บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การรวบรวมจุลินทรีย์จากอาหารและเชื้อสาเหตุโรคราเขียว

1.1 การรวบรวมจุลินทรีย์จากอาหาร

สามารถรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ทั้งหมด 15 ชนิด ดังนี้

- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำไวน์ เบียร์ ได้แก่ *Saccharomyces burgandy*, *Saccharomyces sake*, *Saccharomyces carlsbergensis* และ *Saccharomyces ellipsoideus*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำสาเก ได้แก่ *Aspergillus sake*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำลูกแป้ง ได้แก่ *Amylomyces rouxii*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำนมเปรี้ยว โยเกริต์ ได้แก่ *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำถั่วเน่า ได้แก่ *Bacillus subtilis*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำผักดองกระป๋อง ได้แก่ *Bacillus cereus*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำเนยแข็ง ได้แก่ *Saccharomyces cremoris*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำน้ำส้มสายชู ได้แก่ *Acetobacter aceti*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำวุ้นมะพร้าว ได้แก่ *Acetobacter xylinum*
- จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำแหนม ได้แก่ *Lactobacillus plantarum*

โดยในการทดลองจะกำหนดรหัสที่ใช้แทนชนิดจุลินทรีย์ดังนี้

ตาราง 5 จุลินทรีย์จากอาหารที่ใช้ในการทดลองและรหัสที่ใช้แทนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง	รหัสที่ใช้แทนจุลินทรีย์
1. *Saccharomyces burgandy*	SB
2. *Saccharomyces carlsbergensis*	SC
3. *Saccharomyces ellipsoideus*	SE
4. *Saccharomyces sake*	SS
5. *Lactobacillus bulgaricus*	LB
6. *Lactobacillus casei*	LC
7. *Lactobacillus plantarum*	LP

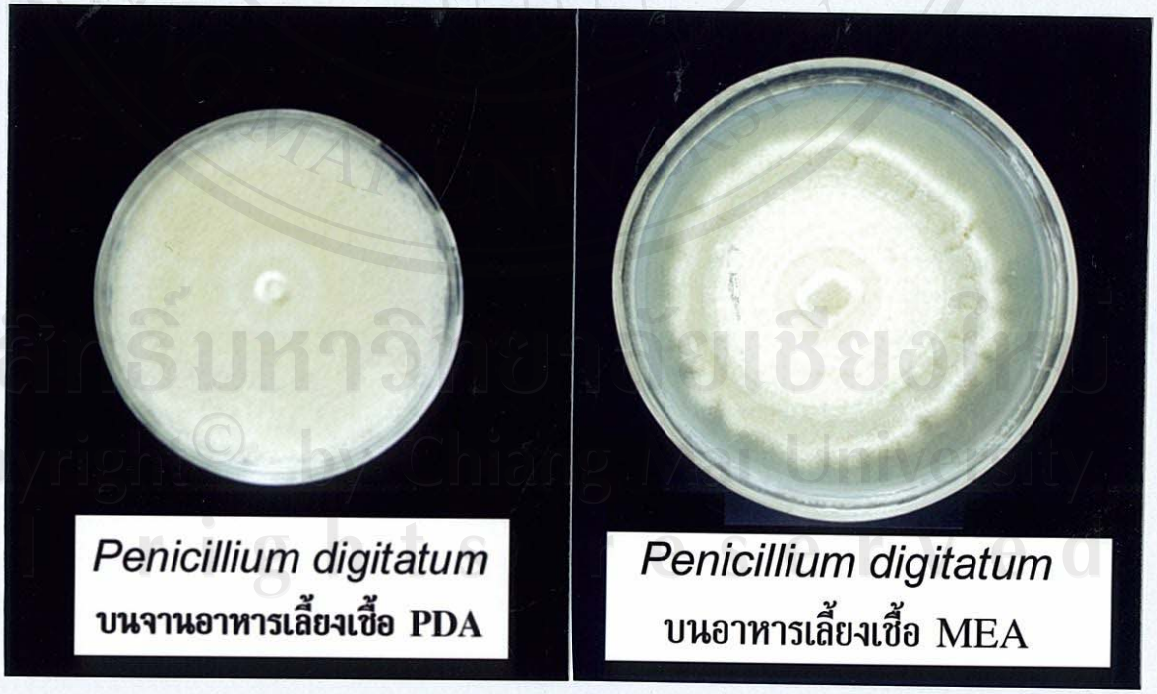
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5 (ต่อ)

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง	รหัสที่ใช้แทน
8. *Bacillus subtilis*	BS
9. *Bacillus cereus*	BC
10. *Saccharomyces cremoris*	SR
11. *Acetobacter xylinum*	AC
12. *Acetobacter aceti*	AA
13. *Aspergillus sake*	AS
14. *Amylomyces rouxii*	AR
15. *Streptococcus thermophilus*	ST

1.2 เชื้อราสาเหตุก่อโรคที่ใช้ในการทดลอง

Penicillium digitatum ที่ใช้ในการทดลองจะใช้รหัสแทนคือ PD มีลักษณะดังนี้



ภาพ 6 เชื้อราสาเหตุ *Penicillium digitatum* ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และ MEA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 การทดสอบการเกิดโรคและประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 การทดสอบการเกิดโรค

ผลสัมจากการทดลองทั้ง 2 กรรมวิธีคือ กรรมวิธีที่ 1 ทำแผลก่อนการปลูกเชื้อสาเหตุ และกรรมวิธีที่ 2 ไม่ทำแผลก่อนการปลูกเชื้อสาเหตุ พบว่ามีอาการเกิดโรคแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยในกรรมวิธีที่ทำแผลก่อนการปลูกเชื้อนั้นพบว่ามีอาการเกิดโรค คือในวันแรกๆ จะพบอาการมีจุดฉ่ำน้ำเกิดขึ้นจากนั้นแผลค่อยๆ ขยายขนาดขึ้นต่อมามีสปอร์สีเขียวขึ้นและเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วจนเต็มผลส้มที่ใช้ทดลอง ส่วนในกรรมวิธีที่ไม่มีการทำแผลก่อนการปลูกเชื้อสาเหตุนั้น พบว่าไม่มีอาการของโรคเกิดขึ้นตลอดการทดลอง (ภาพ 7)

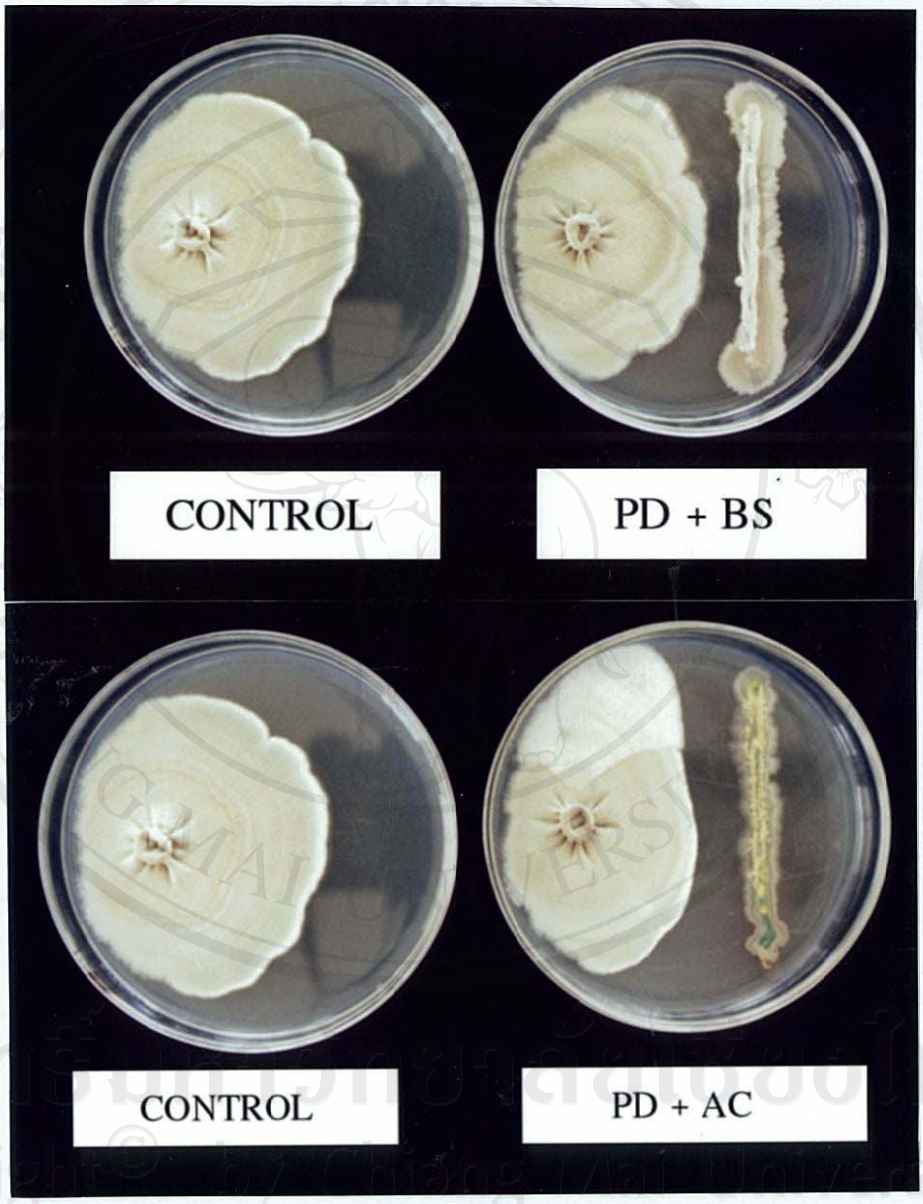
ภาพ 7 ผลส้มที่ผ่านกรรมวิธีทำแผลและไม่ทำแผลแล้วนำไปปลูกเชื้อราสาเหตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ร่วมกับเชื้อสาเหตุในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (dual culture technique)

เมื่อนำจุลินทรีย์จากอาหารทั้งหมด 15 ชนิด มาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งร่วมกับเชื้อสาเหตุก่อโรคในจานเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี dual culture นั้น พบว่า จุลินทรีย์จากอาหารที่มีประสิทธิภาพสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ *P. digitatum* ได้โดยที่เชื้อราสาเหตุ *P. digitatum* ไม่สามารถ

เจริญข้ามบริเวณที่มีการเจริญของจุลินทรีย์จากอาหารได้ และบางชนิดสามารถเจริญโอบล้อมเชื้อรา *P. digitatum* ได้ เมื่อเทียบกับการเจริญของ *P. digitatum* ในชุดควบคุมนั้น พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด 11 ชนิด จะมีเพียง 4 ชนิดเท่านั้นที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *P. digitatum* ได้ คือ LB, SR, AA และ AR (ภาพ 8)



ภาพ 8 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุ *P. digitatum* โดยวิธี dual culture

หมายเหตุ : A *P. digitatum* เลี้ยงร่วมกับจุลินทรีย์จากอาหาร BS (PD + BS)

B *P. digitatum* เลี้ยงร่วมกับจุลินทรีย์จากอาหาร AC (PD + AC)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 6 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ *P. digitatum* โดยวิธี dual culture

จุลินทรีย์จากอาหาร	เชื้อสาเหตุ *P. digitatum*
SB	+
SC	+
SE	+
SS	+
LB	-
LC	+
LP	+
BS	+
BC	+
SR	-
AC	+
AA	-
AS	+
AR	-
ST	+

หมายเหตุ : + สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ *P. digitatum*

- ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ *P. digitatum*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุในจานอาหาร

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากการทดลองที่ 2.2 ร่วมกับเชื้อราสาเหตุที่ความเข้มข้น 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 และ 1:64 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA พบว่าหลังจากที่ทำการเลี้ยงเชื้อร่วมกันเป็นเวลา 3 วัน ขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* ที่เลี้ยงร่วมกับน้ำเลี้ยงเชื้อของทุกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้น 1:2 จะสั้นกว่าในชุดควบคุมโดยที่ขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* จะสั้นที่สุดคือ 0.51 เซนติเมตร ในน้ำเลี้ยงเชื้อของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS ที่ความเข้มข้น 1:4 ซึ่งมีขนาดสั้นที่สุดคือ 0.50 เซนติเมตร ส่วนในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ตั้งแต่ความเข้มข้น 1:16 จนถึงความเข้มข้น 1:64 นั้นจะมีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* สั้นกว่าในชุดควบคุมในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บางชนิดเท่านั้น โดยที่ความเข้มข้น 1:16 ในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS จะมีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* สั้นที่สุดคือ 0.78 เซนติเมตร และมีขนาด 0.91 เซนติเมตรในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ AC ที่ความเข้มข้น 1:64 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 7 ภาพ9) และหลังจากทำการเลี้ยงเชื้อร่วมกันเป็นเวลา 6 วัน พบว่าที่ความเข้มข้น 1:2, 1:4, 1:8 และ 1:16 ขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* ในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS จะมีขนาดสั้นที่สุดคือ 0.83, 0.86, 1.70 และ 1.87 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมที่มีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* เท่ากับ 3.1 เซนติเมตร ส่วนที่ความเข้มข้น 1:32 นั้นจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในน้ำเลี้ยงจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทุกชนิดเช่นเดียวกับในวันที่ 3 ของการทดลอง (ตาราง 8)

ในวันที่ 9 ของการทดลองพบว่าในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS ที่ความเข้มข้น 1:2 จนถึง 1:32 มีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* สั้นกว่าในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ชนิดอื่นๆ โดยจะมีขนาด 1.14, 1.56, 2.60, 3.10 และ 3.74 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับในชุดควบคุมที่มีขนาด 4.94 เซนติเมตร โดยในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ SB และ SC จะมีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* เพิ่มขึ้นมาตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 1:64 จะมีขนาดสั้นที่สุดในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ SB คือ 4.24 เซนติเมตร (ตาราง 9) และในวันที่ 12 ของการทดลองพบว่าจะมีผลการทดลองเช่นเดียวกับในวันที่ 9 ของการทดลองเพราะจะมีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* สั้นที่สุดในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS ที่ความเข้มข้น 1:2 โดยมีขนาด 1.60 เซนติเมตร และมีขนาด 2.74, 3.71, 4.63 และ 5.88 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้น 1:4, 1:8, 1:16 และ 1:32 ตามลำดับ โดยที่ในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ SB และ SC นั้นจะมีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* เพิ่มขึ้นถัดมาเช่นเดียวกับในวันที่ 9 ของการทดลอง และที่ความเข้มข้น 1:64 นั้นจะมีขนาดโคโลนีสั้นที่สุดในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ SB คือ 5.81 เซนติเมตร โดยที่ในน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ SC จะมีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* เพิ่มขึ้นถัดมาที่ 5.93 เซนติเมตร ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับในชุดควบคุมโดยที่จะมีขนาดโคโลนีของเชื้อ *P. digitatum* เท่ากับ 6.60 เซนติเมตร (ตาราง 10 ภาพ 9)

เมื่อคำนวณประสิทธิภาพการยับยั้งของน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ปรากฏว่าในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทุกชนิดจะมีประสิทธิภาพการยับยั้งลดลงจากความเข้มข้น 1:2 จนถึงความเข้มข้น 1:64 (ภาพ 10) โดยที่ในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. digitatum* ดีที่สุดคือที่ความเข้มข้น 1:2 จะมีประสิทธิภาพยับยั้ง 75.76% โดยที่ความเข้มข้น 1:4 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง 58.23% และที่ความเข้มข้น 1:8 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง 43.72% ที่ความเข้มข้น 1:16 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง 29.87% และที่ความเข้มข้น 1:32 จะมีประสิทธิภาพการยับยั้ง 15.37% รองลงมาตามลำดับ โดยที่ในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ SB และ SC จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งรองลงมาโดยที่ความเข้มข้น 1:2 จะมีประสิทธิภาพการยับยั้ง 72.73% และ 71:65% โดยที่ความเข้มข้น 1:8 นั้นจะมีประสิทธิภาพการยับยั้ง 38.96% และ 38.09% ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 1:4 นั้นน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งรองลงมาคือน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BC ที่มีประสิทธิภาพการยับยั้ง 55.41% โดยในน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ AS จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งต่ำที่สุดในทุกความเข้มข้นคือจะมีประสิทธิภาพการยับยั้ง 50.22% ที่ความเข้มข้น 1:2 ที่ความเข้มข้น 1:4 จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งรองลงมาคือ 36.15% และจะมีประสิทธิภาพการยับยั้งต่ำที่สุดคือที่ความเข้มข้น 1:64 ซึ่งจะมีประสิทธิภาพการยับยั้งเท่ากับ – 1.08% โดยจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 11)

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการยับยั้งของน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้ง 11 ชนิดที่มีต่อการเจริญของ *P. digitatum* พบว่ามีจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีแนวโน้มเป็นปฏิปักษ์ที่ดีที่สุดคือ BS, SB และ SC รองลงมาตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 7 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *P. digitatum* อายุ 3 วันหลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

เชื้อ	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* (cm)[1]					
	1:2[2]	1:4[2]	1:8[2]	1:16[2]	1:32[2]	1:64[2]
SB	0.63 b[3]	0.56 cd	0.74 bc	1.00 cd	1.31 a	1.36 c
SC	0.53 c	0.68 b	0.76 bc	1.24 a	1.41 a	1.58 b
SE	0.58 bc	0.70 b	0.74 bc	1.23 a	1.30 a	1.88 c
SS	0.53 c	0.64 bc	0.68 c	1.07 abcd	1.27 a	1.90 a
LC	0.54 c	0.64 bc	0.70 c	1.14 abc	1.28 a	1.78 a
LP	0.54 c	0.68 b	0.70 c	1.03 cd	1.24 a	1.17 c
BS	0.51 c	0.50 d	0.74 bc	0.78 e	1.20 a	1.31 c
BC	0.51 c	0.66 b	0.78 abc	1.23 a	1.36 a	1.71 ab
AC	0.53 c	0.63 bc	0.84 ab	1.01 cd	1.28 a	0.91 d
AS	0.56 bc	0.67 b	0.83 ab	1.04 bcd	1.23 a	1.28 c
ST	0.56 bc	0.61 bc	0.78 abc	1.21 ab	1.23 a	1.88 a
CONTROL	0.90 a	0.90 a	0.90 a	0.90 de	0.90 b	0.90 d
LSD	0.07	0.10	0.12	0.12	0.28	0.19
%CV	11.75	14.19	14.44	14.44	20.85	12.22

หมายเหตุ : 1 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* จาก 7 จานทดลอง

2 ความเข้มข้นน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA

3 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 8 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *P. digitatum* อายุ 6 วันหลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

เชื้อ	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* (cm)[1]					
	1:2[2]	1:4[2]	1:8[2]	1:16[2]	1:32[2]	1:64[2]
SB	1.07 ef[3]	0.93 fg	1.87 bcd	2.04 ef	2.51 b	2.78 b
SC	0.86 fg	1.14 ef	1.71 d	2.14 bdef	2.46 b	2.78 b
SE	1.41 bcd	1.51 c	1.93 bc	2.41 cd	2.40 b	2.98 ab
SS	1.27 cde	1.67 bc	1.77 cd	2.24 cde	2.48 b	2.77 b
LC	1.28 cde	1.47 cd	1.83 bcd	2.36 bcd	2.36 b	2.93 ab
LP	1.20 de	1.47 cd	1.80 bcd	2.18 cde	2.44 b	2.83 b
BS	0.83 g	0.86 g	1.70 d	1.87 f	2.47 b	2.78 b
BC	1.10 e	1.23 de	1.70 d	2.20 cde	2.48 b	2.77 b
AC	1.54 b	1.84 b	1.91 bc	2.41 bcd	2.54 b	3.11 a
AS	1.63 b	1.77 b	1.97 b	2.54 b	2.47 b	3.00 ab
ST	1.47 bc	1.78 b	1.97 b	2.44 bc	2.53 b	3.03 ab
CONTROL	3.10 a	3.10 a	3.10 a	3.10 a	3.10 a	3.10 a
LSD	0.22	0.24	0.18	0.27	0.30	0.26
%CV	14.99	14.66	8.55	11.04	11.25	8.44

หมายเหตุ : 1 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* จาก 7 จานทดลอง

2 ความเข้มข้นน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA

3 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 9 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *P. digitatum* อายุ 9 วันหลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

เชื้อ	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* (cm)[1]					
	1:2[2]	1:4[2]	1:8[2]	1:16[2]	1:32[2]	1:64[2]
SB	1.37 g[3]	2.04 g	2.78 ef	3.37 f	3.87 de	4.24 e
SC	1.28 gh	2.20 fg	2.78 ef	3.38 ef	3.78 e	4.34 de
SE	1.96 cd	2.47 de	2.96 de	3.67 bcd	3.91 cde	4.74 bc
SS	1.76 de	2.77 bc	2.93 de	3.63 bcdef	3.87 de	4.53 cde
LC	1.80 de	2.48 de	2.91 de	3.64 bcde	3.86 e	4.71 bc
LP	1.60 ef	2.64 cd	2.87 e	3.53 cdef	3.77 e	4.47 cde
BS	1.14 h	1.56 h	2.60 f	3.10 g	3.74 e	4.34 de
BC	1.38 fg	2.36 ef	2.81 ef	3.44 def	3.76 e	4.46 cde
AC	2.14 bc	2.78 bc	3.23 bc	3.78 bc	4.13 bcd	4.91 ab
AS	2.30 b	2.97 b	3.44 b	3.84 b	4.14 bc	5.21 a
ST	2.08 bc	2.64 cd	3.13 cd	3.70 bcd	4.18 b	4.58 cd
CONTROL	4.94 a	4.94 a	4.94 a	4.94 a	4.94 a	4.94 ab
LSD	0.22	0.26	0.24	0.26	0.26	0.32
%CV	10.78	9.33	7.14	6.58	6.06	6.41

หมายเหตุ :
1 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* จาก 7 จานทดลอง
2 ความเข้มข้นน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA
3 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

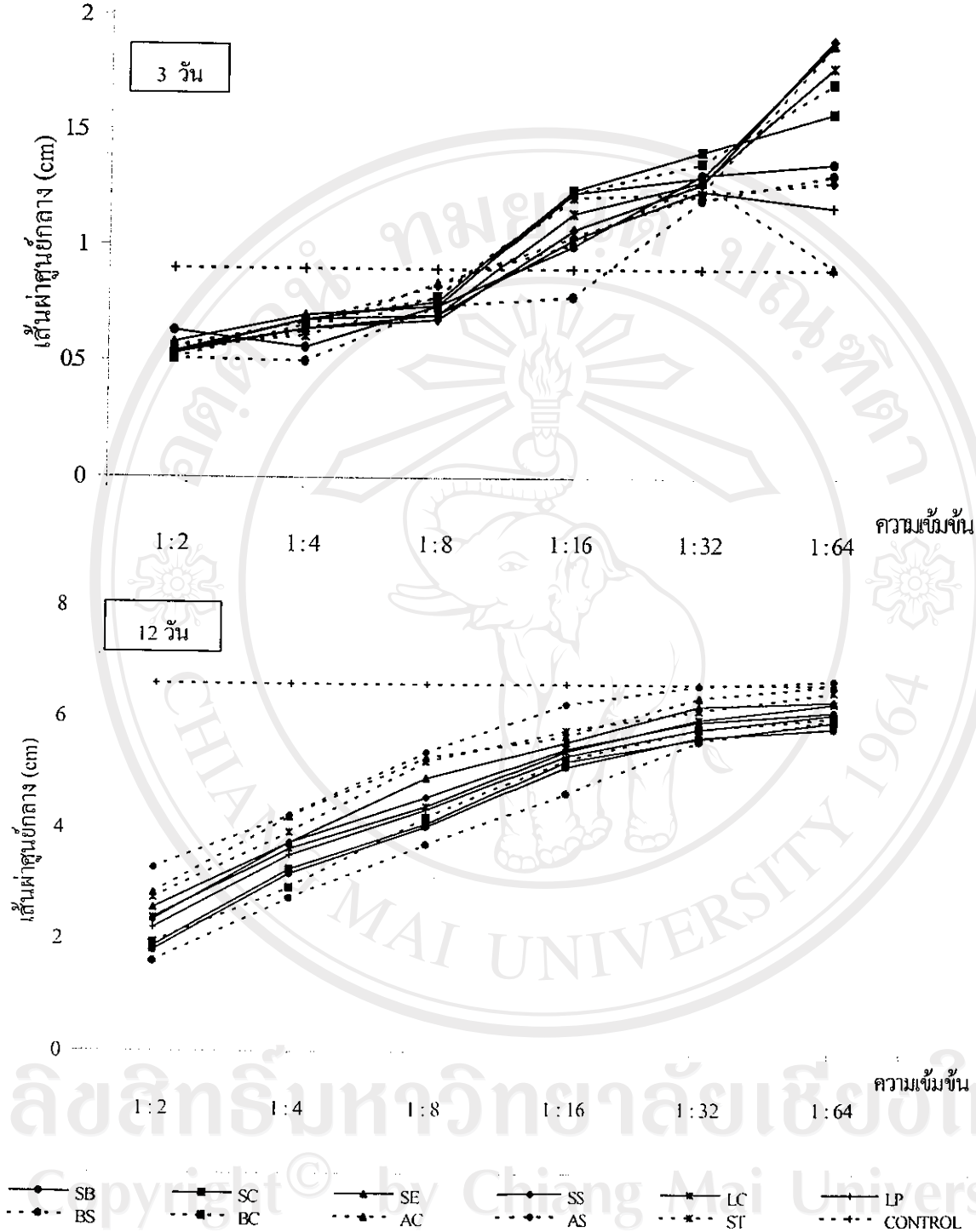
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 10 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *P. digitatum* อายุ 12 วันหลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

เชื้อ	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* (cm)[1]					
	1:2[2]	1:4[2]	1:8[2]	1:16[2]	1:32[2]	1:64[2]
SB	1.80 hi[3]	3.18 gh	4.03 fg	5.11 g	5.66 ef	5.81 f
SC	1.87 h	3.26 fg	4.08 ef	5.21 fg	5.63 ef	5.93 ef
SE	2.56 de	3.74 de	4.91 c	5.56 cde	6.21 bc	6.30 bc
SS	2.34 ef	3.74 de	4.56 d	5.44 def	5.93 cde	6.11 cde
LC	2.38 ef	3.63 e	4.40 de	5.40 ef	5.97 cd	6.26 bcd
LP	2.20 fg	3.51 ef	4.34 def	5.31 efg	5.80 def	6.07 cdef
BS	1.60 i	2.74 i	3.71 g	4.63 h	5.58 f	5.97 def
BC	1.94 gh	2.93 hi	4.20 ef	5.24 fg	5.80 def	6.01 cdef
AC	2.83 c	4.21 bc	5.28 b	5.67 cd	6.36 ab	6.60 a
AS	3.28 b	4.23 b	5.38 b	6.24 b	6.58 a	6.67 a
ST	2.74 cd	3.93 cd	5.21 bc	5.77 c	6.13 bc	6.47 ab
CONTROL	6.60 a	6.60 a	6.60 a	6.60 a	6.60 a	6.60 a
LSD	0.27	0.29	0.34	0.27	0.3	0.29
%CV	9.37	7.17	6.8	4.59	4.64	4.36

หมายเหตุ :
1 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อ *P. digitatum* จาก 7 จานทดลอง
2 ความเข้มข้นน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA
3 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 9 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *P. digitatum* อายุ 3 วัน และ12 วัน หลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

หมายเหตุ : CONTROL หมายถึง ชุดควบคุมที่มีเชื้อ *P. digitatum* อย่างเดียว

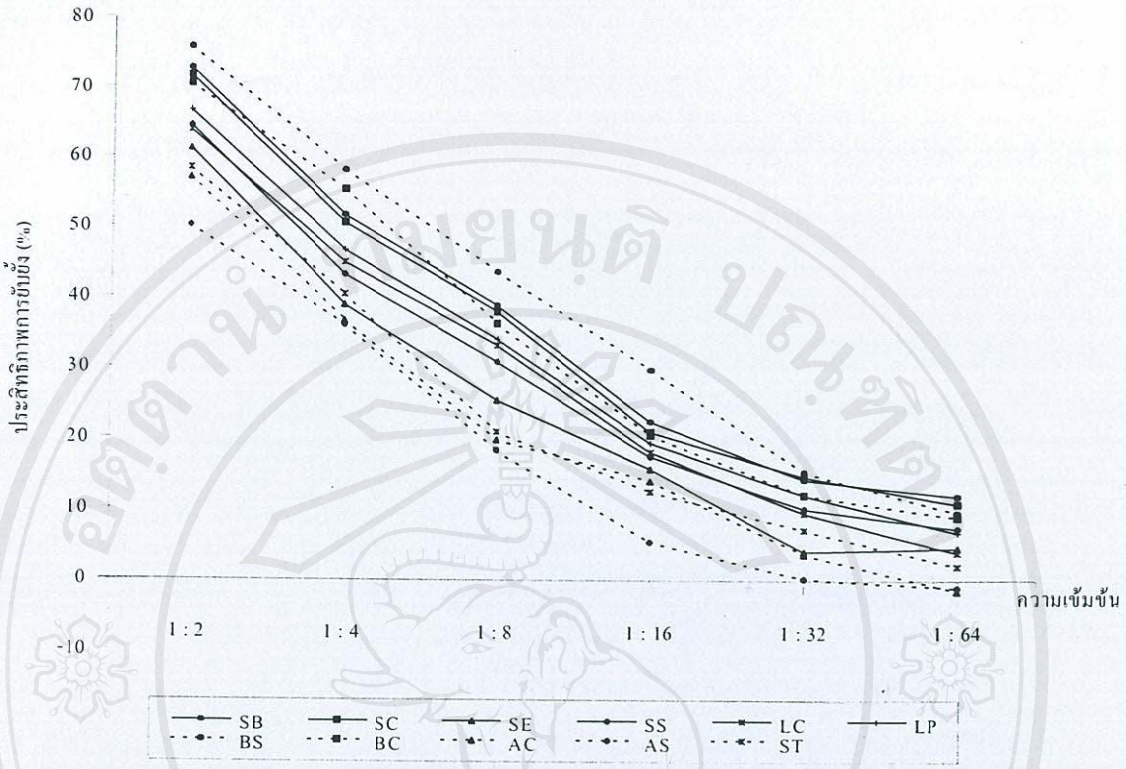
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 11 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. digitatum*หลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

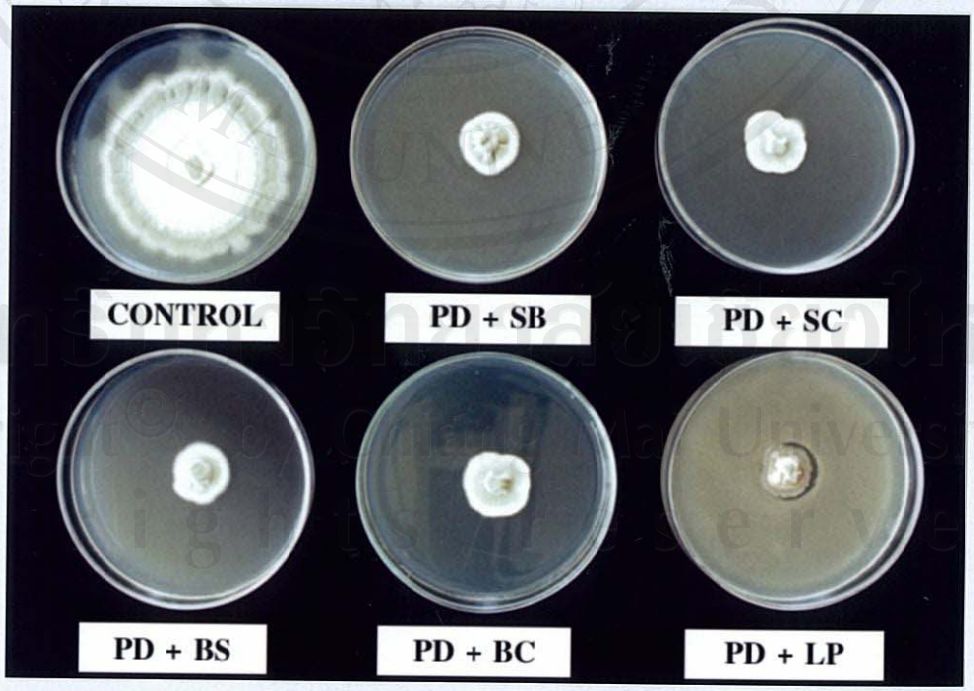
เชื้อ	ประสิทธิภาพยับยั้ง (%)[1]					
	1:2[2]	1:4[2]	1:8[2]	1:16[2]	1:32[2]	1:64[2]
SB	72.73 ab[3]	51.73 bc	38.96 ab	22.51 b	14.29 ab	11.91 a
SC	71.65 b	50.65 bc	38.09 bc	21.00 bc	14.72 a	10.18 ab
SE	61.26 ef	39.00 fg	25.54 e	15.80 def	4.09 ef	4.55 cd
SS	64.50 de	43.29 def	30.95 d	17.53 cde	10.17 bcd	7.36 bc
LC	63.85 de	45.02 de	33.33 cd	18.18 cd	9.52 cd	3.90 cd
LP	66.67 cd	46.75 cd	34.20 bcd	19.48 bcd	12.12 abc	6.71 bc
BS	75.76 a	58.23 a	43.72 a	29.87 a	15.37 a	9.52 ab
BC	70.46 bc	55.41 ab	36.36 bc	20.56 bc	12.12 abc	8.88 ab
AC	57.14 g	36.80 g	19.91 f	14.08 ef	3.68 ef	-1.51 e
AS	50.22 h	36.15 g	18.40 f	5.41 g	0.22 f	-1.08 e
ST	58.44 fg	40.47 efg	21.00 ef	12.55 f	7.14 de	1.95 de
LSD	3.88	5.37	5.14	5.14	4.27	4.23
%CV	5.61	11.02	15.59	15.59	42.56	69.94

หมายเหตุ :
1 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพยับยั้ง (%) เชื้อ *P. digitatum* จาก 7 จานทดลอง
2 ความเข้มข้นน้ำเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA
3 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 10 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุ *P. digitatum* หลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ



ภาพ 11 ตัวอย่างประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุ *P. digitatum* (PD) หลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกับ culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 1:2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเกิดโรคบนผลส้ม

จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้ง 11 ชนิดร่วมกับเชื้อสาเหตุบนผลส้มพบว่าในวันที่ 2 ของการทดลองจะเริ่มมีอาการปรากฏออกมาให้เห็นเป็นจุดฉ่ำน้ำจนวันที่ 4 ของการทดลองผลส้มในชุดควบคุมจะมีสปอร์สีเขียวคลุมเกือบทั่วผล ซึ่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อ *P. digitatum* ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS จะมีขนาดเล็กที่สุดตลอดการทดลอง โดยในวันที่ 2 ของการทดลองจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 0.39 เซนติเมตร ถัดมาคือบาดแผลที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อ *P. digitatum* ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ LP และ SB ซึ่งจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 0.61 และ 0.65 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ในชุดควบคุมจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 1.60 เซนติเมตร ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในวันที่ 3 ของการทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มนั้นจะมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางบาดแผลที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อ *P. digitatum* ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS จะมีขนาดของบาดแผลเล็กที่สุดคือ 0.46 เซนติเมตร ถัดมาคือ 1.97 และ 2.14 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อ *P. digitatum* ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ SB และ SC จนกระทั่งในวันที่ 4 ของการทดลอง พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อ *P. digitatum* ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS มีขนาดเล็กที่สุดเช่นเดียวกับในวันที่ 2 และ 3 ของการทดลอง โดยจะมีขนาดของบาดแผล 1.24 เซนติเมตร ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับในชุดควบคุมที่มีขนาดของบาดแผล 5.78 เซนติเมตร (ตาราง 12 ภาพ 12)

จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ร่วมกับเชื้อสาเหตุบนผลส้มพบว่าจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่เป็นปฏิปักษ์ที่ดี คือ BS (ภาพ 13)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 12 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มภายหลังการเลี้ยงเชื้อ *P. digitatum* ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

เชื้อ	เส้นผ่าศูนย์กลางบาดแผล (cm) [1]		
	2^2	3^2	4^2
SB	0.65 d[3]	1.97 d	4.04 de
SC	0.68 d	2.14 d	3.10 e
SE	1.08 bc	3.46 ab	6.01 a
SS	0.85 cd	3.11 ab	5.29 abc
LC	0.82 d	3.05 b	5.17 abc
LP	0.61 de	2.93 bc	4.85 bcd
BS	0.39 e	0.46 e	1.24 f
BC	0.79 d	2.29 cd	4.40 cd
AC	0.85 cd	3.28 ab	5.88 ab
AS	1.13 b	3.52 ab	6.16 a
ST	0.86 cd	3.08 ab	5.75 ab
CONTROL	1.60 a	3.80 a	5.78 ab
LSD	0.26	0.74	1.05
%CV	33.55	30.5	24.75

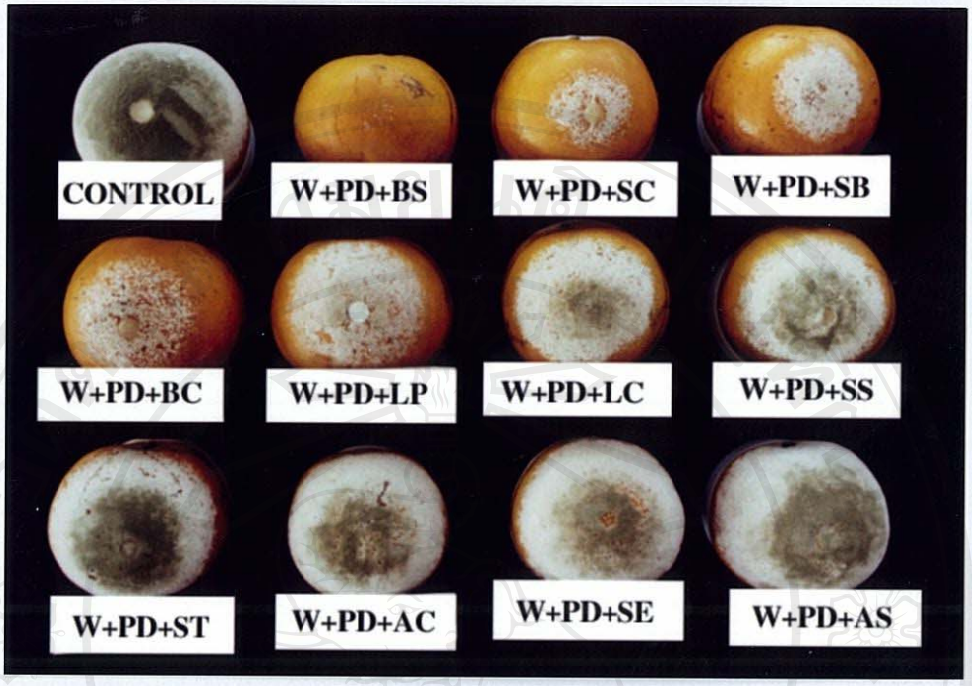
หมายเหตุ : 1 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มจากส้ม 10 ผล

2 วันที่ทำการบันทึกผลการทดลองหลังการเลี้ยงเชื้อร่วมกันในวันที่ 2, 3 และ 4 ของการทดลอง

3 ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ว
๒๘๐.๓๑
ร๒๖ ผ
เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ภาพ 12 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มภายหลังการทำแผล (W) และปลูกเชื้อ *P. digitatum* (PD) ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้ง 11 ชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพ 13 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มภายหลังการทำแผล (W) และปลูกเชื้อ *P. digitatum* (PD) ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ BS เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บนผลส้ม

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยสารละลายแขวนลอยในอาหารเลี้ยงเชื้อ (cell suspension)

จากการทดลองพบว่าในผลส้มที่ผ่านการทำแผลและจุ่ม cell suspension จุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพียงอย่างเดียว จะไม่มีอาการเกิดโรคตลอดการทดลองจะมีเพียงบาดแผลที่เกิดจากการทำแผลโดยใช้เข็มจิ้มเพียงเล็กน้อยเท่านั้นและในผลส้มที่ผ่านการทำแผลและจุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ก่อนการปลูกเชื้อ *P.digitatum* 2 ชั่วโมงจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลน้อยที่สุด คือในวันที่ 4 ของการทดลองจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของขนาดบาดแผลเพียง 3.90 เซนติเมตร (ภาพ 15) ซึ่งจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลส้มในกรรมวิธีที่ 2 ที่ภายหลังจากจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์แล้วจะตามด้วยการปลูกเชื้อ *P. digitatum* ทันทีและในกรรมวิธีที่ 4 ที่ภายหลังจากการทำแผลแล้วจะปลูกเชื้อสาเหตุ *P. digitatum* ไว้เป็นเวลา 3 ชั่วโมงก่อนที่จะทำการจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 4.27และ 4.33 เซนติเมตรตามลำดับ แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลส้มในชุดควบคุมที่ผ่านการทำแผลและปลูกเชื้อสาเหตุ *P. digitatum* เพียงอย่างเดียว (CONTROL) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 6.48 เซนติเมตร (ตาราง 13 ภาพ 14)

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยสารละลายแขวนลอยในน้ำกลั่น (washed cell suspension)

ในการทดสอบพบว่าตลอดการเก็บรักษาผลส้มในกรรมวิธีที่ 1 ที่ผ่านการทำแผลและจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จะไม่มีอาการเกิดโรคเช่นเดียวกับในการทดลอง 4.1 ส่วนผลส้มในกรรมวิธีที่ 2 ที่จะทำการปลูกเชื้อ *P. digitatum* ทันทีหลังจากการทำแผลและจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และในกรรมวิธีที่ 3 ที่จะปลูกเชื้อ *P. digitatum* หลังจากการจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และทิ้งไว้ 2 ชั่วโมงนั้นพบว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 4 ของการทดลอง โดยจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 3.98 และ 3.38 เซนติเมตรตามลำดับ (ภาพ 15) ส่วนในกรรมวิธีที่ 4 ที่จะจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์หลังจากปลูกเชื้อ *P. digitatum* ทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลเพิ่มขึ้นคือ 4.63 เซนติเมตร (ตาราง 13 ภาพ 14) ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับในชุดควบคุม (CONTROL) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 6.48 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยน้ำเลี้ยงเชื้อ (culture filtrate)

จากการทดสอบพบว่าในวันที่ 4 ของการทดลองจะมีผลการทดลองเช่นเดียวกับในการทดลอง 4.2 โดยในผลส้มที่จุ่ม culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์หลังจากการทำแผลเพียงอย่างเดียวจะไม่แสดงอาการเกิดโรค และผลส้มที่ผ่านการทำแผลและจุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ก่อนการปลูกเชื้อ *P. digitatum* 2 ชั่วโมง จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลน้อยที่สุด 4.36 เซนติเมตร (ภาพ 15) ซึ่งจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลส้มในกรรมวิธีที่ 2 ที่จะทำการปลูกเชื้อ *P. digitatum* หลังจากจุ่ม culture filtrate ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทันทีที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 4.46 เซนติเมตร โดยที่ในชุดควบคุม (CONTROL)จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 6.48 เซนติเมตร ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตาราง 13 ภาพ 14)

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยอาหารเลี้ยงเชื้อ (media)

ในการทดสอบประสิทธิภาพของอาหารเหลว NB ที่ใช้ในการเลี้ยงจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ พบว่าในกรรมวิธีที่ 2 คือผลส้มที่ทำการปลูกเชื้อ *P. digitatum* ทันทีหลังจากจุ่มผลส้มในอาหารเหลวจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลน้อยที่สุดคือ 5.86 เซนติเมตร (ภาพ 15) และในวันที่ 4 ของการทดลองนี้ในชุดควบคุมที่มีการทำแผลและปลูกเชื้อ *P. digitatum* เพียงอย่างเดียว จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผล 6.48 เซนติเมตร โดยที่ผลส้มในกรรมวิธีที่ 4 ที่ทำการปลูกเชื้อ *P. digitatum* ทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงก่อนการจุ่มลงในอาหารเหลวจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลใกล้เคียงกับชุดควบคุม (CONTROL) มากที่สุดคือ 6.27 เซนติเมตร ซึ่งในการทดลองนี้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลในแต่ละกรรมวิธีจะมีขนาดใกล้เคียงกันโดยที่จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 13 ภาพ 14)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ *P. digitatum* จากทั้ง 4 การทดลอง พบว่าผลส้มในกรรมวิธีที่ 3 ของการทดลองที่ 2 คือผลส้มที่ปลูกเชื้อ *P. digitatum* หลังจากจุ่มผลส้มที่ทำแผลลงใน washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดโดยในวันสุดท้ายของการทดลองจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลน้อยที่สุดคือ 3.38 เซนติเมตร (ภาพ16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 13 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มในวันที่ 4 ของการทดลองจากการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี / การทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางบาดแผล (cm)[1]			
	1[2]	2[2]	3[2]	4[2]
W + A	0.00	0.00	0.00	0.00
W + A + PD ทันที	4.27	3.98	4.46	5.86
W + A + PD หลัง 2 ชั่วโมง	3.90	3.38	4.36	5.91
W + PD + A หลัง 3 ชั่วโมง	4.38	4.63	5.66	6.27
W + PD (CONTROL)	6.48	6.48	6.48	6.48
LSD		2.03[3]		
$\%CV_a$		40.26[3]		
$\%CV_b$		12.47[3]		

หมายเหตุ :

W ผลส้มที่ทำแผล

A จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ในแต่ละการทดลอง

PD เชื้อ *P. digitatum*

1 ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มจากส้ม 10 ผล

2 การทดลอง 4 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้ cell suspension

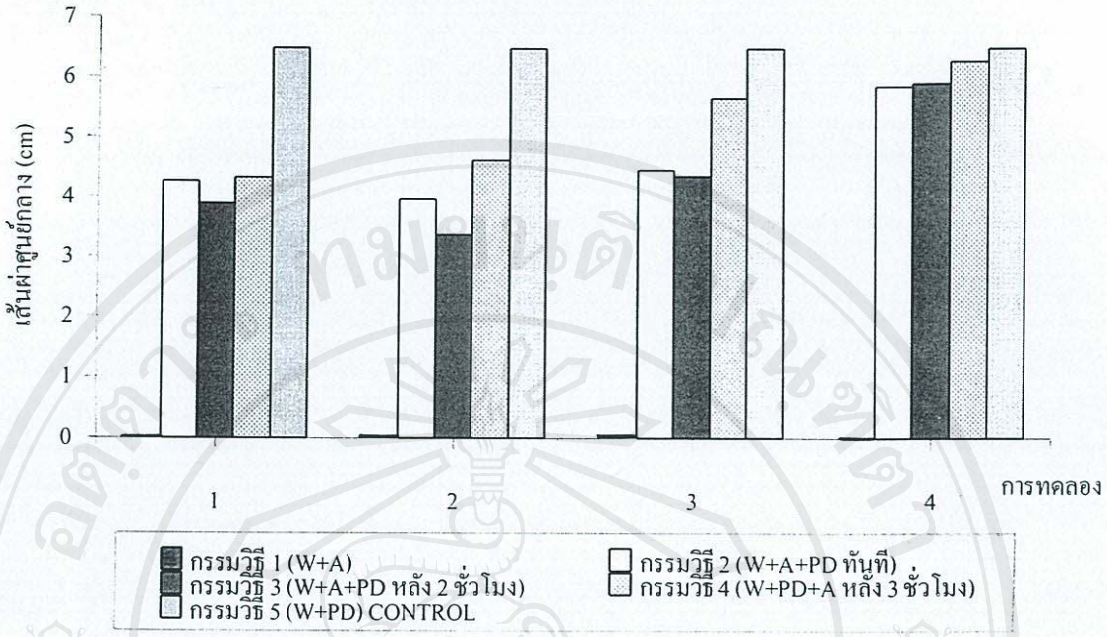
การทดลองที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้ washed cell suspension

การทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้ culture filtrate

การทดลองที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้ media

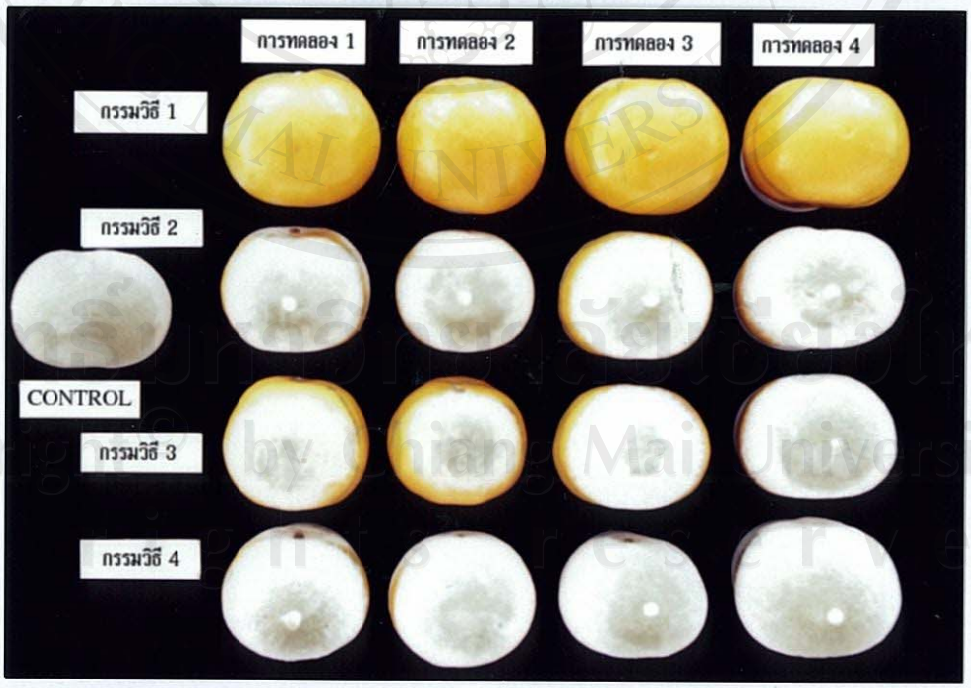
3 ตัวเลขแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 14 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มในวันที่ 4 ของการทดลองที่เกิดจากการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ใน 5 กรรมวิธี

หมายเหตุ : การทดลอง 1 cell suspension การทดลอง 2 washed cell suspension
การทดลอง 3 culture filtrate การทดลอง 4 media



ภาพ 15 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มในวันที่ 4 ของการทดลองที่เกิดจากการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ใน 5 กรรมวิธี (กรรมวิธี 5 คือ control)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 16 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบาดแผลบนผลส้มในวันที่ 4 ของการทดลองที่เกิดจากการจุ่มผลส้มทำแผลใน washed cell suspension ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมงและปลูก *P. digitatum* เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

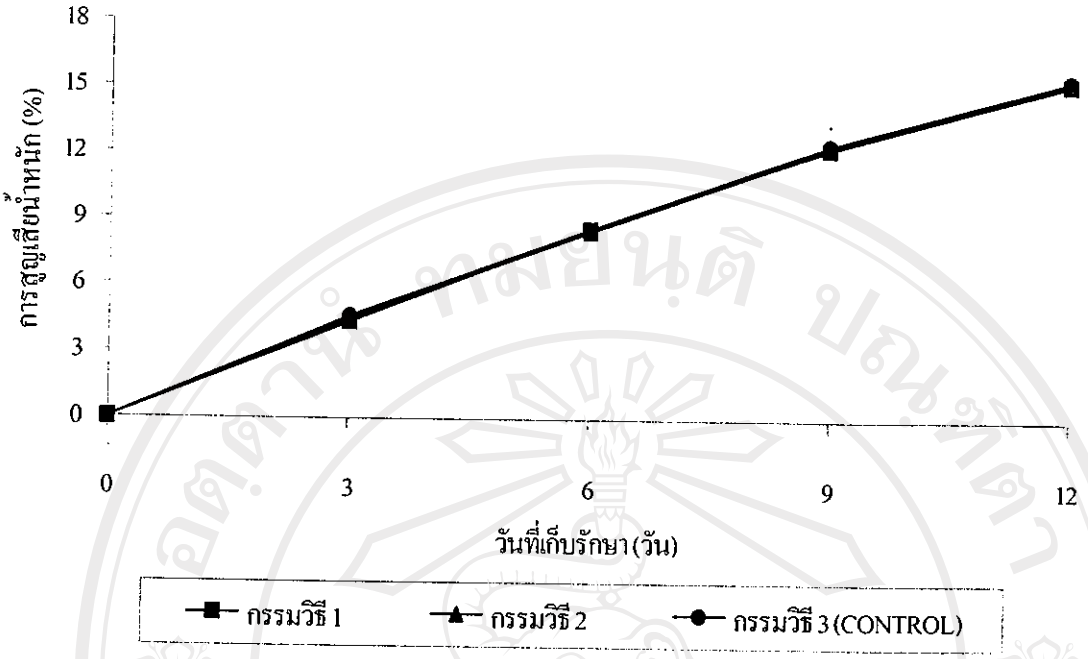
การทดลองที่ 5 การศึกษาผลของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อคุณภาพของผลส้ม

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 การสูญเสียน้ำหนัก

ผลส้มที่ทำการทดลองทั้ง 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ กรรมวิธีที่ 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ และกรรมวิธีที่ 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ซึ่งเป็นชุดควบคุม พบว่ามีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้ม 4.32 – 4.59 เปอร์เซ็นต์ และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 8.43 – 8.57 เปอร์เซ็นต์ จนในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคือวันที่ 12 ของการเก็บรักษาจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 15.21 – 15.38 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 1 ภาพ 17)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 17 การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.2 การเปลี่ยนแปลงสีผิว

เมื่อวัดค่า L*, a*, b*, c* และ h° ของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีพบว่า

ค่า L* ของผลส้มในทุกกรรมวิธีจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่าสีผิวของผลส้มมีสีสว่างมากขึ้น โดยค่า L* ของผลส้มในวันที่เริ่มทำการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 61.0 – 61.1 และจะมีค่าเพิ่มเป็น 61.2 – 61.4 ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาจนในวันที่ 12 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาจะมีค่า L* เพิ่มขึ้นเป็น 61.7 (ภาพ 18) โดยที่ค่า L* ของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 2)

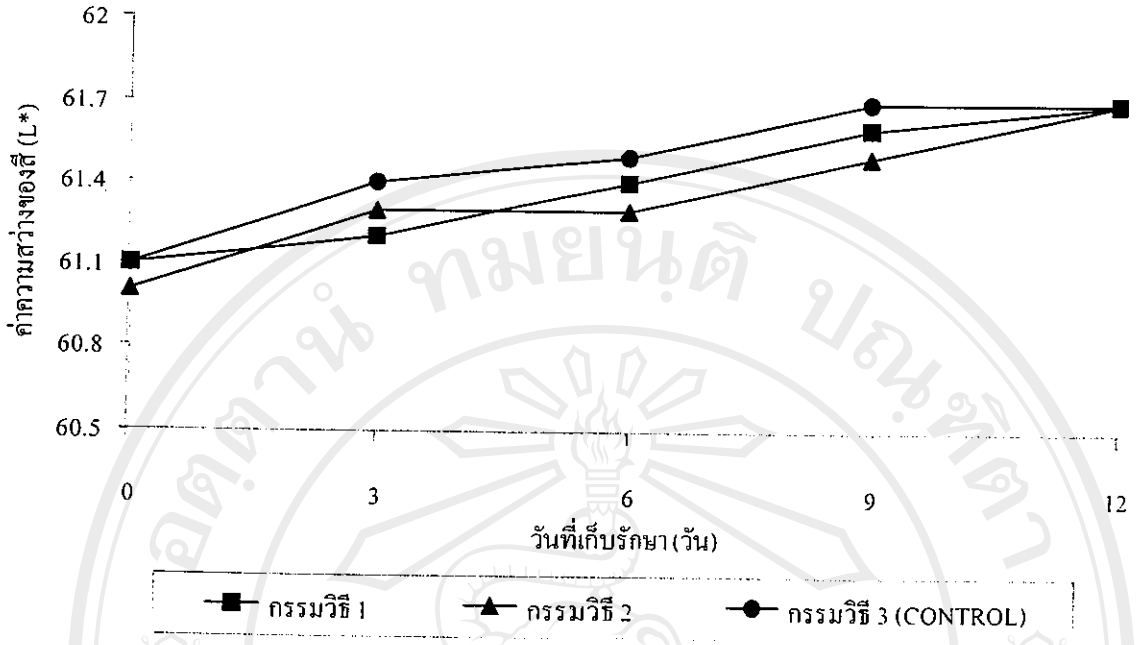
ค่า a* ของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีมีค่าเพิ่มสูงขึ้นโดยที่ผลส้มจะเปลี่ยนจากสีเหลืองอมเขียวในวันที่เริ่มทำการเก็บรักษาเป็นสีเหลืองอมส้มในวันต่อๆมา ในวันแรกของการเก็บรักษาผลส้มจะมีค่า a* เริ่มที่ 9.9 – 11.8 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 13.2 – 13.5 ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา จนในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาจะมีค่า a* เพิ่มขึ้นเป็น 13.8 – 14.0 และเมื่อทำการวิเคราะห์ค่า a* ของผลส้มในทุกกรรมวิธีนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 3)

ค่า b* ของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกับค่า a* คือผลส้มจะมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นจนเมื่อเก็บรักษาผลส้มเป็นระยะเวลานาน 12 วัน จะมีค่า b* อยู่ที่ระหว่าง 62.6 – 62.9 ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษาที่มีค่า b* เริ่มต้นที่ 60.5 – 61.4 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่า b* จากทั้ง 3 กรรมวิธีพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 4)

ค่า c* (chroma) ของผลส้มจากทั้ง 3 กรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับค่า a* และ b* โดยที่ผลส้มมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากวันที่เริ่มต้นเก็บรักษาซึ่งในวันแรกที่เริ่มต้นเก็บรักษาวัดค่า c* ของผลส้มได้ 62.6 – 62.8 และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา จะมีค่า c* อยู่ที่ประมาณ 64 และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 64.3 – 64.6 ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ภาพ 18) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่า c* ของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธี พบว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 5)

ค่า h° (hue angle) ของผลส้มจะมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในทั้ง 3 กรรมวิธี โดยในวันแรกของการเก็บรักษาค่า h° มีค่าอยู่ที่ 80 – 80.3 และมีค่าลดลงเป็น 79.6 – 79.9 ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาจนในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาจะมีค่าลดลงอยู่ที่ 77.7 (ภาพ 19) โดยเมื่อวิเคราะห์ค่า h° ของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีแล้วพบว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



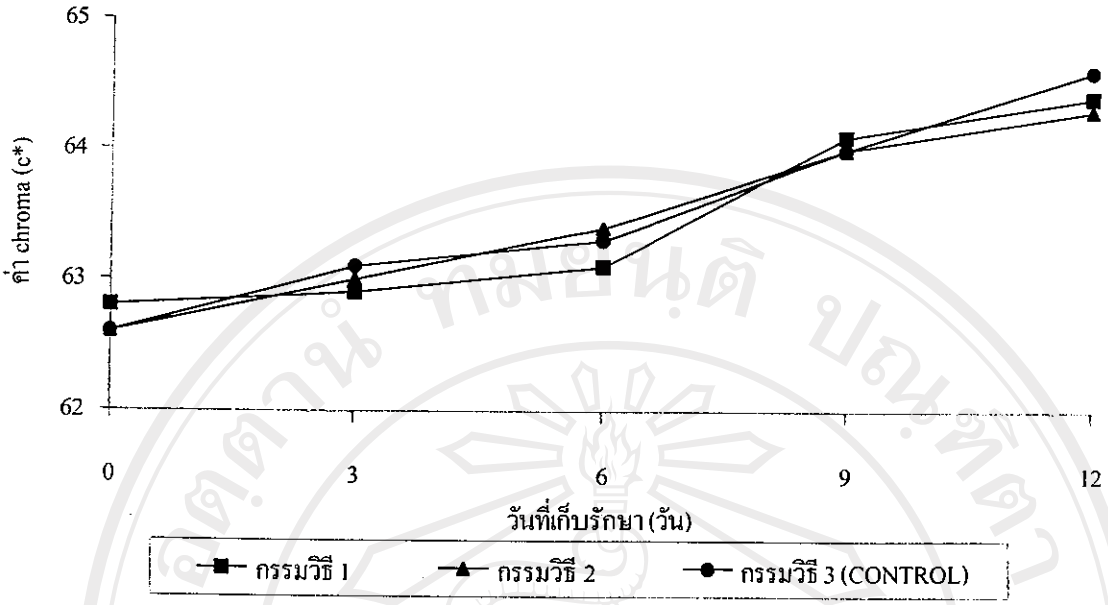
ภาพ 18 ค่าความสว่างของสี (L*) ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



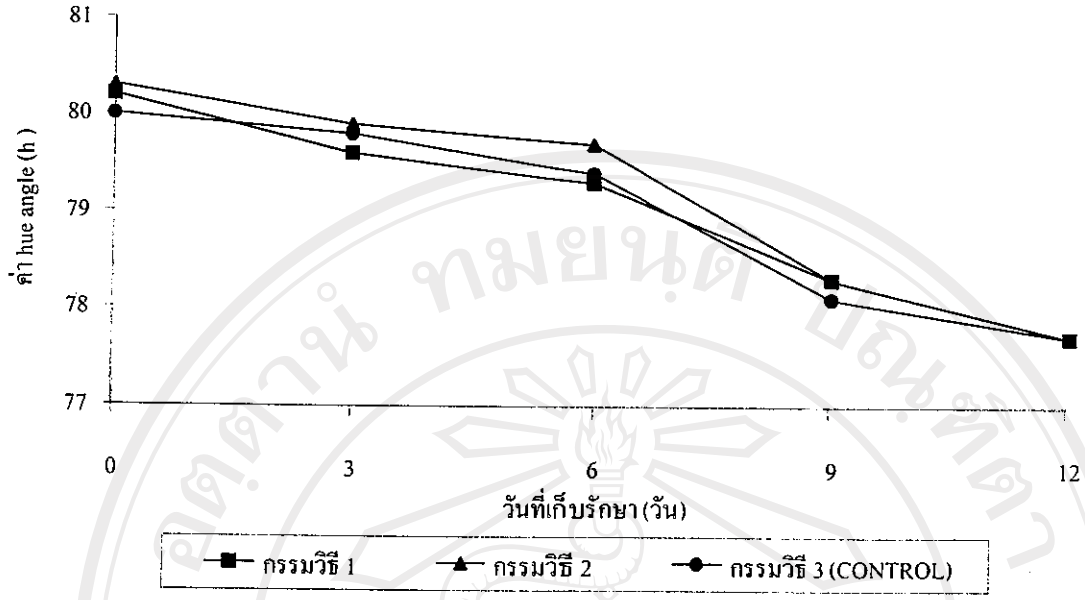
ภาพ 19 ค่า chroma (c*) ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 20 ค่า hue angle (h^{O}) ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

5.2.1 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids content, SSC)

การจุ่มผลส้มใน cell suspension และ washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 พบว่าภายหลังการเก็บรักษาผลส้มจะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำส้มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวก ค 7) โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำส้มจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในวันแรกของการเก็บรักษาจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำส้ม 13.53 – 13.55 เปอร์เซ็นต์ และจะมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำส้ม 13.60 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 21)

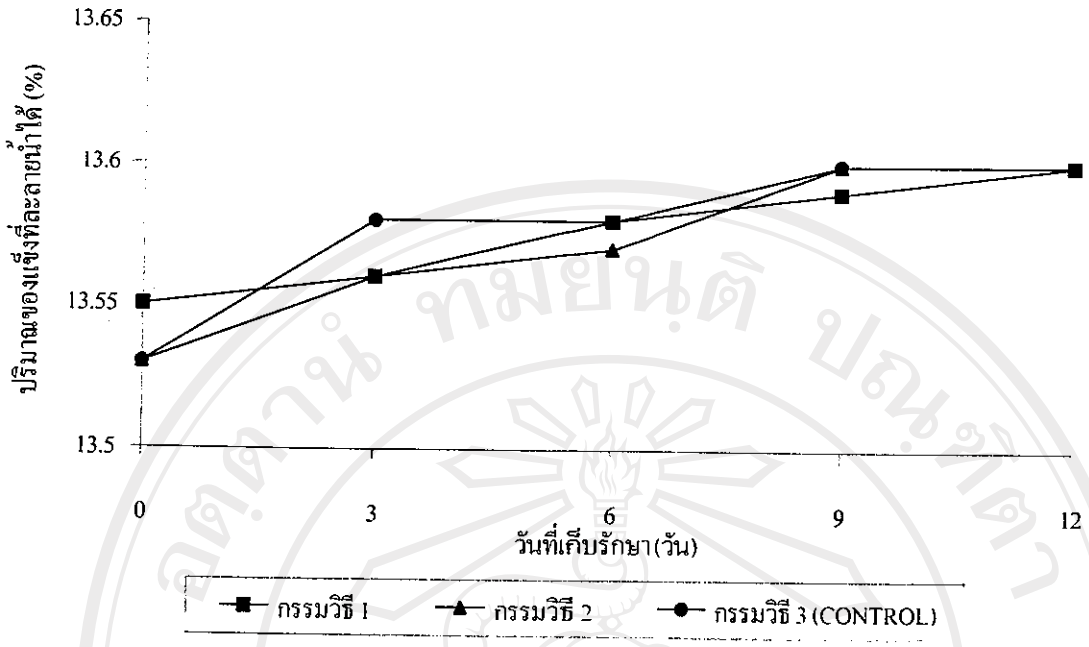
5.2.2 การวัดปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity, TA)

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำส้มของผลส้มที่จุ่มใน cell suspension และ washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเช่นเดียวกับปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำส้มของผลส้มในชุดควบคุม โดยปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำส้มของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 8) ซึ่งในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาจะมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำส้ม 0.87 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 22) และเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (SSC:TA) พบว่าจะมีค่าเพิ่มข้น โดยในวันแรกของการเก็บรักษาจะมีค่า SSC:TA อยู่ที่ 15.36 – 15.43 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 15.61 – 15.75 ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ภาพ 23) ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (SSC:TA) ในผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 9)

5.2.3 การวัดปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากวันแรกที่เก็บรักษาซึ่งมีปริมาณวิตามินซีเริ่มที่ 23.45 – 23.63 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำคั้นและจะมีค่าลดลงอยู่ที่ 22.98 – 23.10 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำคั้น จนในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีจะมีปริมาณวิตามินซีลดลงอยู่ในช่วง 21.04 – 21.25 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำคั้น (ภาพ 24) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีของผลส้มในทั้ง 3 กรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก ค 10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



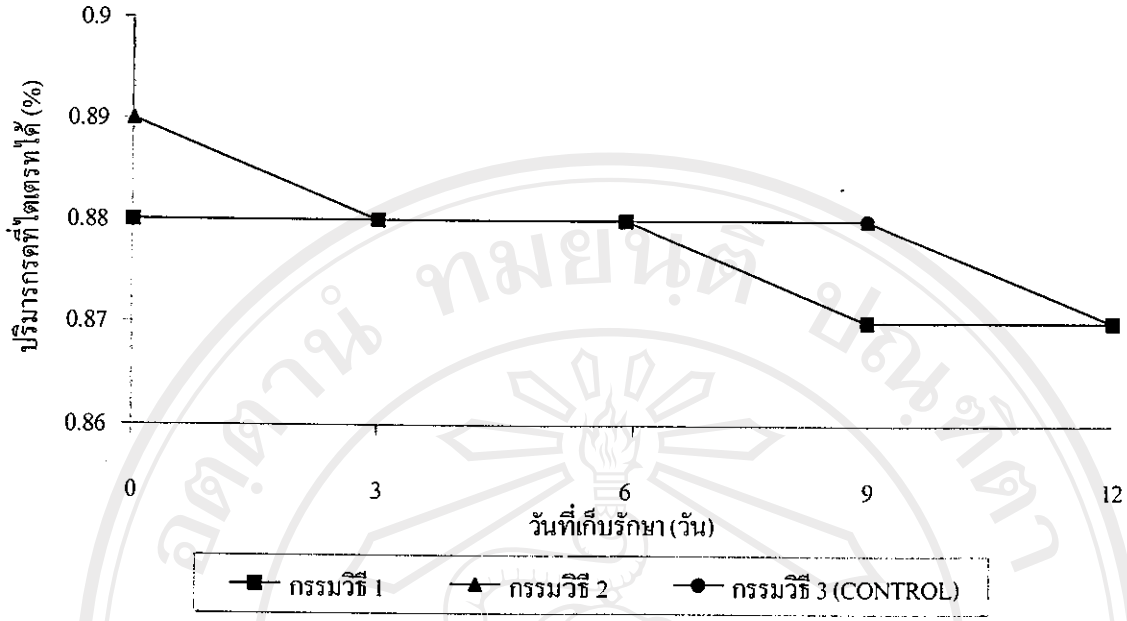
ภาพ 21 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



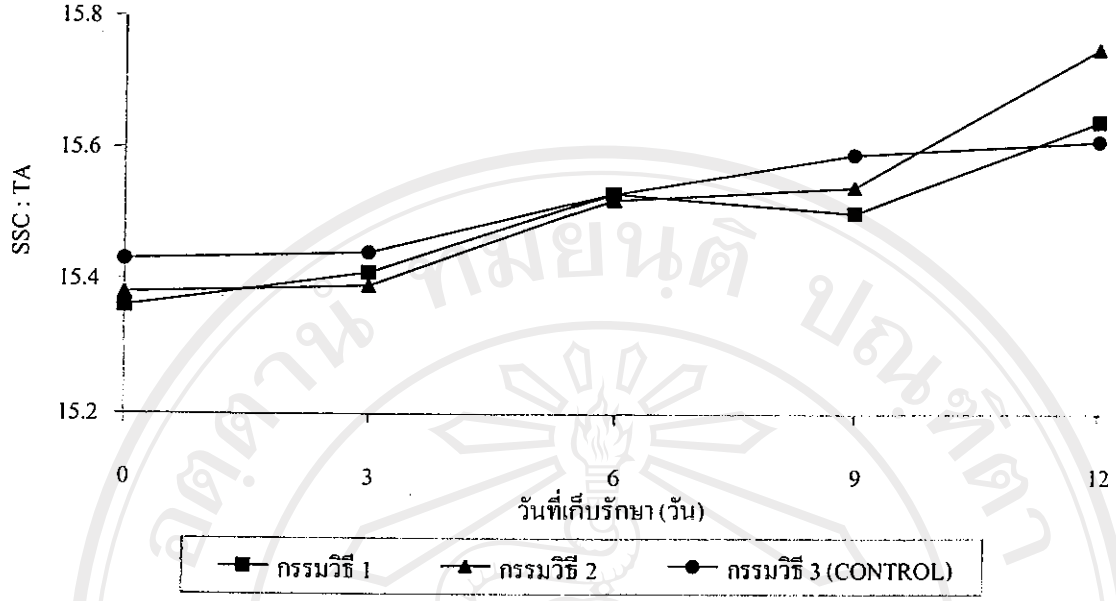
ภาพ 22 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (เปอร์เซ็นต์) ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

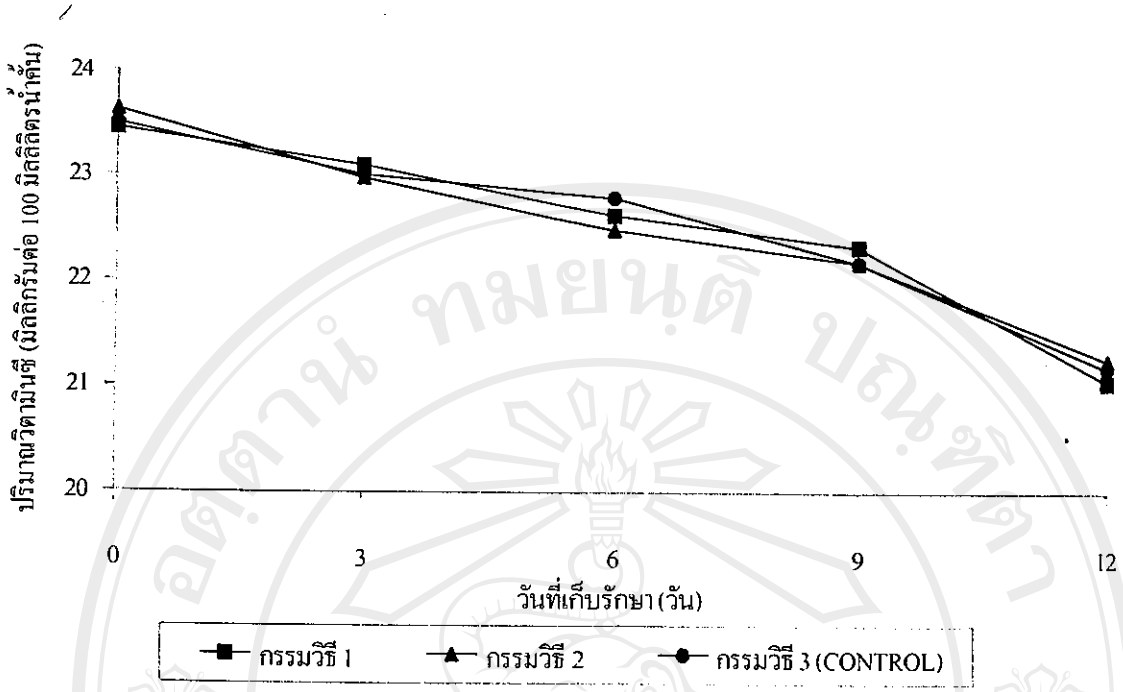
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 23 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์
กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์
กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 24 ปริมาณวิตามินซีของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

หมายเหตุ : กรรมวิธี 1 ผลส้มจุ่ม cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 2 ผลส้มจุ่ม washed cell suspension ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

กรรมวิธี 3 ผลส้มที่ไม่ได้จุ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ชุดควบคุม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3 การประเมินคุณภาพในการบริโภคโดยการชิม

การประเมินคุณภาพของผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธีโดยการชิมนั้นพบว่ารสชาติของผลส้มมีรสหวานในบางผล ซึ่งส่วนมากจะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย โดยในวันแรกที่เริ่มทำการเก็บรักษาผลส้มส่วนมากจะมีรสเปรี้ยวซึ่งคะแนนที่ได้รับจากการบริโภคโดยการชิมคือ 2.8–3.0 และจะมีรสเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ จนในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาผลส้มจะได้คะแนนจากการบริโภคโดยการชิมอยู่ในเกณฑ์หวานคือ 4.6 – 5.0 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในผลส้มทั้ง 3 กรรมวิธี (ตาราง 14)

ตาราง 14 คะแนนการยอมรับจากผู้ปริโภคโดยการชิม (คะแนน) ของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน

กรรมวิธี / วัน	คะแนนการยอมรับจากผู้ปริโภคโดยการชิม (คะแนน)[1]				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
กรรมวิธี 1	2.8 ns	4.1 ns	4.1 ns	4.5 ns	5.0 ns
กรรมวิธี 2	3.0 ns	3.8 ns	4.3 ns	4.6 ns	4.8 ns
กรรมวิธี 3 (control)	2.8 ns	4.2 ns	4.2 ns	4.6 ns	4.6 ns
LSD	1.26	0.90	0.76	0.48	0.43
%CV	8.04	4.38	9.76	4.59	9.82

หมายเหตุ : 1 ค่าเฉลี่ยคะแนนยอมรับจากผู้ปริโภคโดยการชิมของผลส้มจากส้ม 10 ผล

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved