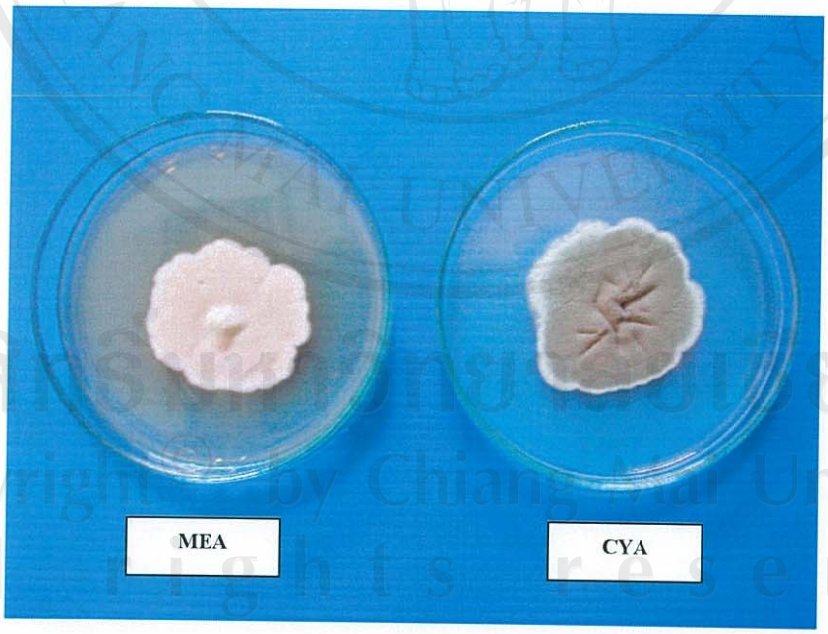
บทที่ 4
ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของกรดอะซิติก กรดเปอร์อะซิติก และเกลืออะซิเตทต่อการยับยั้งเชื้อโรคราเขียว

1.1 การแยกเชื้อสาเหตุโรคราเขียว

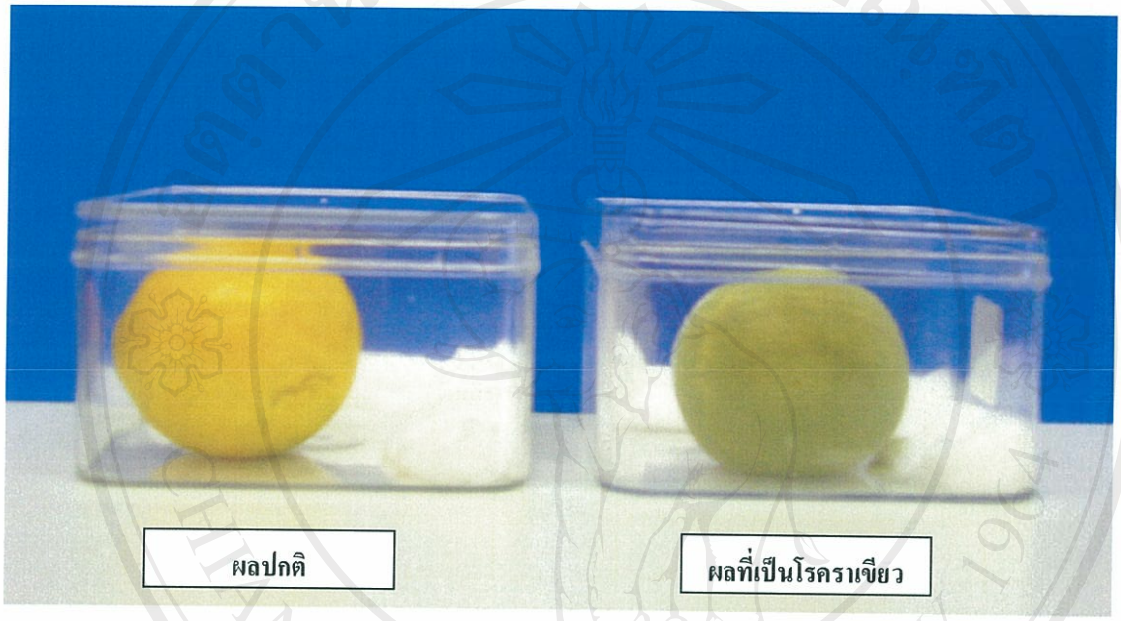
ลักษณะเชื้อราที่แยกจากผลส้มสายน้ำผึ้งที่เป็นโรคราเขียวเมื่อนำมาเลี้ยงบนอาหาร Malt Extract Agar (MEA) และ Czapek Yeast Extract Agar (CYA) ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 วัน ลักษณะของโคโลนีเมื่อเลี้ยงบนอาหาร MEA จะมีสีขาวครีมในระยะแรกและจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเขียวถึงเขียวมะกอกในภายหลัง โคโลนีแบนขอบโคโลนีเรียบ ส่วนลักษณะของโคโลนีเมื่อเลี้ยงบนอาหาร CYA จะมีสีเขียวมะกอกเข้มกว่าเมื่อเลี้ยงบนอาหาร MEA ผิวหน้ามีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ ขอบโคโลนีมีสีขาว ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อราเขียวอายุ 10 วัน บนอาหาร Malt Extract Agar (MEA) และ Czapek Yeast Extract Agar (CYA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

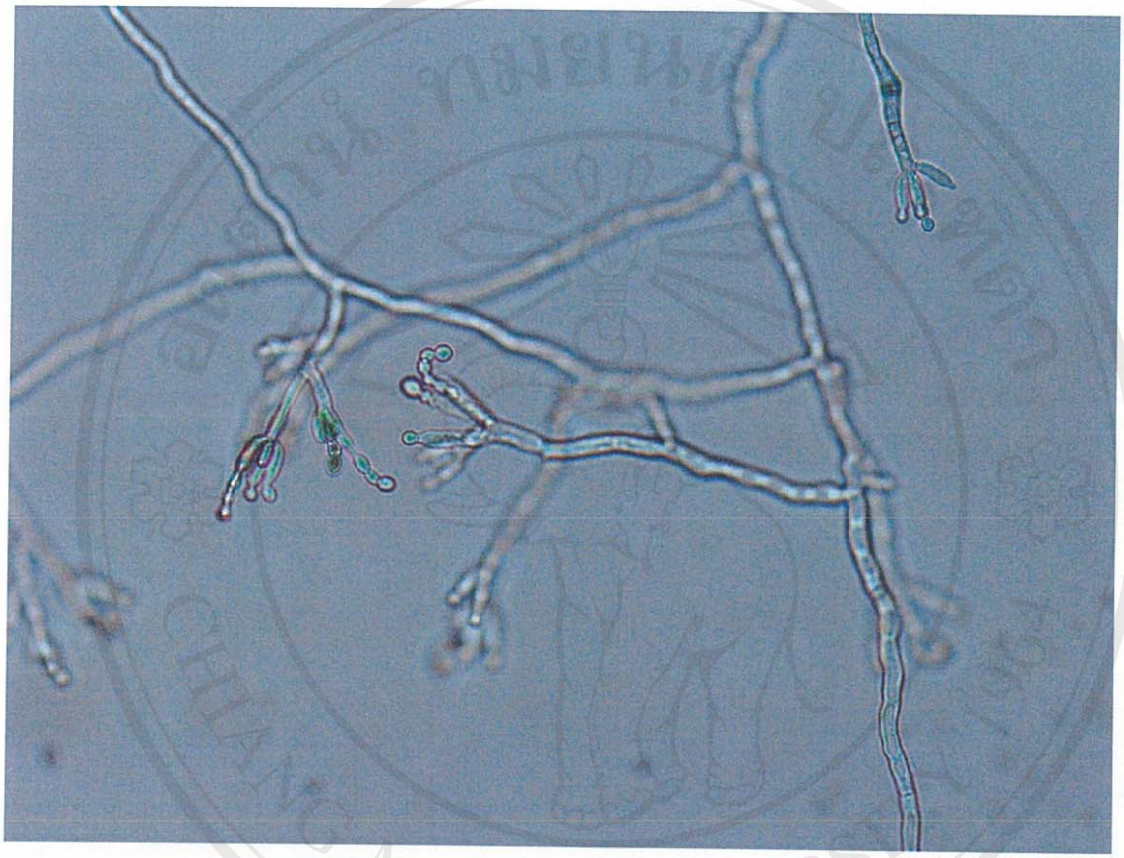
เมื่อทดสอบความสามารถในการก่อโรคบนส้มสายน้ำผึ้งพบว่า เชื้อราที่แยกได้สามารถทำให้ส้มเป็นโรคราเขียว โดยอาการบนผลส้มในระยะแรกแผลจะเป็นจุดฉ่ำน้ำ ต่อมาจะปรากฏเส้นใยสีขาวจากบริเวณกลางแผล เมื่อแผลขยายใหญ่ขึ้นเส้นใยของเชื้อราจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวขึ้นปกคลุมรอบผลส้มดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 ลักษณะของผลส้มสายน้ำผึ้งสภาพผลปกติและผลที่เป็นโรคราเขียว

เมื่อนำเส้นใยของเชื้อราบริเวณขอบโคโลนีอายุ 10 วัน จากอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA มาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย กำลังขยาย 200 เท่า พบว่าเป็นเชื้อรา *Penicillium digitatum* ลักษณะเส้นใยของเชื้อราเขียวแตกกิ่งก้าน 2 - 3 กิ่ง ก้านชูสปอร์สั้น สปอร์มีรูปร่างกลมหรือทรงไข่ ดังภาพ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 5 ลักษณะของเชื้อราเขียวเมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (กำลังขยาย 200 เท่า)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 ผลของสารปลอดภัยที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อราเขียวในอาหารเลี้ยงเชื้อ

