามารถลดกิจกรรมของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีกว่าการใช้เชื้อรา *C. Iaurentii* เพียงอย่างเดียวซึ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้สารประกอบของกรดอะซิติกต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

เชื้อจุลินทรีย์

เชื้อรา *Botrytis cinerea* ได้รับความอนุเคราะห์จากห้องปฏิบัติการภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การเตรียมสารละลายสปอร์เชื้อรา *Botrytis cinerea*

ทำการเตรียมสารละลายสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ตามวิธีดัดแปลงจาก Jijakli และ Lepoivre (1998) โดยทำการเลี้ยงเชื้อรา *B. cinerea* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA slant บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำปลอดเชื้อ 10 มิลลิตร และหยด 0.05% Tween 20 จำนวน 1 หยด ใช้ลวดเขี่ยเชื้อ (Needle) เขี่ยสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* และทำการตรวจนับจำนวนสปอร์เริ่มต้นด้วย Haemacytometer รายงานผลเป็นจำนวนสปอร์ต่อมิลลิลิตร

การศึกษาเบื้องต้นในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักในอาหารแข็ง PDA

ทำการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่กระจายของกรดในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ทำการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยเติมน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 0 0.025 0.05 0.075 0.10 0.125 0.150 0.175 0.20 และ 0.225% (v/v) จากนั้นจึงทำการถ่ายเส้นใยเชื้อรา *B. cinerea* โดยทำวิธี Point inoculation โดยดัดแปลงจากวิธีของ Bardin และคณะ (2008) บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการสังเกตลักษณะโคโลนีและตรวจวัดขนาดโคโลนีของเชื้อราในวันที่ 3 5 และ 7 เพื่อหาความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

การศึกษายืนยันความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ในหลอดทดลอง

นำสารละลายสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ที่เตรียมมาทำการเจือจางให้อยู่ในระดับ 10^4 CFU/ml จากนั้นจึงนำสารละลายสปอร์เชื้อราที่เจือจาง 1 มล. เติมลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่เติมน้ำส้มสายชูหมักที่มีกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจากการศึกษาโดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยนำมาปรับระดับความเข้มข้นให้ต่ำกว่าและสูงกว่าความเข้มข้นดังกล่าวในช่วงที่ความเข้มข้นกรดลดลงหรือเพิ่มขึ้นระดับละ 0.1 % ทั้งนี้กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นของกรด 10 ระดับที่ครอบคลุมความเข้มข้นกรดดังกล่าว นำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการติดตามปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตโดยการตรวจนับด้วย Haemacytometer ทำการคำนวณผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยเปรียบเทียบกับการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่ไม่ได้เติมน้ำส้มสายชูหมัก

การเตรียมสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Flavored-Fermented Vinegar; SF-FV) เพื่อใช้ในการสเปรย์บนผลสตรอเบอร์รี่

การเตรียม SF-FV

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดและ pH ใน SF-FV

ทำการเตรียม SF-FV โดยใช้ความเข้มข้นกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักและปริมาณสตรอเบอร์รี่ที่เหมาะสม จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มาทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดใน SF-FV และในผลสตรอเบอร์รี่ที่แช่ในสารละลายดังกล่าวและติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของ SF-FV ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 3 5 7 10 และ 14 วัน

ผลของการสเปรย์ SF-FV บนผลสตรอเบอร์รี่สด

นำ SF-FV ที่เหมาะสม ที่เตรียมขึ้นมาทำการสเปรย์บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด โดยทำการสเปรย์ 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) ทำการติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวสตรอเบอร์รี่สดในระหว่างการเก็บรักษาและทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติโดยรวมโดยใช้วิธี 5 Point Hedonic Scale

ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักแก่สตรอเบอร์รี่ (ดัดแปลงจาก Sholberg และคณะ, 2000)

นำสตรอเบอร์รี่สดมารมไอน้ำส้มสายชูหมักที่ความเข้มข้นกรด 10 % โดยใช้เวลาในการรมเท่ากับ 5 10 15 และ 20 นาที หลังจากนั้นนำสตรอเบอร์รี่มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 5 7 9 11 13 และ 15 วัน ทำการติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* และการเสื่อมเสียในระหว่างการเก็บรักษาและทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 5 Point Hedonic Scale

ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

การเตรียมสตรอเบอร์รี่สดก่อนปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea*

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

การเตรียมการปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea* ที่ผิวสตรอเบอร์รี่สด

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

ผลของการสเปรย์ของส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ต่อการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่

นำสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวมาทำการสเปรย์ SF-FV จากนั้นทำการติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 5 และ 7 วัน

ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักต่อการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่

นำสตรอเบอร์รี่ที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อรา *B. cinerea* บนผิวมาทำการรมไอน้ำส้มสายชูหมักในสภาพที่เหมาะสม จากนั้นทำการติดตามการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 5 และ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์

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

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (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

ผลการทดลอง

ผลของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งเชื้อรา *Botrytis cineria* ในระดับห้องปฏิบัติการ

ในการคัดเลือกเชื้อรา *Botrytis cinerea* เพื่อใช้ในการศึกษา พบว่า เชื้อราที่ตรวจพบในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างสตรอเบอรี่ไม่ใช่กลุ่มของราเทา *B. cinerea* ดังนั้นเพื่อให้โครงการวิจัยสามารถดำเนินการต่อไปได้จึงได้ทำการติดต่อขอเชื้อ *B. cinerea* จากห้องปฏิบัติการภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทั้งนี้เชื้อที่ได้รับมาเป็นเชื้อบริสุทธิ์ที่ผ่านการคัดแยกและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ผลความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

ในการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่กระจายของกรดอะซิติกในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยแต่เดิมวางแผนใช้ระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูหมักเท่ากับ 1-5% (v/v) อย่างไรก็ตามเมื่อติดตามผลการยับยั้งพบว่า เชื้อรา *B. cinerea* ไม่สามารถเจริญบน PDA ที่ปรับความเข้มข้นกรดตั้งแต่ 1% ขึ้นไปได้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยอาศัยการปรับความเข้มข้นของกรดอะซิติกใน PDA เท่ากับ 0 0.025 0.05 0.075 0.10 0.125 0.150 0.175 0.20 และ 0.225% (v/v) แทน จากนั้นจึงทำการถ่ายเส้นใยเชื้อรา *B. cinerea* โดยทำวิธี Point inoculation บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการตรวจวัดขนาดโคโลนีของเชื้อราในวันที่ 3 5 และ 7 ผลการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

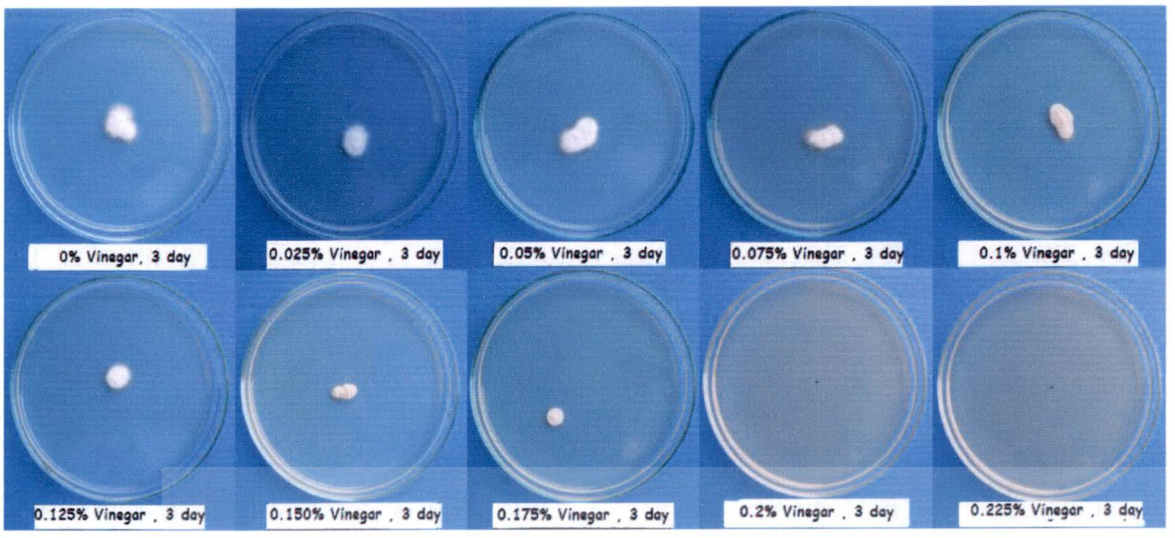
ตารางที่ 1 ขนาดของโคโลนี (ซม.) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้น 0%-0.225% (v/v) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

Acetic Acid (%)*	pH	Size of Colony (cm.)**			Inhibition (%)		
		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

* Acetic acid concentration in fermented vinegar (%); ** ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *B. cinerea* ที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบแบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 1 ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *B. cinerea* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 0%-0.225% (v/v) เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า เชื้อรา *B. cinerea* ไม่สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่มีความเข้มข้นกรด 0.225% ได้โดยความเข้มข้นดังกล่าวให้ผลการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพควบคุม (อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ซึ่งไม่ได้ปรับกรดอะซิติก) โดยมีค่า pH อยู่ที่ 3.99 ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้ใกล้เคียงกับการรายงานของ ธิติมา วงษ์ชีรีและคณะ (2543) ที่พบว่าการใช้กรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 0.4% สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* ได้อย่างมีนัยสำคัญโดยกรดอะซิติกจะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราหรือการสร้างสปอร์และการงอกของสปอร์ได้

ความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ในหลอดทดลอง ในการศึกษาในระดับหลอดทดลองนี้เพื่อยืนยันความเข้มข้นกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในการยับยั้งการเจริญ ของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* โดยนำสารละลายสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ที่เตรียมขึ้นมาทำการเจือจางให้อยู่ในระดับ 10^4 CFU/ml จากนั้นจึงนำสารละลายสปอร์เชื้อราที่เจือจาง 1 มล. เติมลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่เติมน้ำส้มสายชูหมักที่มีกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม (จากผลการทดลองในตารางที่ 1 ซึ่งความเข้มข้นของกรดอะซิติกเท่ากับ 0.225%) โดยนำมาปรับระดับความเข้มข้นให้ครอบคลุมช่วงดังกล่าวดังนี้ (%) 0 0.2 0.21 0.22 0.23 0.24 0.25 0.26 0.27 0.28 0.29 0.30 นำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการติดตามปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตโดยการตรวจนับด้วย Haemacytometer คำนวณผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยเปรียบเทียบกับการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่ไม่ได้เติมน้ำส้มสายชูหมัก

เนื่องจากผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักใน อาหาร PDA (ตารางที่ 1) สังเกตพบว่าที่ความเข้มข้นกรด 0.2% มีผลการยับยั้ง 95.8% ในขณะที่ความเข้มข้นกรด 0.225% ให้ผลการยับยั้ง 100% ดังนั้นการศึกษายืนยันนี้จึงได้เลือกใช้ความเข้มข้นกรดตั้งแต่ 0.2% ถึง 0.3% โดยปรับกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เพิ่มขึ้นระดับละ 0.01% โดยช่วงความเข้มข้นกรดที่ศึกษานี้ครอบคลุมความเข้มข้นของกรด 0.225% ที่ให้ผลยับยั้งที่ดีดังกล่าว ทั้งนี้ผลการศึกษายืนยันแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

120193

ตารางที่ 2 การยับยั้งการเจริญของสารละลายสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ด้วยน้ำส้มสายชูหมักที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิ ติก เท่ากับ 0.20-0.30% (v/v) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน โดยมีสปอร์เริ่มต้น 4.13 log CFU/ml

Acetic Acid Concentration in Fermented Vinegar (%)	Inhibition (%)	Viable Spore (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]

* ค่าเฉลี่ยของ Viable Spore กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

เมื่อทำการถ่ายสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ทำให้มีปริมาณสปอร์เริ่มต้น 4.13 log CFU/ml เชื้อรา *B. cinerea* ได้เพิ่มจำนวนขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เป็น 6.08 log CFU/ml คิดเป็น 32% ภายในระยะ 3 วัน เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (ตารางที่ 2) อนึ่งปริมาณของสปอร์ลดลงถึง 1 log cycle ในสภาพที่มีการเติมน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรดอะซิติก 0.2% คิดเป็นผลการยับยั้งสูงถึง 90.6% ซึ่งเป็นการยืนยันผลของกรดอะซิติกต่อการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบว่าที่ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูหมักเท่ากับ 0.24% ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อราสายพันธุ์นี้อย่างสมบูรณ์ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อน้ำส้มสายชูหมักมีความเข้มข้นสูงขึ้นจะส่งผลต่อความสามารถในการยับยั้ง การเจริญของ สารละลายสปอร์เชื้อรามากขึ้นด้วย เนื่องจากประสิทธิภาพของกรดอะซิติกที่ไม่แตกตัว (ค่า pH ต่ำลง) จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Bell และ Kyriakides, 2002) ผลการทดลองที่ได้นี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ Fencl และ Leopold (1957) ซึ่งรายงานว่าผลของกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.15% (v/v) ที่ pH 4.2 สามารถยับยั้งการงอกของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้อย่างสมบูรณ์ อนึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าเชื้อราแต่ละสายพันธุ์มีความคงทนต่อกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้น้ำส้มสายชูหมักในการยืดอายุการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่สด: ผลของการสเปรย์น้ำส้มสายชูหมัก (Spraying Method) บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด

ผลการเตรียมสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Flavored-Fermented Vinegar; SF-FV) เพื่อใช้ในการสเปรย์

จากการทดสอบความชอบด้านของ SF-FV ของผู้ทดสอบจำนวน 15 คน (ดังแสดงในตารางที่ 3) พบว่า ปริมาณของสตรอเบอร์รี่ที่ใช้แช่ในน้ำส้มสายชูมีผลโดยตรงต่อการยอมรับด้านกลิ่นมากที่สุด กล่าวคือ ในปริมาณสตรอเบอร์รี่ 5-10% นั้นผู้ทดสอบให้ผลด้านความชอบต่อกลิ่น SF-FV ค่อนข้างต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่ใช้ เมื่อใช้สตรอเบอร์รี่สูงขึ้นในระดับ 15-20 % การยอมรับต่อกลิ่นจะดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามที่ปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20% ให้ผลความชอบด้านกลิ่นของ SF-FV สูงสุด ($P \leq 0.05$)

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

Strawberry (%)	Acetic Acid Concentration in Fermented Vinegar (%)				
	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}

* ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบกลิ่น SF-FV กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT.

อนึ่งเพื่อให้เกิดความมั่นใจต่อประสิทธิภาพของกรดอะซิติกใน SF-FV ที่เตรียมขึ้นจึงทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน โดยเก็บตัวอย่างทุก 0 3 5 7 10 และ 14 วัน ผลการติดตามแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณกรดอะซิติกลดลงอย่างมากภายในระยะเวลา 3 วัน (จากเดิม 4.00% ลดเหลือ 2.88%) แต่หลังจากนั้นปริมาณกรดค่อนข้างจะคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นกรดของน้ำส้มสายชูถูกดูดซับเข้าไปในผลของสตรอเบอร์รี่ที่แช่นั่นเอง อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของกรดอะซิติกมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้ในการยับยั้งการเจริญของสปอร์ของเชื้อรา *B. cinerea* ได้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกและค่า pH ของSF-FV เมื่อเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน

Storage Time (d)	Acidity (%)	pH in SF-FV
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

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

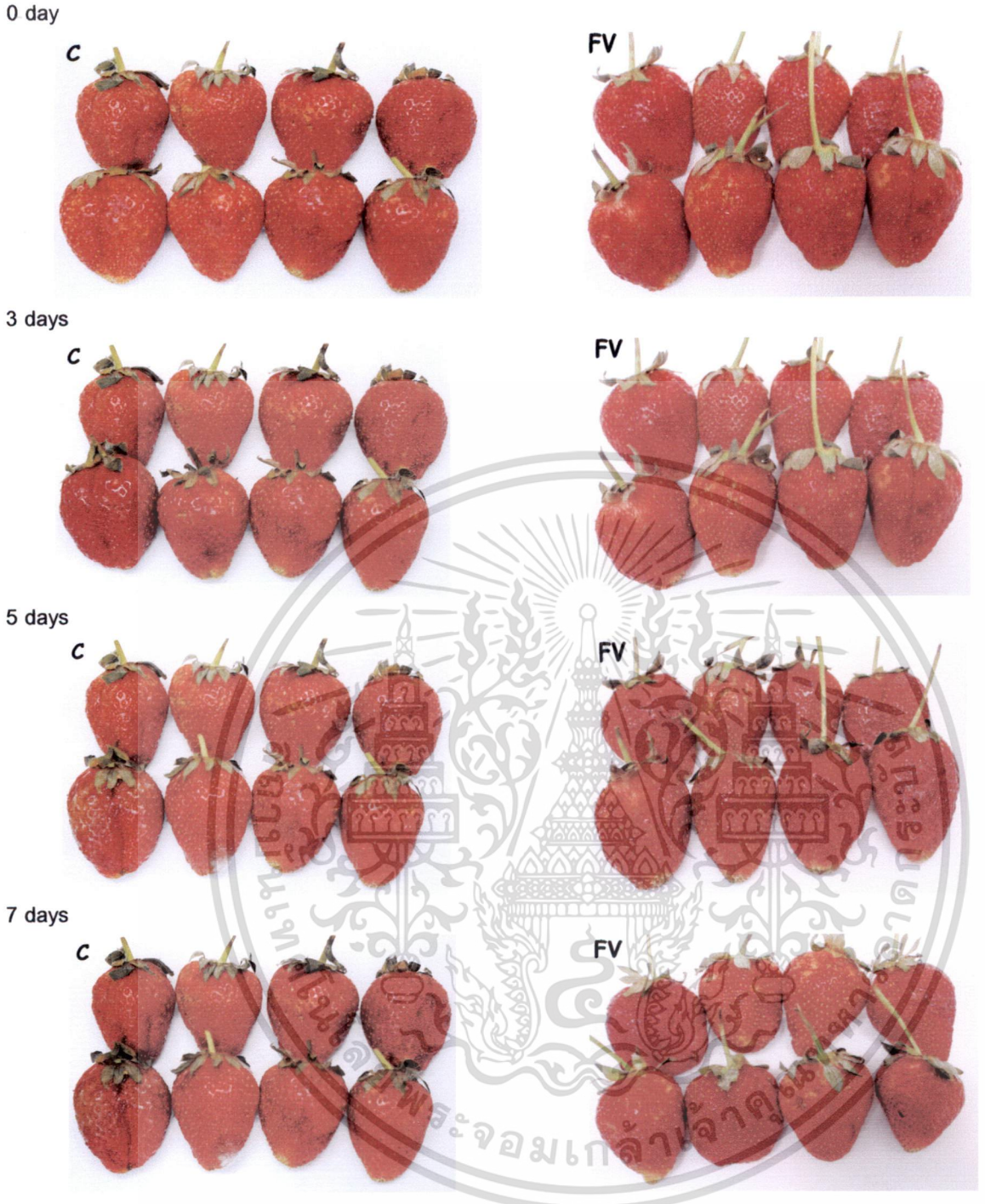
ผลของการสเปรย์ SF-FV บนผลสตรอเบอร์รี่สดเพื่อลดการเสื่อมเสียจาก *B. cinerea*

ผลของการสเปรย์ SF-FV บนผลสตรอเบอร์รี่สดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (แสดงในภาพที่ 2 และ 3) สตรอเบอร์รี่สดที่ผ่านการฉีดพ่นฝอย SF-FV สามารถสังเกตพบการเสื่อมเสียด้วยเชื้อรา *B. cinerea* ในวันที่ 9 ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ที่ไม่ผ่านการฉีดพ่นฝอย (ชุดควบคุม) สังเกตพบการเสื่อมเสียด้วยเชื้อรา *B. cinerea* ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาทั้งนี้ ลักษณะของการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดที่ได้รับและไม่ได้รับการสเปรย์ด้วย SF-FV แสดงในภาพที่ 2

เปอร์เซ็นต์ของการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดในทั้งสองสภาพที่ศึกษาแสดงในภาพที่ 3 พบว่า เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่ที่ได้รับการสเปรย์ด้วย SF-FV น้อยกว่าผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้รับการสเปรย์ถึงประมาณ 20% จากผลการทดลองที่ได้รับแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการสเปรย์บนผลสตรอเบอร์รี่สดด้วย SF-FV มีผลต่อการช่วยลดการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของผลสตรอเบอร์รี่สดลงได้ประมาณ 20% เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

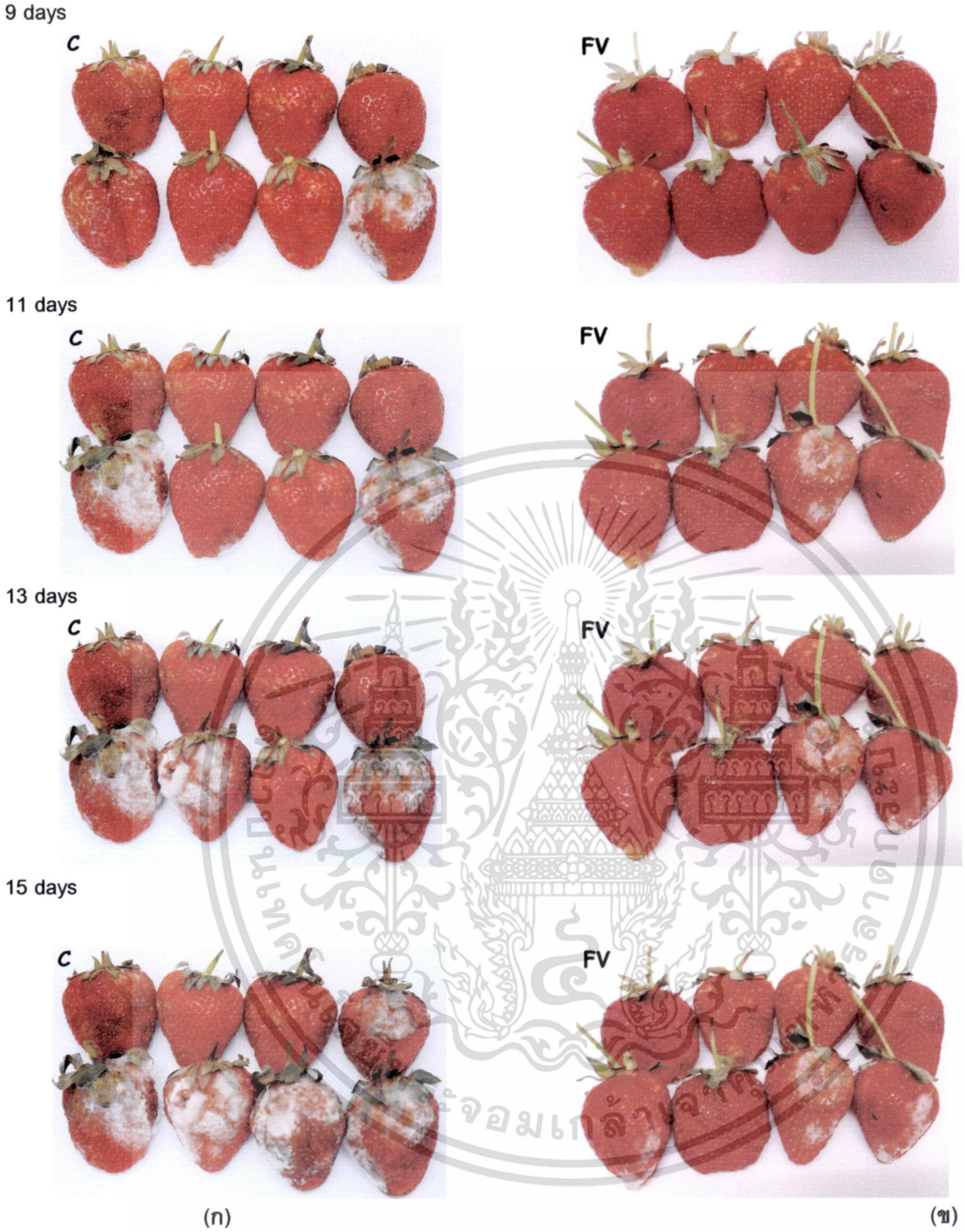
สำหรับผลการศึกษาด้านประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์และไม่สเปรย์ด้วย SF-FV ในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แสดงในตารางที่ 5 พบว่า การสเปรย์ด้วย SF-FV ในช่วงเริ่มต้นทำให้ผู้ทดสอบมีความยอมรับน้อยลงในด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมเมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้สเปรย์ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบยังสามารถได้กลิ่นน้ำส้มสายชู อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นผู้ทดสอบจะไม่สามารถจำแนกข้อบกพร่องดังกล่าวได้จึงให้การยอมรับใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



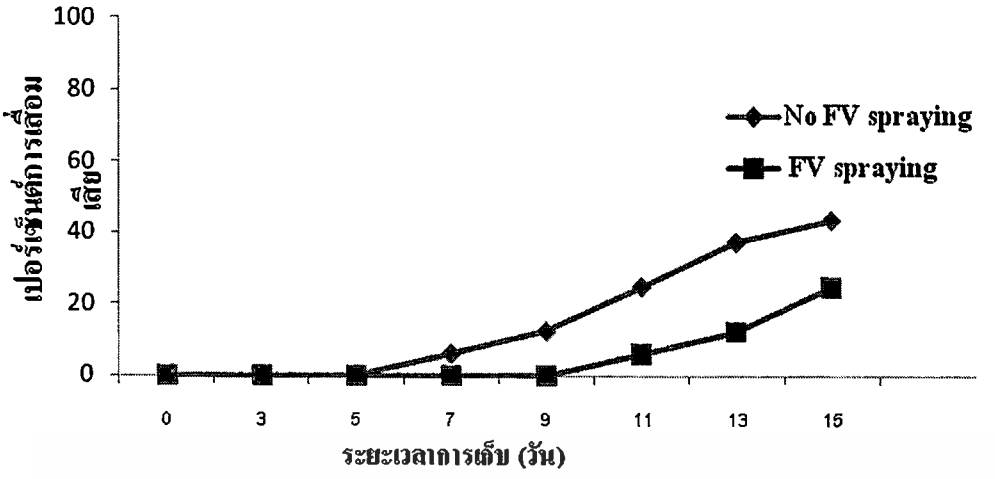
ภาพที่ 2 ลักษณะการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและสเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส: (ก) ชุดควบคุม, C; (ข) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่, FV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์และไม่สเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

ตารางที่ 5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและฉีดพ่นฝอยด้วย SF-FV ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

		Storage Time (days)							
Type		0	3	5	7	9	11	13	15
Color	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}
Odor	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}
Taste	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}
Texture	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}
Overall*	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}

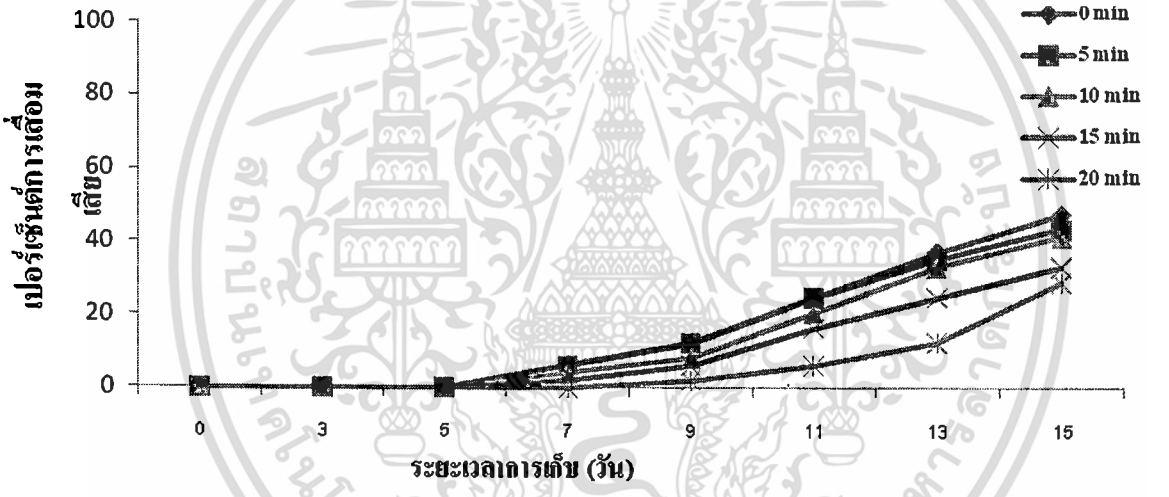
ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่กำกับด้วยอักษร a, b, c, d, f ตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT; ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกำกับด้วยอักษร A, B ตามแนวตั้งของแต่ละด้านประสาทสัมผัสที่เปรียบเทียบแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT; FV = สตรอเบอร์รี่ที่ฉีดพ่นฝอยด้วย SF-FV, C = สตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นฝอยด้วย SF-FV

* Overall = Overall acceptance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

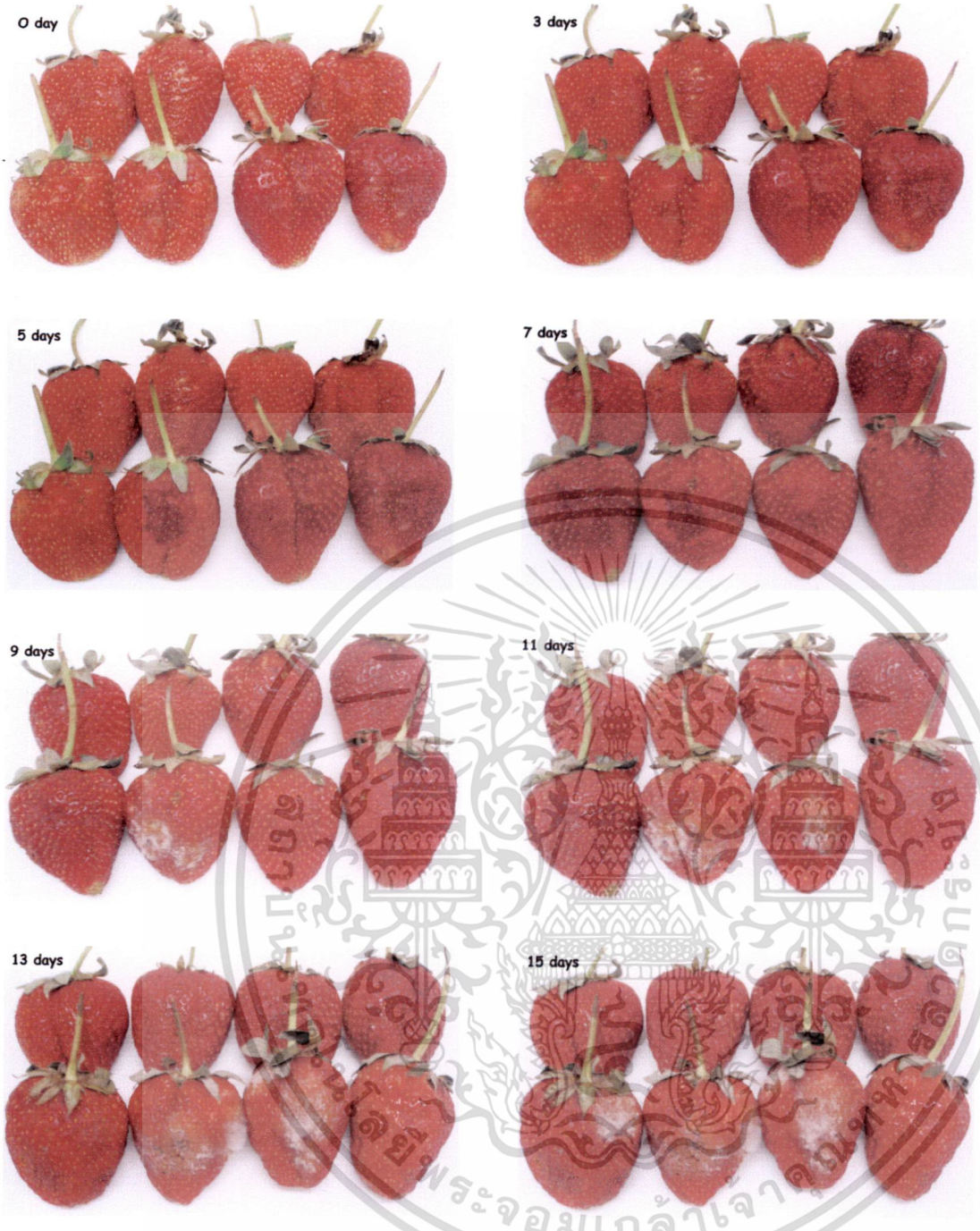
การใช้น้ำส้มสายชูหมักในการยืดอายุการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่สด: ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักบนผิวของสตรอเบอร์รี่สด

ในการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% (v/v) แก่สตรอเบอร์รี่ โดยกำหนดให้ระยะเวลาสัมผัสไอกรดระหว่าง 0 5 10 15 และ 20 นาที ในภาชนะปิดที่มีไอน้ำส้มสายชูหมัก ซึ่งเกิดจากการให้อากาศในน้ำส้มสายชูหมักด้วย ปั๊มที่ต่อกับตัวกรองอากาศ หลังจากนั้นนำสตรอเบอร์รี่มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลการทดลองที่ได้แสดงดังภาพที่ 4 และ 5 พบว่า ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่ที่รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% ที่เวลา 0 5 10 และ 15 นาที เริ่มแสดงการเสื่อมเสียจากเชื้อราเท่ากับ 6.25 6.25 4.10 และ 2.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนสตรอเบอร์รี่ที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักเป็นเวลา 20 นาที จะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียเท่ากับ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองการรมไอของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำแอ๊ปเปิ้ล น้ำส้มสายชูกลั่น และกรดน้ำส้ม ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการติดเชื้อและการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรค โนสบนผลมะละกอพันธุ์ฮาวายภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยสามารถลดการเน่าเสียบนผลมะละกอซึ่งคิดจากจำนวนจุดแผลที่เกิดขึ้นจาก 100% ไปเป็น 3.4 6.9 และ 10% ตามลำดับ (ตวงพร โรจนวงค์ และคณะ 2550)



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 การเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา *B. cinerea* ของสตรอเบอร์รี่สดที่รมไอน้ำส้มสายชูหมักความ เข้มข้น 10% เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Stadelbacher และ Aharoni (1971) ได้นำ Acetaldehyede (AA) มาใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวในระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถควบคุมโรคได้โดยไม่ทำให้พืชได้รับความเสียหาย โดยพบว่าการทดลองรมควันของ AA กับผลสตรอเบอร์รี่ที่ความเข้มข้น 1-8 เปอร์เซนต์ ในระยะเวลา 5-60 นาที สามารถการเน่าเสียจากเชื้อรา *B. cinerea* ในสตรอเบอร์รี่ได้ โดยไม่ทำให้เสียรสชาติ กลิ่น ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนไป

การใช้วิธีรมไอนั้น ไอน้ำส้มสายชูหมักซึ่งอยู่ในสถานะแก๊สจะผ่านเข้าเมมเบรนของสปอร์เชื้อราที่อยู่บนผิวผลไม้จึง ทำให้สามารถยับยั้งการทำงานของสปอร์เชื้อราได้ง่ายกว่าการจุ่ม (Sholberg และคณะ, 2000) ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกระยะเวลาการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% ที่ 20 นาที ซึ่งให้ผลในการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* ดีที่สุดมาใช้ เพื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

ในการศึกษาด้านประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่ที่รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% และที่ไม่ได้รมไอ (ชุดควบคุม) ในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่าการรมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% เป็นระยะเวลา 20 นาที ผู้ทดสอบให้การยอมรับใกล้เคียงกันกับชุดควบคุมโดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้คะแนนความชอบจะลดลงตามจำนวนวันที่เก็บรักษา ผลการทดลองที่ได้นับว่าเป็นข้อดีของการรมไอน้ำส้มสายชูหมัก เนื่องจากผู้ทดสอบไม่สามารถจำแนกทางด้านประสาทสัมผัสได้เมื่อเทียบกับการสเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักลงบนผิวของสตรอเบอร์รี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สดชุดควบคุมและที่ผ่านการรมไอน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10%เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน

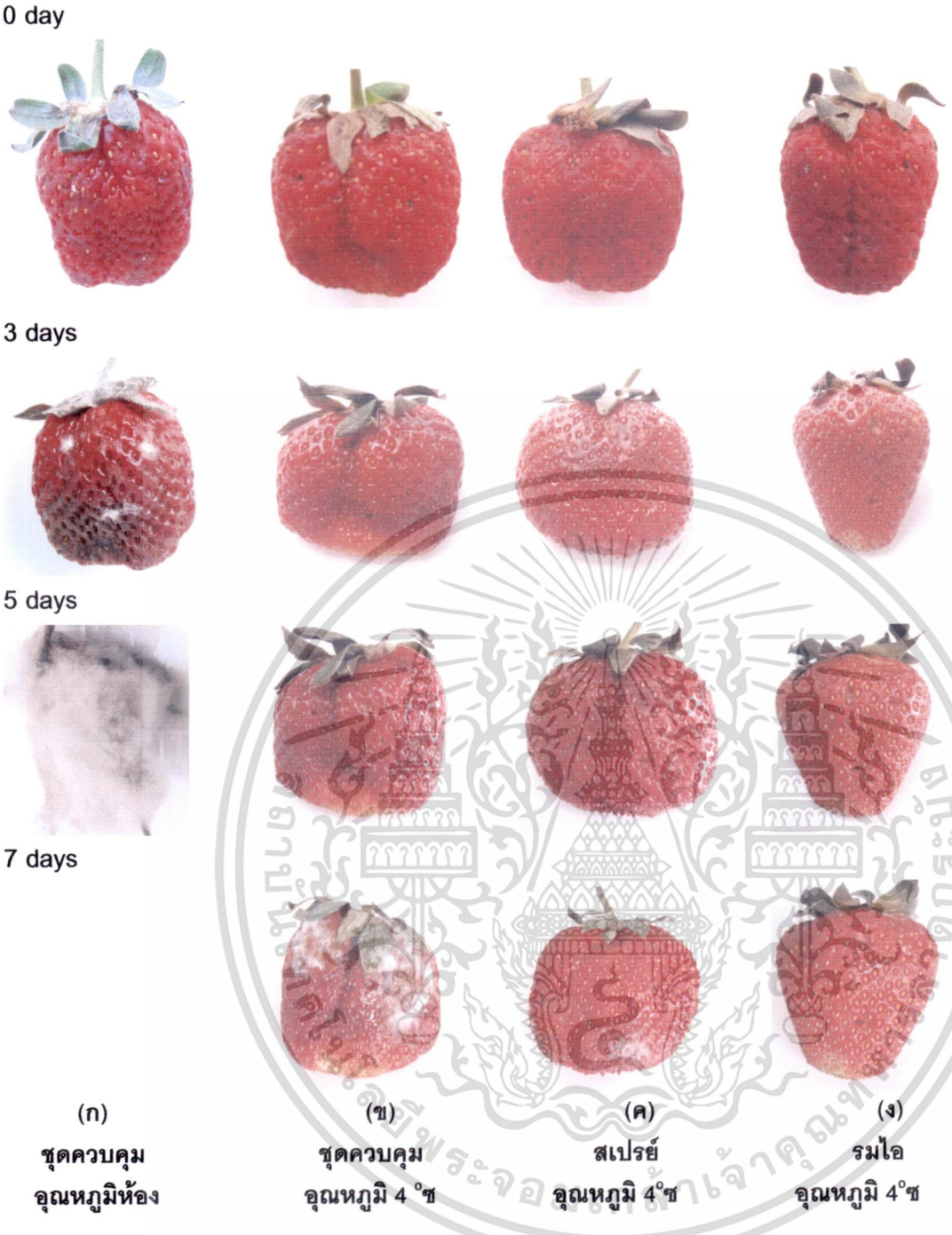
Storage Time	Color		Odor		Taste		Texture		Overall	
(days)	C	FU	C	FU	C	FU	C	FU	C	FU
0	4.67^{aA}	4.60^{aA}	4.67^{aA}	4.56^{aA}	4.50^{aA}	4.43^{aA}	4.66^{aA}	4.56^{aA}	4.73^{aA}	4.60^{aA}
3	4.50^{abA}	4.50^{bA}	4.50^{abA}	4.37^{bA}	4.50^{aA}	4.36^{aA}	4.60^{aA}	4.40^{aA}	4.47^{bA}	4.50^{aA}
5	4.40^{bA}	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^{eA}	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^{dcA}	3.23^{dA}	3.27^{dcA}	3.43^{fA}	3.63^{dA}
15	2.97^{fA}	3.07^{eA}	3.77^{fA}	3.63^{cA}	3.50^{dA}	3.53^{cA}	2.97^{eA}	3.03^{eA}	3.20^{gA}	3.33^{cA}

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

ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวของสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก

จากการปลูกถ่าย (Inoculate) เชื้อรา *B. cinerea* บนผิวสตรอเบอร์รี่เป็นจำนวน 3 จุด จากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง ทำการติดตามการเจริญของเชื้อรา พบว่า การรมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 20 นาที ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีที่สุด โดยเชื้อราจะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา รองลงมาคือ การฉีดพ่นฝอยด้วยน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ซึ่งจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (ดังภาพที่ 6) ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะไม่สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าระดับที่เหมาะสมเป็นการเร่งกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพของผลสตรอเบอร์รี่ เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538) การใช้สารยับยั้งเชื้อรา (Fungicides) จะใช้ได้ผลหรือไม่หรือมีประสิทธิภาพดีขึ้นก็ต่อเมื่อผลิตผลถูกเก็บรักษาในสภาพที่ปัจจัยต่าง ๆ เหมาะสม การใช้สารยับยั้งเชื้อราอาจจะไม่ได้ผลเมื่อผลิตผลถูกเก็บรักษาไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม (Fernandéz-Trujillo และคณะ, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง: (ก) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง; (ข) ชุดควบคุมเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส; (ค) สเปรย์ด้วยสารละลายน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่; (ง) รมไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูหมักต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* โดยอาศัยการแพร่ของกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar พบว่า ขนาดของโคโลนีจะมีความกว้างน้อยลงเมื่อให้ความเข้มข้นกรดของน้ำส้มสายชู หมักเพิ่มขึ้น โดยที่น้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นกรด 0.225% (v/v) ให้ผลในการยับยั้งเชื้อรา *B. cinerea* สูงสุด ทั้งนี้น้ำส้มสายชูหมักดังกล่าวมีค่า pH อยู่ที่ 3.99 ซึ่งเหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea*

การศึกษายืนยันการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ในอาหาร Potato Dextrose Broth ที่มีความเข้มข้น 0.20-0.30% (v/v) และบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า จำนวนสปอร์ลดลง 1 log cycle ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่เติมน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 0.20% และที่ความเข้มข้น 0.24% สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา *B. cinerea* ได้อย่างสมบูรณ์

ผลของการเตรียมน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Flavored-Fermented Vinegar; SF-FV) เพื่อลดผลกระทบด้านประสาทสัมผัสของกลิ่นน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า ปริมาณของสตรอเบอร์รี่ที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักมีผลโดยตรงต่อการยอมรับด้านกลิ่นมากที่สุด และเมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงกรดอะซิติกของน้ำส้มสายชูหมักที่แช่สตรอเบอร์รี่สด พบว่าปริมาณกรดอะซิติกลดลง อย่างมากภายในระยะ 3 วัน แต่หลังจากนั้นปริมาณกรดจะค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังนั้นจึงเลือกใช้ SF-FV ที่มีปริมาณสตรอเบอร์รี่ 20% ในน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น กรดอะ ซิติก 4% เนื่องจากผู้บริโภคให้ความยอมรับทางด้านกลิ่นมากที่สุด และความเข้มข้นของกรดอะซิติกเพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea*

ผลของการสเปรย์ SF-FV บนผิวของสตรอเบอร์รี่สด พบว่าสามารถลดการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดได้ถึง 20% เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้ผ่านการสเปรย์ด้วย SF-FV เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ส่วนผลการทดลองทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและความชอบรวมของผลสตรอเบอร์รี่สดที่สเปรย์และไม่สเปรย์ด้วย SF-FV พบว่า กลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักก่อให้เกิดผลกระทบต่อการยอบรับผลสตรอเบอร์รี่สด ภายหลังจากสเปรย์ SF-FV เสร็จสิ้น อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการยอมรับดังกล่าว ($P>0.05$) ผลสตรอเบอร์รี่ที่สเปรย์ด้วย SF-FV ได้รับการยอมรับด้านสีสูงกว่าผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้สเปรย์ด้วย SF-FV (ชุดควบคุม)

ผลของการรมไอน้ำส้มสายชูหมักแก่สตรอเบอร์รี่สด พบว่า การรมไอน้ำส้มสายชูหมัก ความเข้มข้น 10% โดยใช้เวลา 20 นาที จะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียเท่ากับ 2.10% ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ซึ่งสามารถลดการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่สดได้ถึง 20% เมื่อเปรียบเทียบกับสตรอเบอร์รี่สดที่ไม่ได้รมไอที่จะแสดงอาการเสื่อมเสีย (6.25%) ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาและเมื่อนำมาศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับใกล้เคียงกันกับชุดควบคุมโดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P\leq0.05$)

ผลของการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ที่ปลูกถ่ายบนผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า การรม ไอด้วยน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 20 นาที ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้ดีที่สุด โดยเชื้อราจะเริ่มแสดงอาการเสื่อมเสียในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา รองลงมาคือ การสเปรย์ด้วยน้ำส้มสายชูหมักกลิ่น สตรอเบอร์รี่ซึ่งจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ในขณะที่สตรอเบอร์รี่ชุดควบคุมจะเริ่มแสดงอาการในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ส่วนสตรอเบอร์รี่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะไม่สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *B. cinerea* ได้

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำส้มสายชูหมักมา ระยุกต์ใช้กับการเก็บรักษาผลสตรอ เบอร์รี่สด เพื่อลดการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่สดเนื่องจากเชื้อราโดยเฉพาะ *B. cinerea* ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนึ่งในงานวิจัยนี้พบว่าการรมไอน้ำส้มสายชูหมักเป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุดในการยับยั้งการ เจริญของเชื้อรา *B. cinerea* บนสตรอเบอร์รี่สด เมื่อเปรียบเทียบสเปรย์น้ำส้มสายชูหมัก แ ต่การนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมการสเปรย์น่าจะเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วกว่า แต่อาจจะหาปัจจัยอื่นที่มาลดผลกระทบเรื่องกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักในการ สเปรย์ได้ โดยเฉพาะการพัฒนาน้ำส้มสายชูหมักกลิ่นสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Flavored-Fermented Vinegar; SF-FV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

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

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 454 หน้า.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2543. สตรอเบอร์รี่พืชเศรษฐกิจใหม่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

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

ดนัย บุณยเกียรติ. 2549. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 200 หน้า.

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

ตวงพร โรจนวงศ์ โชคพิศิษฐ์ ชาญนันทพิพัฒน์ และวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา.2545. ผลของไอน้ำส้มสายชูต่อการลดการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ. ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา. มหาวิทยาลัยศิลปากร.นครปฐม.

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

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

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

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

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

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

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.

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

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สุมณฑา วัฒนสิทธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. 454 หน้า.

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

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

เอกชัย เชื่อนมณี. 2545. การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอร์รี่โดยใช้เอธิลไฮโซโธไซยาเนท. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

Bardin, M, J. Fargues and P.C. Nicot. 2008. Compatibility between biopesticides used to control grey mould, powdery mildew and whitefly on tomato. Biol.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.

Chambers, K.R. 1990. Benzyl alcohol as an inhibitor of the devlopment of *Botrytis cinerea* in vitro and in packed grapes durinag storage. Amer. J.Enol.Vit. 41: 265 – 268.

Fencl, Z. and J. Leopold. 1957. Mechanism of inhibition of acetic acid of the germination of spore of *Aspergillus niger*. Nature. **4(179-4566) : 922-926.**

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.

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 J. Plant Sci. 79(4) : 685-689.

Lim, B., H. Yun, S. Jeong and S. Cho. 2001. Inhibition of incidence of fungi in cold storage room by acetic acid. Korean J. Hort. Sci. Tech. 19: 170-173.

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

Jane, E. H. and D. Colin. 1982. The influence of berries infected with *Botrytis cinerea* on the enzymic breakdown of sulphited strawberries. Ann.Appl.Biol. 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. Biol.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. Int.J.Food Microbiol. 16: 261-267.

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

เอกสารนี้มีแจกจ่ายไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. Postharvest Biol.Tech. 13: 235–243.

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

Sholberg, P., P. Haag, R. Hocking and K. Bedford. 2000. The use of vinegar vapor to reduce post harvest decay of harvests 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 Biol.Tech. 32 : 89-98.

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

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 Biol.Tech. 26: 49-58.

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

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

Tournas, V.H. and E. Katsoudas. 2005. Mould and yeast flora in fresh berries grapes and citrus fruits. Int.J. Food Microbiol. 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 Biol.Tech. 47: 434-437.

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 Biol.Tech. 27: 255-264.

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.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้