จากการทดลองเมื่อนำสารปลอดภัยความเข้มข้นต่างๆ ทั้งหมด 5 ชนิด มาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. digitatum* โดยเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร MEA ที่ผสมสารปลอดภัยแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน เมื่อวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของโคโลนีเชื้อราเขียวได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 คือ ความเข้มข้นต่ำสุดของกรดอะซิติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา คือ 0.5% (ภาพ 6) ความเข้มข้นต่ำสุดของกรดเปอร์อะซิติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา คือ 0.1% (ภาพ 7) ความเข้มข้นต่ำสุดของเกลือโซเดียมอะซิเตทและโปแตสเซียมอะซิเตทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา คือ 7% (ภาพ 8 และ 9) และความเข้มข้นต่ำสุดของเกลือแอมโมเนียมอะซิเตทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ คือ 3% (ภาพ 10)

ตาราง 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของโคโลนีเชื้อรา *Penicillium digitatum* เมื่อเลี้ยงบนอาหาร Malt Extract Agar (MEA) ที่ผสมสารปลอดภัยความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 วัน

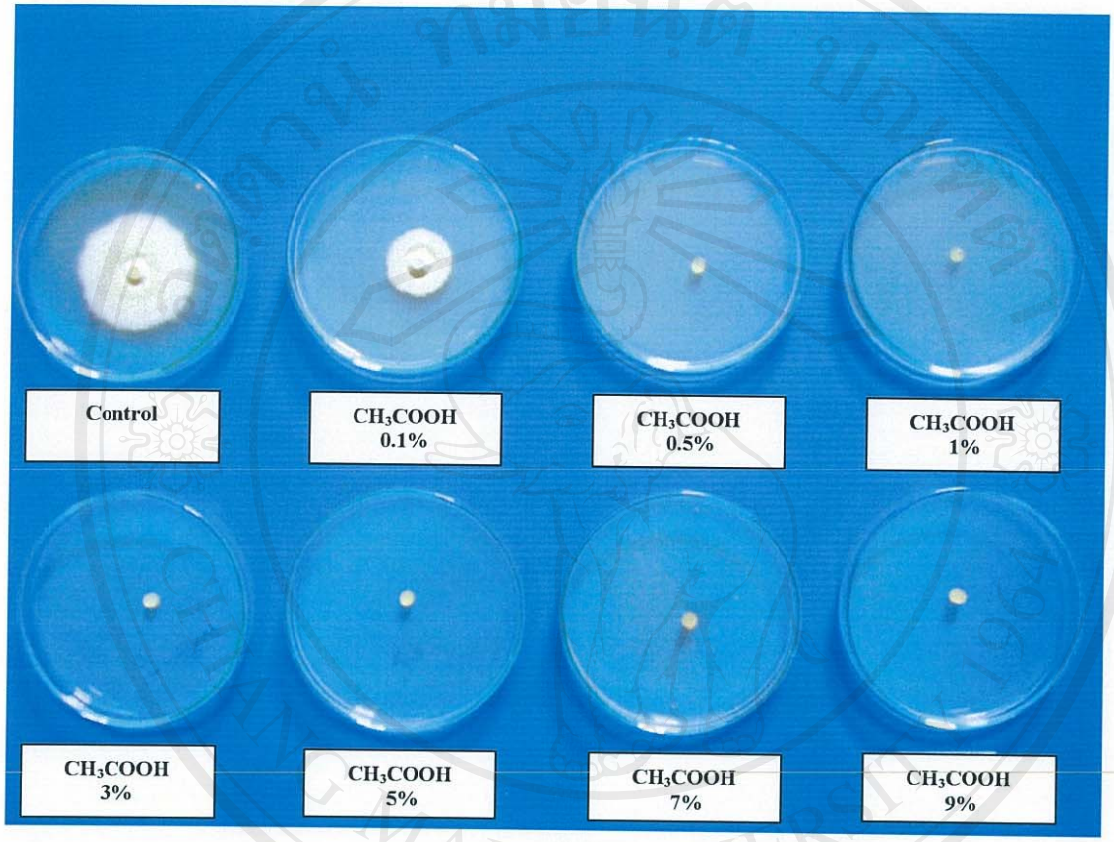
สารปลอดภัย	เส้นผ่าศูนย์กลางของเชื้อ *Penicillium digitatum* (cm)[1]						
	0.1[2]	0.5[2]	1[2]	3[2]	5[2]	7[2]	9[2]
CH_3COOH	2.5 d[3]	0.5 e	0.5 e	0.5 d	0.5 c	0.5 b	0.5 b
CH_3COOOH	0.5 e	0.5 e	0.5 e	0.5 d	0.5 c	0.5 b	0.5 b
CH_3COONa	4.4 b	2.8 c	2.5 b	1.3 b	0.7 b	0.5 b	0.5 b
CH_3COOK	4.3 bc	3.6 b	2.2 c	1.0 c	0.7 b	0.5 b	0.5 b
CH_3COONH_4	4.2 c	2.2 d	1.6 d	0.5 d	0.5 c	0.5 b	0.5 b
CONTROL	5.2 a	5.2 a	5.2 a	5.2 a	5.2 a	5.2 a	5.2 a
% CV	3.84	15.96	11.31	9.32	8.15	7.82	7.82
LSD (0.05)	0.16	0.43	0.25	0.13	0.10	0.09	0.09

หมายเหตุ : 1 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *Penicillium digitatum* จาก 5 จานทดลอง

2 ความเข้มข้นของสารปลอดภัยความเข้มข้นต่างๆ (%) ที่ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA

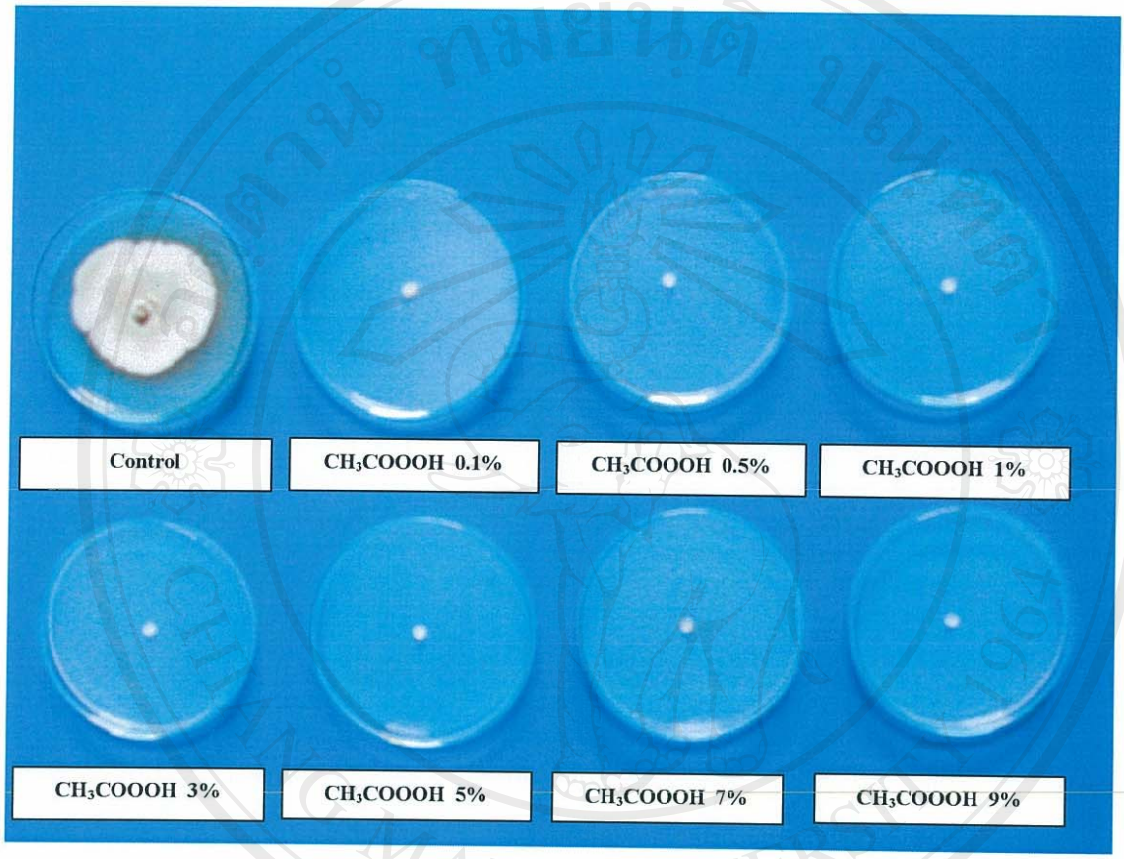
3 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 6 ผลของกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของ *P. digitatum* บนอาหาร Malt Extract Agar (MEA) ในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 7 ผลของกรดเปอร์อะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของ *P. digitatum* บนอาหาร MEA ในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยง

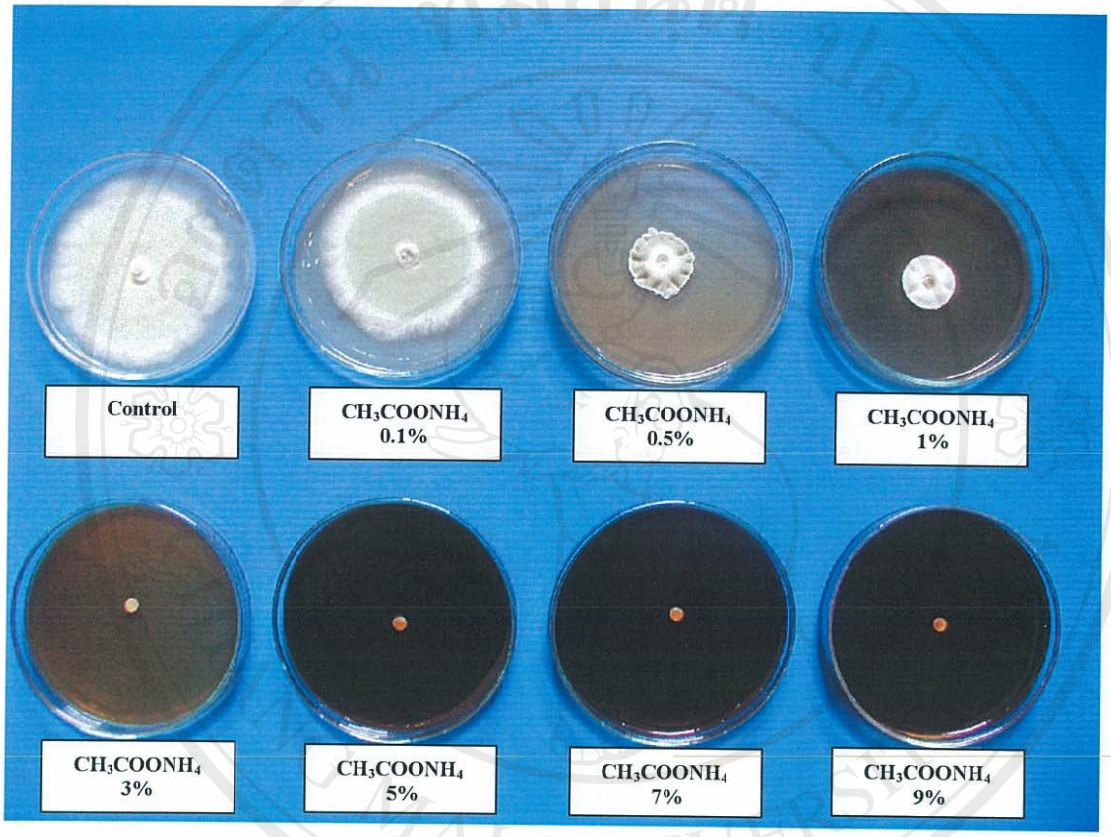
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 8 ผลของเกลือโซเดียมอะซิเตทที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของ *P. digitatum* บนอาหาร MEA ในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 9 ผลของเกลือโปแตสเซียมอะซิเตทที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของ *P. digitatum* บนอาหาร MEA ในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 10 ผลของเกลือแอมโมเนียมอะซิเตทที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของ *P. digitatum* บนอาหาร MEA ในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 ผลของสารที่คัดเลือกต่อการควบคุมการเกิดโรคราเขียวบนผลส้มสายน้ำผึ้ง

1.3.1 การทดสอบความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการควบคุมโรคบนผลส้มสายน้ำผึ้ง

เมื่อนำสารปลอดภัยซึ่งคัดเลือกจากการทดลองที่ 1.2 คือ กรดอะซิติก กรดเปอร์อะซิติก เกลือโซเดียมอะซิเตท เกลือโปแตสเซียมอะซิเตทและเกลือแอมโมเนียมอะซิเตท มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราเขียวบนผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยปลูกเชื้อรา *P. digitatum* แล้วจุ่มในสารปลอดภัยแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที บันทึกผลโดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของแผลบนผลส้มอายุ 5 วัน พบว่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดอะซิติกที่สามารถยับยั้งการเกิดโรคราเขียวได้ คือ 4% (ภาพ 11) ความเข้มข้นต่ำสุดของกรดเปอร์อะซิติกที่สามารถยับยั้งการเกิดโรคราเขียวได้ คือ 0.3% (ภาพ 12) ส่วนเกลือโซเดียมอะซิเตท เกลือโปแตสเซียมอะซิเตทและเกลือแอมโมเนียมอะซิเตทความเข้มข้นตั้งแต่ 1 - 15% ไม่สามารถยับยั้งการเกิดโรคราเขียวได้ (ภาพ 13 - 15) ดังแสดงในตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของแผลอายุ 5 วัน ของผลส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการปลูกเชื้อ *P. digitatum* และจุ่มสารปลอดภัยแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที

สารปลอดภัย	เส้นผ่าศูนย์กลางของแผล (cm)[1]
0.1% CH_3COOH	6.2 ab[2]
0.5% CH_3COOH	6.5 a
1% CH_3COOH	6.0 ab
2% CH_3COOH	6.7 a
3% CH_3COOH	3.6 gh
4% CH_3COOH	0 m
5% CH_3COOH	0 m
0.01% CH_3COOOH	6.5 a
0.05% CH_3COOOH	6.7 a
0.1% CH_3COOOH	6.3 ab
0.3% CH_3COOOH	0 m
0.5% CH_3COOOH	0 m
1% CH_3COOOH	0 m
3% CH_3COOOH	0 m
5% CH_3COOOH	0 m
1% CH_3COONa	4.6 def
3% CH_3COONa	3.4 ghi
5% CH_3COONa	4.2 efg
7% CH_3COONa	4.6 def
9% CH_3COONa	4.0 fg
11% CH_3COONa	2.6 ijkl
13% CH_3COONa	4.0 efg
15% CH_3COONa	2.9 hijk

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

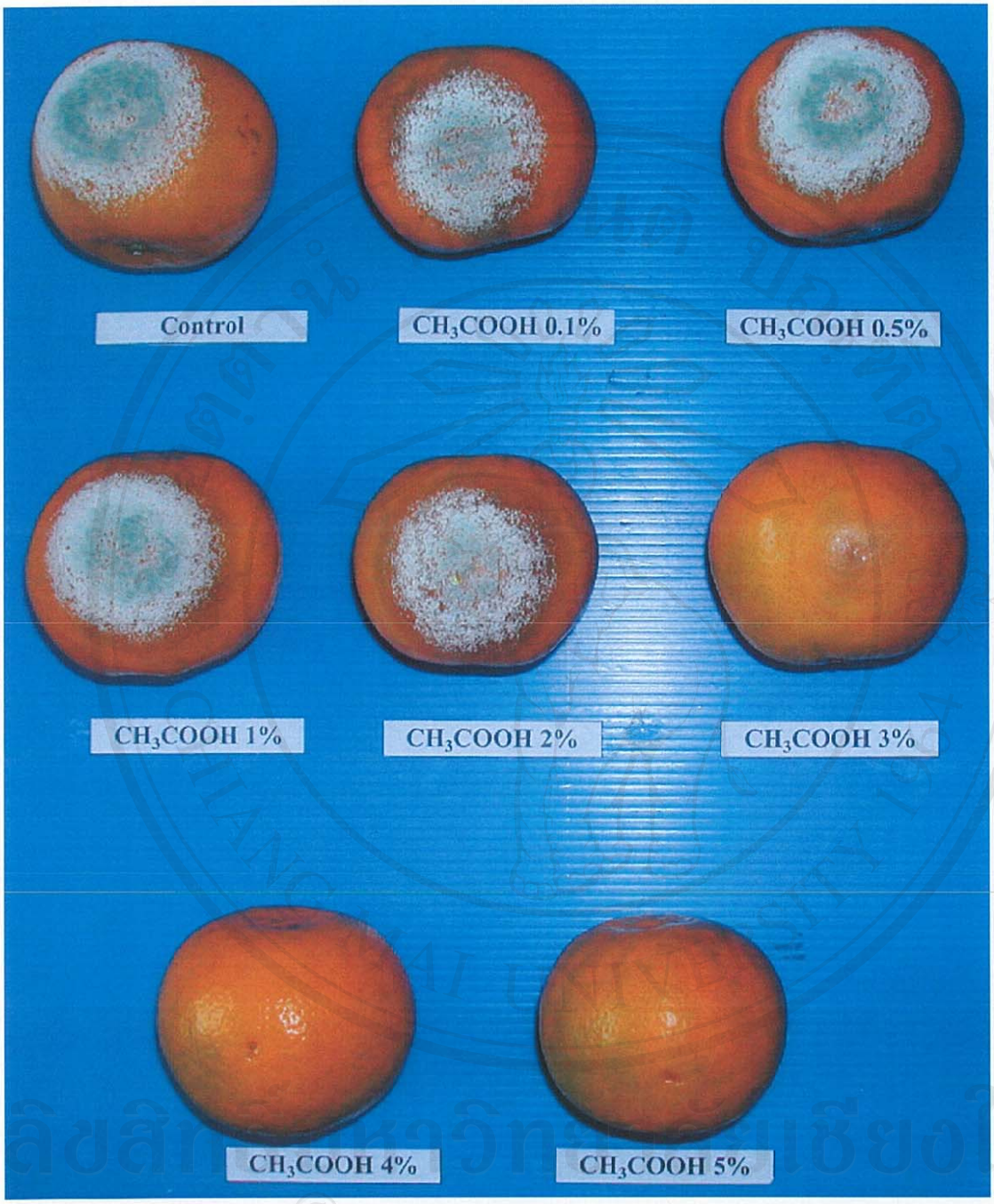
ตาราง 2 (ต่อ) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของแผลอายุ 5 วัน ของผลส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการปลูกเชื้อ *P. digitatum* และจุ่มสารปลอดภัยแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 นาที

สารปลอดภัย	เส้นผ่าศูนย์กลางของแผล (cm)[1]
1% CH_3COOK	5.6 bc
3% CH_3COOK	5.1 cd
5% CH_3COOK	4.6 def
7% CH_3COOK	5.6 bc
9% CH_3COOK	4.2 efg
11% CH_3COOK	3.9 fg
13% CH_3COOK	4.9 cde
15% CH_3COOK	2.5 jkl
1% CH_3COONH_4	4.2 efg
3% CH_3COONH_4	4.2 efg
5% CH_3COONH_4	3.5 gh
7% CH_3COONH_4	3.6 gh
9% CH_3COONH_4	3.9 fg
11% CH_3COONH_4	1.7 l
13% CH_3COONH_4	3.0 hij
15% CH_3COONH_4	2.1 kl
CONTROL	6.7 a
LSD (0.05)	0.89
% CV	19.31

หมายเหตุ : 1 ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

2 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

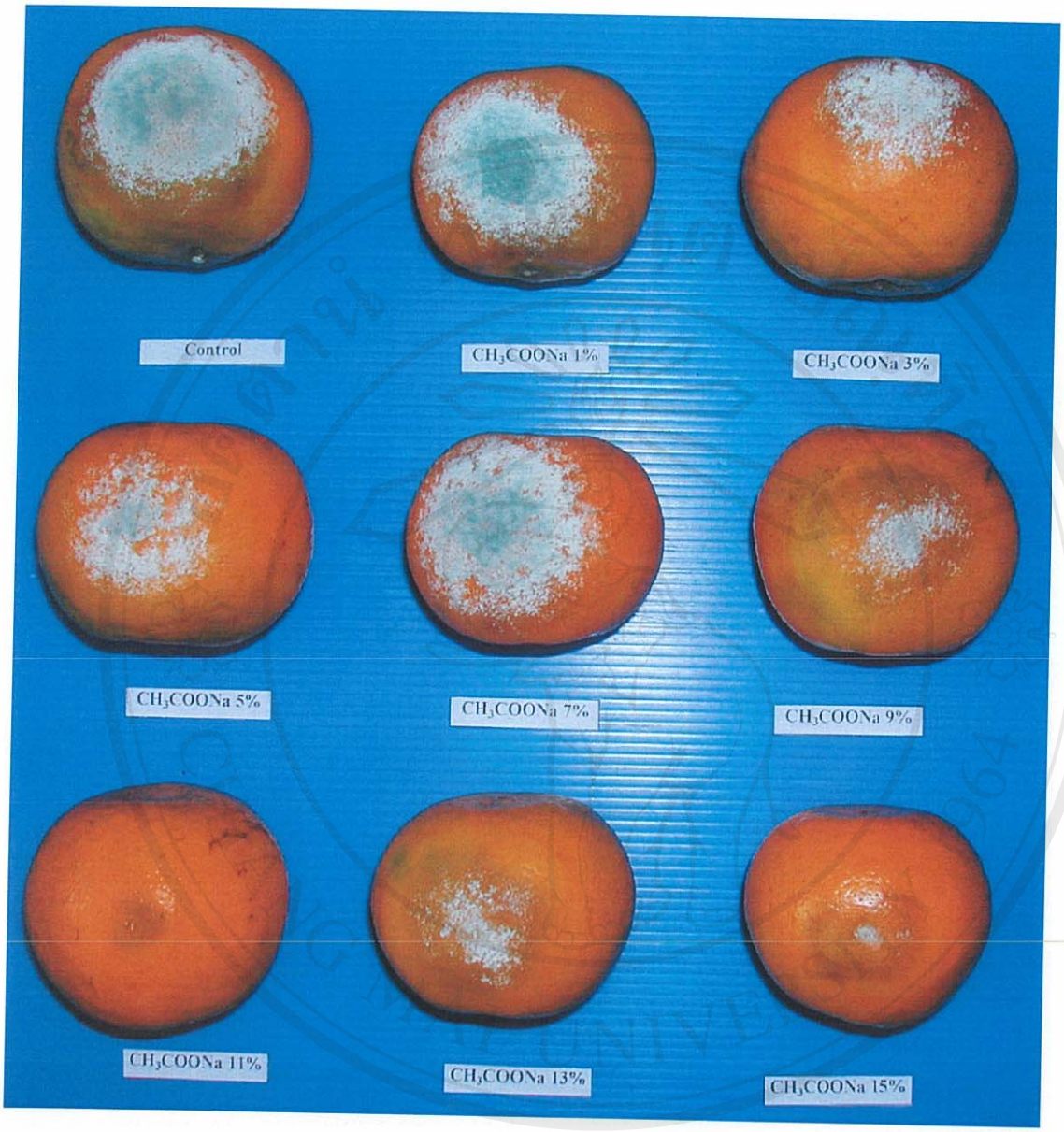


ภาพ 11 ผลของกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการควบคุมโรคราเขียวบนส้มสายน้ำผึ้ง หลังจากปลูกเชื้อ *P. digitatum* และจุ่มกรดอะซิติกเป็นเวลา 5 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

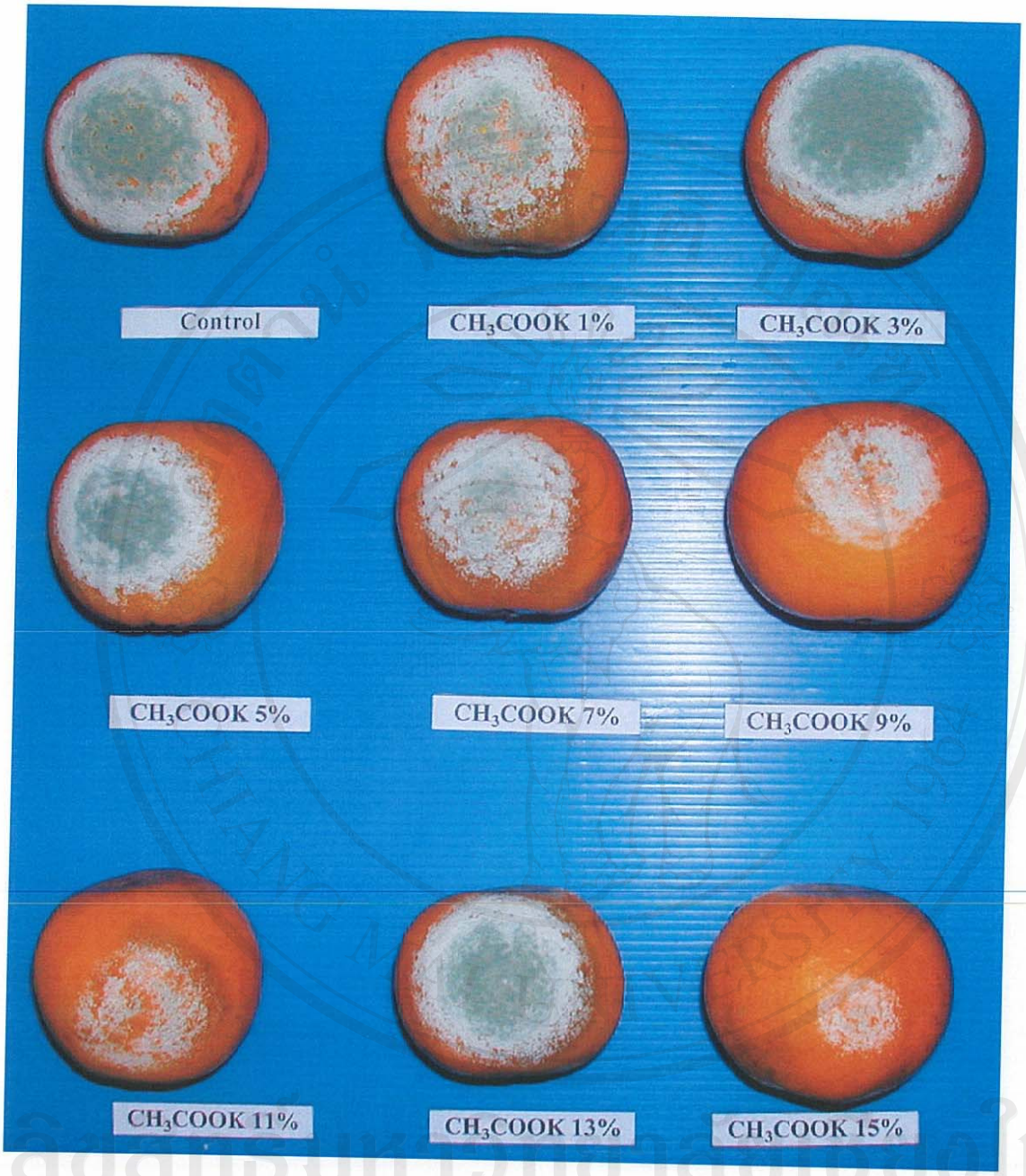
ภาพ 12 ผลของกรดเปอร์อะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการควบคุมโรคราเขียวบนส้มสายน้ำผึ้ง หลังจากปลูกเชื้อ *P.digitatum* และจุ่มกรดเปอร์อะซิติกเป็นเวลา 5 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 13 ผลของเกลือโซเดียมอะซิเตทที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการควบคุมโรคราเขียวบนส้มสายน้ำผึ้ง หลังจากปลูกเชื้อ *P. digitatum* และจุ่มเกลือโซเดียมอะซิเตทเป็นเวลา 5 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 14 ผลของเกลือโปแตสเซียมอะซิเตทที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการควบคุมโรคราเขียวบนส้มสายน้ำผึ้ง หลังจากปลูกเชื้อ *P. digitatum* และจุ่มเกลือโปแตสเซียมอะซิเตทเป็นเวลา 5 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 15 ผลของเกลือแอมโมเนียมอะซิเตทที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการควบคุมโรคราเขียวบนส้มสายน้ำผึ้งหลังจากปลูกเชื้อ *P. digitatum* และจุ่มเกลือแอมโมเนียมอะซิเตทเป็นเวลา 5 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.2 การทดสอบเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มสารปลอดภัยต่อการเกิดโรคราเขียวบนผลส้มสายน้ำผึ้ง

เมื่อนำผลส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการปลูกเชื้อราเขียวมาจุ่มในสารปลอดภัยซึ่งคัดเลือกจากการทดลองที่ 1.3.1 คือ กรดอะซิติกความเข้มข้น 4% และกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% โดยจุ่มที่ระยะเวลาต่างๆ คือ 1, 3 และ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ในสภาพความชื้นสูงที่อุณหภูมิห้อง (25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน เมื่อทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของแผลพบว่า เวลาน้อยที่สุดในการจุ่มกรดอะซิติกความเข้มข้น 4% ที่สามารถยับยั้งการเกิดโรคราเขียวได้คือ 5 นาที ในขณะที่เวลาน้อยที่สุดในการจุ่มกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% ที่สามารถยับยั้งการเกิดโรคราเขียวได้คือ 3 นาที (ตาราง 3)

ตาราง 3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของแผลอายุ 5 วัน ของผลส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการปลูกเชื้อ *P. digitatum* และจุ่มกรดอะซิติกความเข้มข้น 4% (v/v) และจุ่มกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% (v/v) ที่เวลา 1, 3 และ 5 นาที

การทดลอง	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผล (cm)[1]
ชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที)	6.10 a[2]
จุ่ม 4% CH_3COOH 1 นาที	5.64 a
จุ่ม 4% CH_3COOH 3 นาที	3.28 b
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที	0 c
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 1 นาที	3.84 b
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที	0 c
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 5 นาที	0 c
% CV	28.91
LSD (0.05)	1.01

หมายเหตุ : 1 ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

2 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.3 การทดสอบผลของสารต่อคุณภาพของผลส้มสายน้ำผึ้ง

นำผลจากการทดลองที่ 1.3.2 คือ การจุ่มกรดอะซิติกความเข้มข้น 4% เป็นเวลา 5 นาที และการจุ่มกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% เป็นเวลา 3 นาที มาศึกษาผลของสารต่อคุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีบางอย่างของส้มสายน้ำผึ้ง พบว่า การจุ่มกรดอะซิติกหรือจุ่มกรดเปอร์อะซิติกไม่ทำให้ค่าสีผิวเปลือกส้ม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) แตกต่างจากชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที) ดังนี้

ค่าสีผิวเปลือกส้ม

การวัดค่าสีผิวเปลือกส้มวัดด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที) ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสีผิวเปลือกส้มสายน้ำผึ้งที่จุ่มกรดอะซิติกความเข้มข้น 4% เป็นเวลา 5 นาที และจุ่มกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% เป็นเวลา 3 นาที

การทดลอง	L*[1]	a*[1]	b*[1]
ชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที)	61.96 a[2]	66.62 a	66.03 a
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที	61.78 a	65.60 a	65.55 a
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที	61.88 a	65.52 a	65.09 a
% CV	2.18	3.36	3.43
LSD (0.05)	0.69	1.13	1.15

หมายเหตุ :1 ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ โดยค่า L* = The lightness factor (value), a*, b* = The chromaticity coordinates (hue)

2 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

TSS, TA และ TSS/TA

การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) ของน้ำคั้นจากส้มสายน้ำผึ้งพบว่า ค่า TSS, TA และ TSS/TA ของน้ำคั้นส้มสายน้ำผึ้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที) ดังข้อมูลในตาราง 5

ตาราง 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) ของน้ำคั้นส้มสายน้ำผึ้งที่จุ่มกรดอะซิติกและจุ่มกรดเปอร์อะซิติก

การทดลอง	TSS (%)[1]	TA (%)[1]	TSS/TA[1]
ชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที)	13.87 a[2]	0.44 a	33.55 a
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที	13.90 a	0.49 a	29.56 a
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที	14.01 a	0.49 a	29.31 a
% CV	7.17	17.32	17.53
LSD (0.05)	0.51	0.04	2.74

หมายเหตุ :1 ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

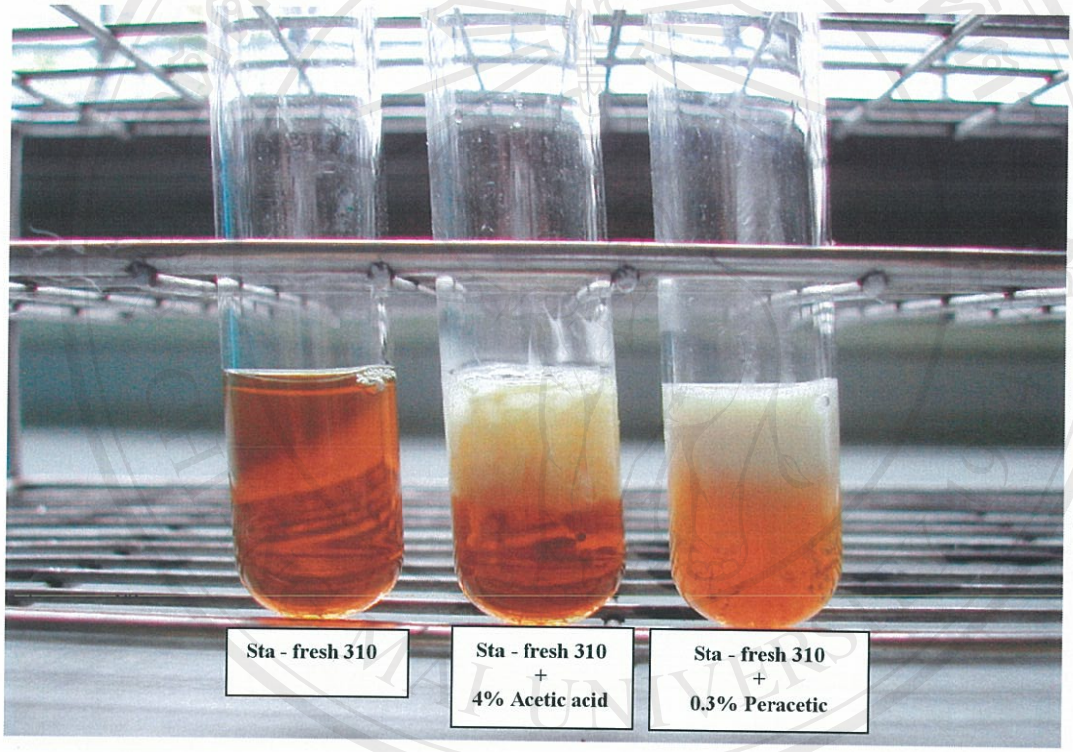
2 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้สารปลอดภัยร่วมกับสารเคลือบผิวในการควบคุมโรคราเขียวของส้มสายน้ำผึ้ง

2.1 ความสามารถในการรวมตัวของสารที่คัดเลือกกับสารเคลือบผิว

เมื่อนำสารที่คัดเลือกจากการทดลองที่ 1 คือ กรดอะซิติกความเข้มข้น 4% และกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% มาผสมกับสารเคลือบผิว Sta-fresh 310 พบว่า กรดทั้งสองชนิดไม่สามารถรวมกับสารเคลือบผิวเป็นเนื้อเดียวกันได้ ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพ 16 การผสมกรดอะซิติกความเข้มข้น 4% และกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% กับสารเคลือบผิว Sta-fresh 310

ดังนั้นการใช้กรดอะซิติกหรือกรดเปอร์อะซิติกร่วมกับสารเคลือบผิว Sta-fresh 310 เพื่อควบคุมโรคราเขียวของส้มสายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับการทดลองต่อไป จึงทำได้โดยการจุ่มส้มสายน้ำผึ้งในกรดอะซิติกความเข้มข้น 4% เป็นเวลา 5 นาที หรือจุ่มส้มสายน้ำผึ้งในกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 0.3% เป็นเวลา 3 นาที ก่อนนำมาเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Sta-fresh 310

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การใช้สารปลอดภัยร่วมกับสารเคลือบผิว

2.2.1 การควบคุมโรค

เมื่อนำผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ผ่านการปลูกเชื้อ *P. digitatum* มาควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ พบว่า การจุ่มกรดอะซิติก กรดเปอร์อะซิติก กรดอะซิติกหรือกรดเปอร์อะซิติกและเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310 สามารถยับยั้งการเกิดโรคราเขียวได้ดีกว่าการใช้สารเคลือบผิว Sta-fresh 310 หรือ Carnauba เพียงอย่างเดียว (ตาราง 6)

ตาราง 6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผลอายุ 4 วัน ของส้มสายน้ำผึ้งที่ปลูกเชื้อ *P. digitatum* และควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

การทดลอง	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผล (cm)[1]
ชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที)	4.82 a[2]
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที	0 d
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที	0 d
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที และเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310	0 d
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที และเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310	0 d
ชุดควบคุม (เคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310)	4.1 b
ชุดควบคุม (เคลือบผิวด้วย Carnauba)	3.1 c
% CV	18.50
LSD (0.05)	0.41

หมายเหตุ :1 ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

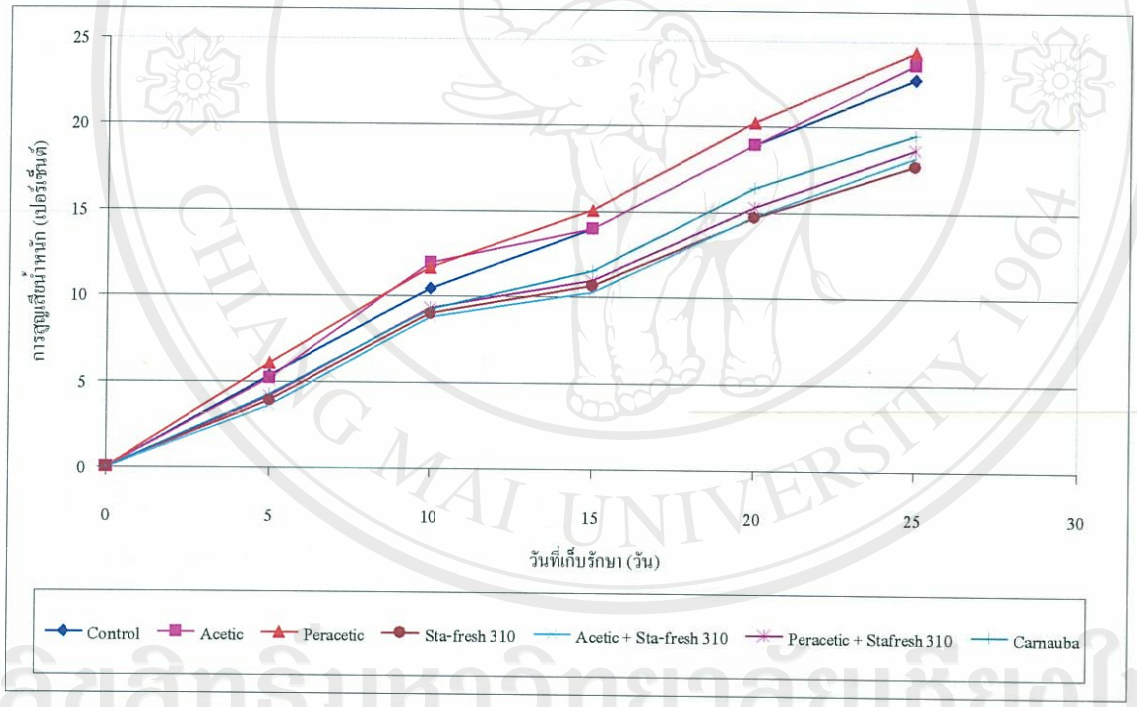
2 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง

1. การสูญเสียน้ำหนัก

การศึกษาการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งในแต่ละกรรมวิธีพบว่า ทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลส้มกลุ่มที่ไม่มีการเคลือบผิวจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลส้มกลุ่มที่มีการเคลือบผิว ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในวันที่ 25 ของการเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) ของผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิวมีค่าอยู่ระหว่าง 17.72 - 19.56 % ในขณะที่ผลส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว มีค่าอยู่ระหว่าง 22.76 - 24.35 % ดังภาพ 16

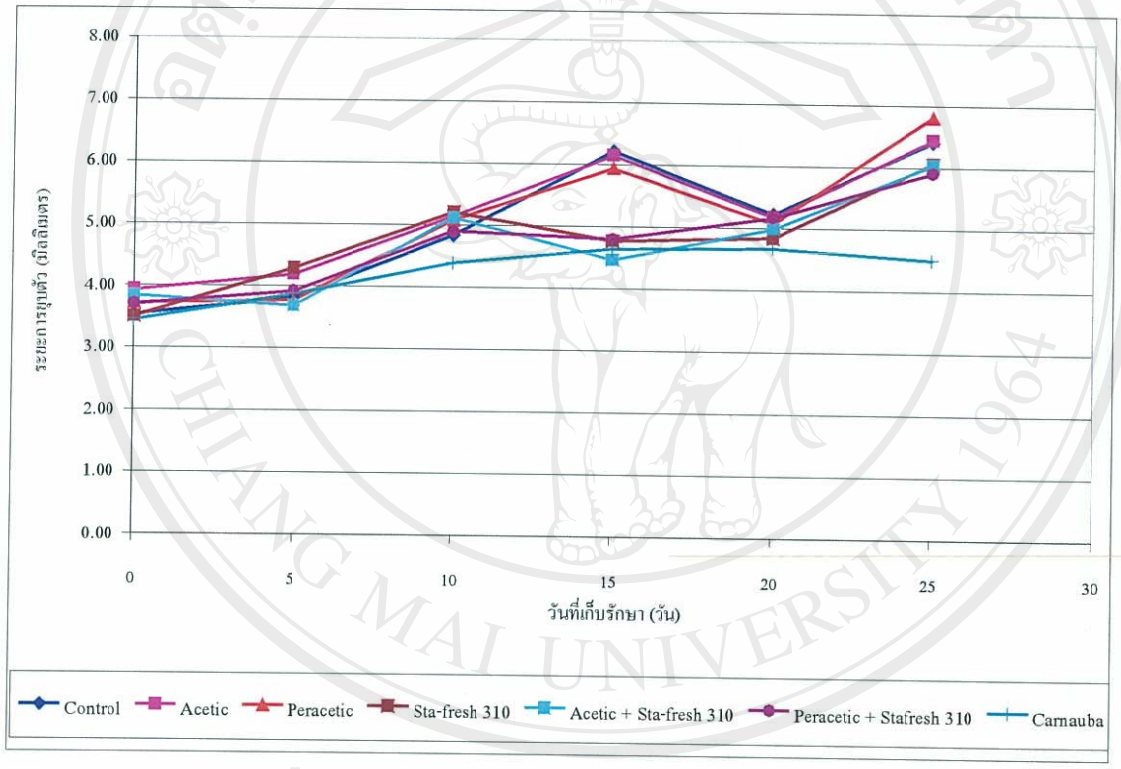


ภาพ 17 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อโดยศึกษาระยะการยุบตัวของผลส้มในแต่ละกรรมวิธีพบว่าระยะการยุบตัวเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาซึ่งหมายถึง ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลง โดยค่าการยุบตัวเปลี่ยนแปลงจากวันที่เริ่มทดลองซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 3.44 - 3.92 มิลลิเมตร เป็น 4.50 - 6.80 มิลลิเมตร ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ดังภาพ 17

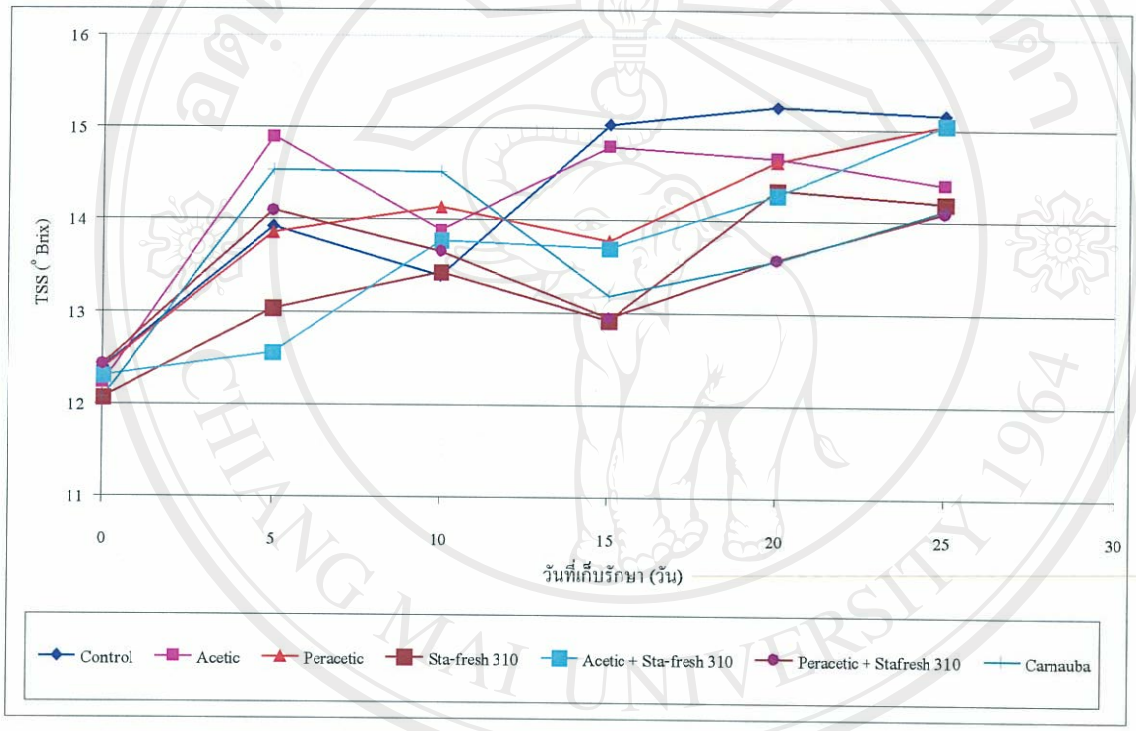


ภาพ 18 ความแน่นเนื้อของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solids: TSS)

การศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งในแต่ละกรรมวิธี พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเปลี่ยนแปลงจากวันที่เริ่มทดลองที่มีค่าอยู่ระหว่าง 12.06 - 12.42 °Brix เป็น 14.10 - 15.16 °Brix ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ดังภาพ 18

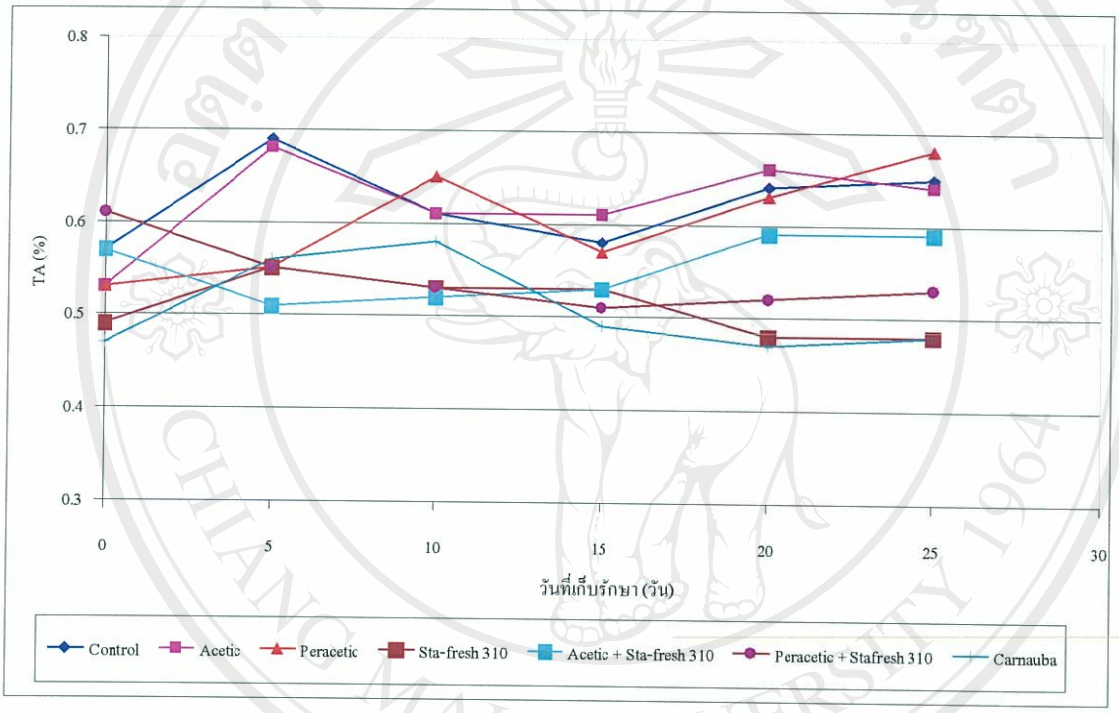


ภาพ 19 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (tritratable acidity; TA)

การศึกษาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของน้ำคั้นของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ในของแต่ละกรรมวิธีพบว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าค่อนข้างคงที่ โดยผันแปรในช่วง 0.47 - 0.69 % ดังภาพ 19

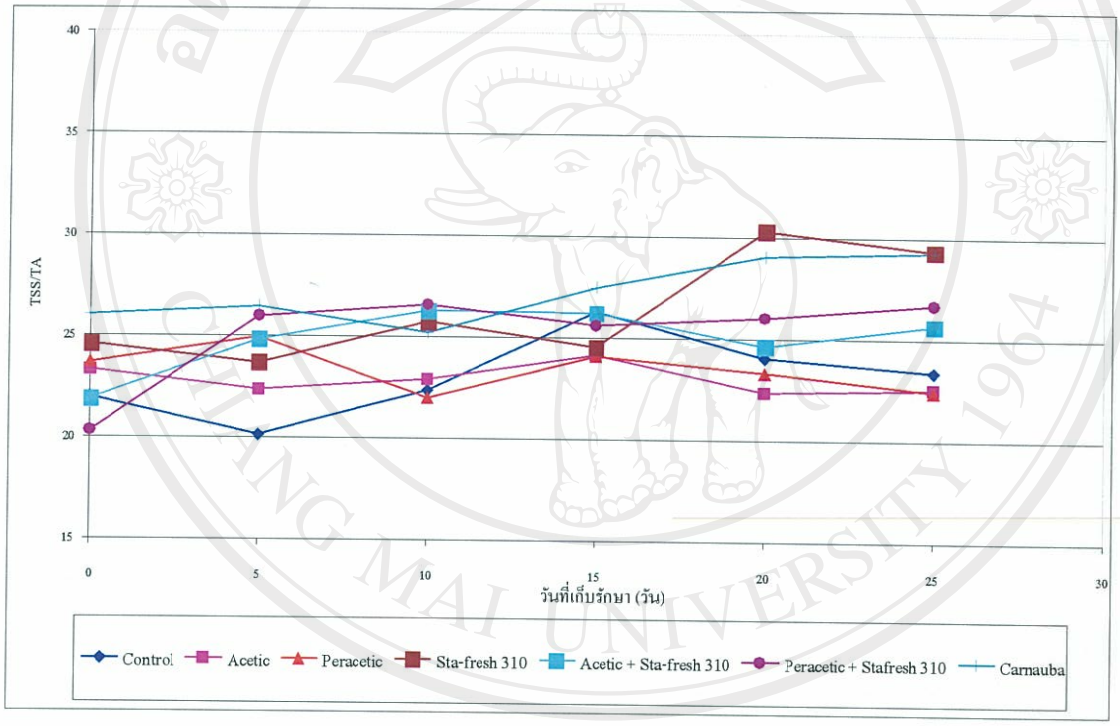


ภาพ 20 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

การศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตของน้ำคั้นของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งของแต่ละกรรมวิธีพบว่า อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเปลี่ยนแปลงจากวันที่เริ่มทดลองซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 20.3 - 26.01 เป็น 22.41 - 29.35 ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ดังภาพ 20



ภาพ 21 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล

การศึกษาความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ในของแต่ละกรรมวิธีพบว่า ผลส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวมีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310 หรือ Carnauba โดยผลส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวมีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลส้มในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง 3.23 - 5.62 และ 4.37 - 5.87% (v/v) ตามลำดับ ในขณะที่ผลส้มเคลือบผิวมีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายใน ผลส้มในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง 10.94 - 16.47 และ 10.35 - 18.42 % (v/v) ตามลำดับ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (%mg) ภายในผลส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

การทดลอง	7 วัน	14 วัน
ชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที)	3.23	4.37
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที	5.62	5.87
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที	3.67	5.00
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที และเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310	12.36	15.30
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที และเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310	10.94	10.35
ชุดควบคุม (เคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310)	16.47	18.42
ชุดควบคุม (เคลือบผิวด้วย Carnauba)	14.80	11.58

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำส้ม

การศึกษาความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำส้มของส้มที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) พบว่าผลส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวมีความเข้มข้นของเอทานอลน้อยกว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310 หรือ Carnauba โดยผลส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวมีความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำส้มวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง 4.57 - 9.50 mg% และ 2.33 - 9.07 mg% ตามลำดับ ในขณะที่ผลส้มเคลือบผิวมีความเข้มข้นของแก๊สเอทานอลในน้ำส้ม วันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง 124.03 - 216.6 และ 178.55 - 461.75 mg% ตามลำดับ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ความเข้มข้นของแก๊สเอทานอล (mg%) ในน้ำคั้นส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

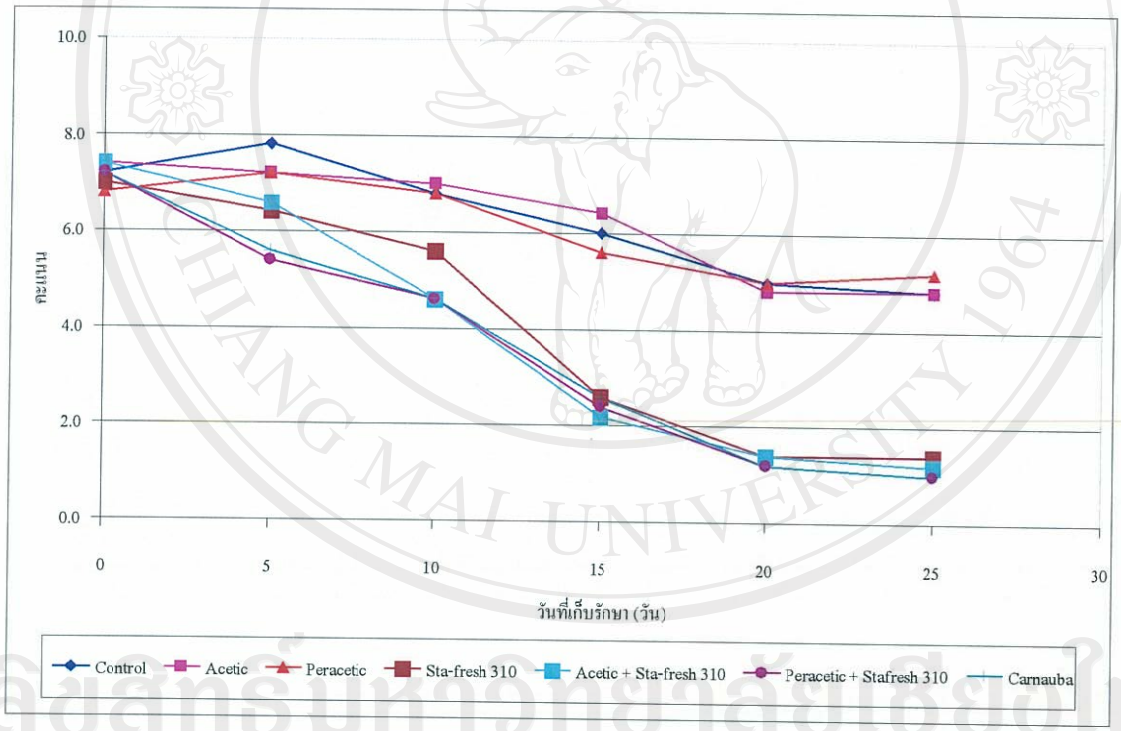
การทดลอง	7 วัน	14 วัน
ชุดควบคุม (จุ่มน้ำกลั่น 5 นาที)	9.50	9.07
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที	4.57	2.33
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที	4.80	2.50
จุ่ม 4% CH_3COOH 5 นาที และเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310	124.03	285.20
จุ่ม 0.3% CH_3COOOH 3 นาที และเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310	209.90	185.63
ชุดควบคุม (เคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310)	188.57	178.55
ชุดควบคุม (เคลือบผิวด้วย Carnauba)	216.60	461.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

8.1 การประเมินความชอบด้านกลิ่นรส

จากการประเมินความชอบทางด้านกลิ่นรสจากผู้บริโภคพบว่า คะแนนความชอบของกลิ่นรสมีแนวโน้มลดลง โดยในวันแรกของการประเมินคะแนนความชอบของกลิ่นรสในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่เมื่อเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) พบว่าผลส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวจะมีคะแนนความชอบของกลิ่นรสสูงกว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310 หรือ Carnauba โดยเริ่มมีความแตกต่างตั้งแต่วันที่ 5 ของการทดลองและแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาไว้นานมากขึ้น ดังภาพ 21

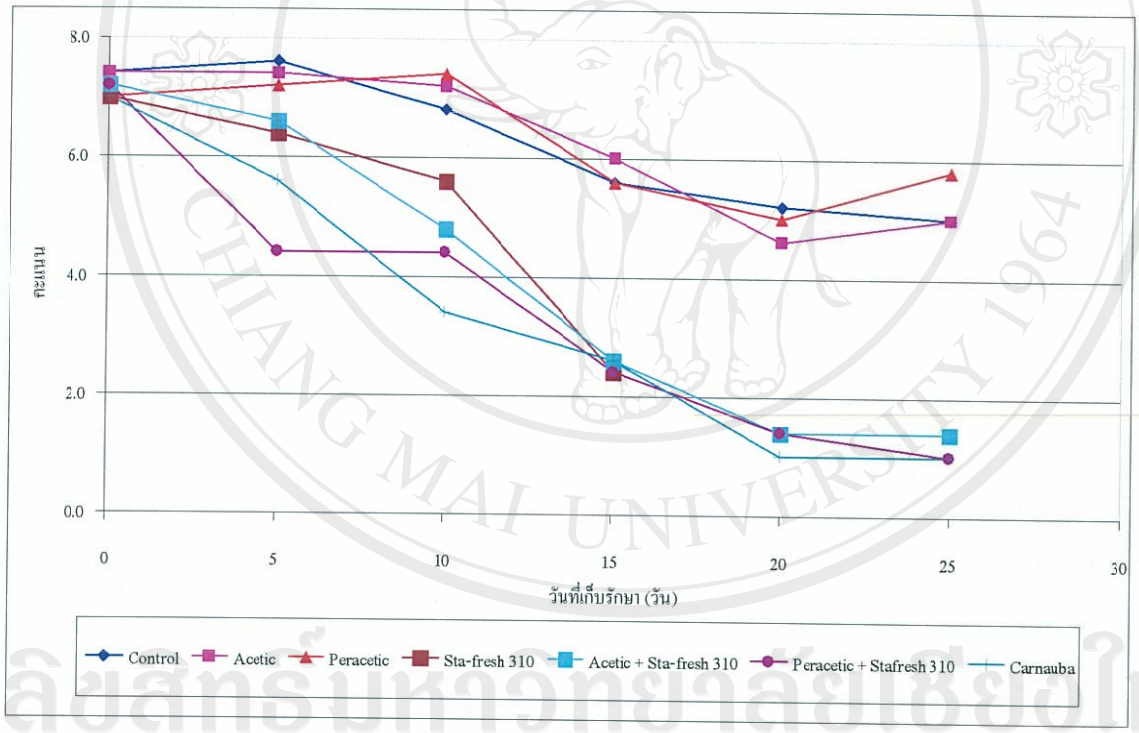


ภาพ 22 คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8.2 การประเมินความชอบของลักษณะโดยรวม (สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส)

จากการประเมินความชอบของลักษณะโดยรวมจากผู้บริโภคพบว่า คะแนนความชอบของลักษณะโดยรวมมีแนวโน้มลดลง โดยในวันแรกของการประเมินคะแนนความชอบของลักษณะโดยรวมในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่เมื่อเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) พบว่าผลส้มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวจะมีคะแนนความชอบของลักษณะโดยรวมสูงกว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310 หรือ Carnauba โดยเริ่มมีความแตกต่างตั้งแต่วันที่ 5 ของการทดลองและแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาไว้นานมากขึ้น ดังภาพ 22

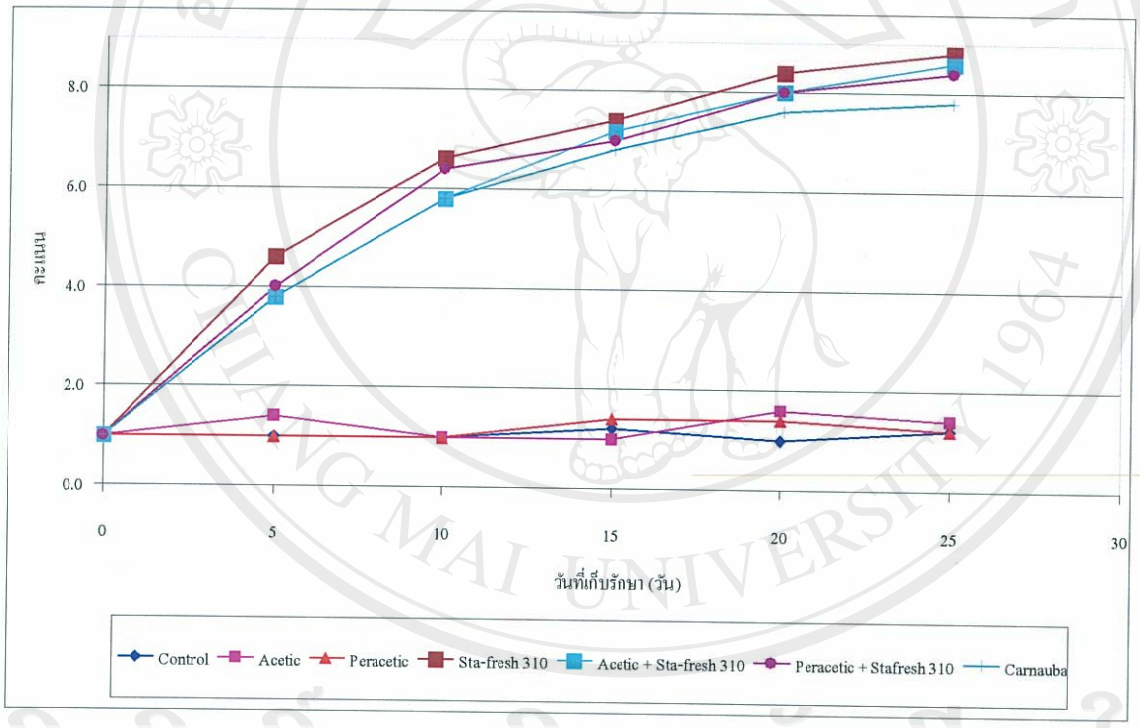


ภาพ 23 คะแนนความชอบของลักษณะโดยรวม (สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส) ของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8.3 การประเมินความเข้มของกลิ่นรสหมัก

จากการประเมินความเข้มของกลิ่นรสหมักจากผู้บริโภคพบว่า ในวันแรกของการประเมินคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักของผลส้มในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักในแต่ละกรรมวิธีมีค่าน้อยมาก แต่เมื่อเก็บรักษาภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) พบว่าผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิวด้วย Sta-fresh 310 หรือ Carnauba จะมีคะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักสูงกว่าผลส้มที่ไม่เคลือบสารเคลือบผิว ดังภาพ 23



ภาพ 24 คะแนนความเข้มของกลิ่นรสหมักของส้มสายน้ำผึ้งที่ควบคุมโรคด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved