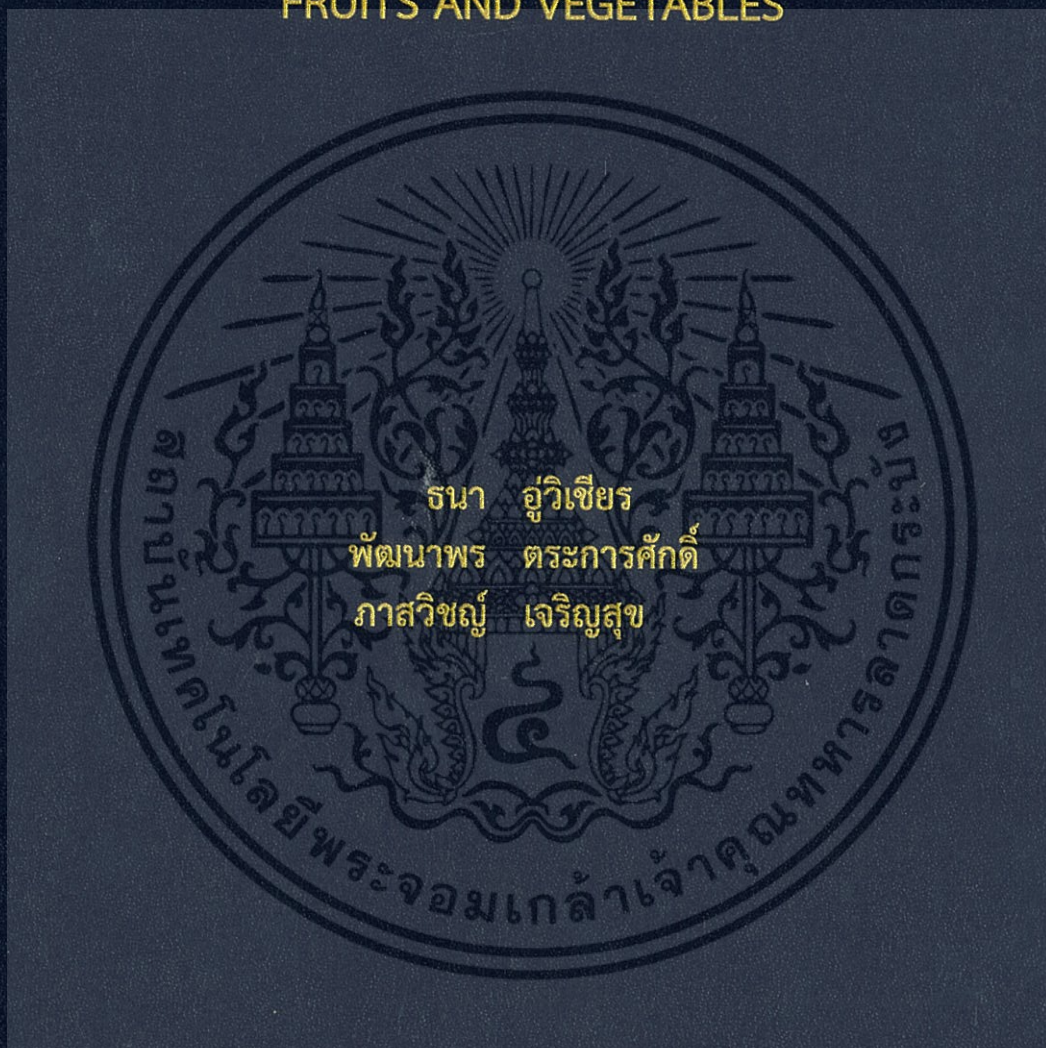


การควบคุมการเจริญของเชื้อราที่ทำให้ผักและผลไม้เน่าเสีย
หลังการเก็บเกี่ยว

CONTROL OF POSTHARVEST FUNGAL DECAY OF
FRUITS AND VEGETABLES



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การควบคุมการเจริญของเชื้อราที่ทำให้ผักและผลไม้เน่าเสีย

หลังการเก็บเกี่ยว

CONTROL OF POSTHARVEST FUNGAL DECAY OF
FRUITS AND VEGETABLES



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL OF POSTHARVEST FUNGAL DECAY OF
FRUITS AND VEGETABLES



THANA AUWICHIE
PATTANAPORN TRAKANSAK
PASAWICH JAREANSUK

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การควบคุมการเจริญของเชื้อราที่ทำให้ผักและผลไม้เน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยว	
ชื่อนักศึกษา	นายธนา อุวิเชียร	รหัสประจำตัว 56051004
	นางสาวพัฒนาพร ตระการศักดิ์	รหัสประจำตัว 56051037
	นายภาสวิชญ์ เจริญสุข	รหัสประจำตัว 56051049
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	ชีววิทยา	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
ปีการศึกษา	2559	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.สุรีย์ นานาสมบัติ	

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างแครอท มะเขือเทศ กหล่ำย และมะละกอ ชนิดละ 10 ตัวอย่างมาประเมินการปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดด้วยวิธี Dilution plating พบว่าตัวอย่างทั้ง 4 ชนิดมีจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมด $1.0 \times 10^5 - 2.4 \times 10^8$ CFUต่อกรัม เชื้อราที่พบมากที่สุดในการแครอทคือ *Geotrichum* spp. (ร้อยละ 6.15) ส่วนเชื้อรา *Penicillium* spp. พบได้มากที่สุดทั้งในมะเขือเทศ (ร้อยละ 9.23) กหล่ำย (ร้อยละ 9.23) และมะละกอ (ร้อยละ 12.3) ส่วนเชื้อยีสต์ที่พบในการแครอทมากที่สุดคือ *Candida* spp. (ร้อยละ 3.08) เช่นเดียวกับในกหล่ำย ในมะเขือเทศพบเชื้อยีสต์ *Rhodotorula* spp. (ร้อยละ 3.08) มากที่สุด แต่ในมะละกอพบเชื้อยีสต์เพียงชนิดเดียว คือ *Trichosporon mucoides* (ร้อยละ 1.54)

การศึกษาผลของสารละลายกรดอินทรีย์และเกลือในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กหล่ำย และมะละกอ โดยการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดอินทรีย์และเกลือของกรดอินทรีย์ที่ใช้ยับยั้ง ส่วนใหญ่สารประกอบเกลือของกรดอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้ดีกว่ากรดอินทรีย์ โดยเชื้อราทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบถูกยับยั้งโดยเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต โซเดียมเบนโซเอต โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ และแอมโมเนียมคาร์บอเนตได้ดีกว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตต อีกทั้งสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตและโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์มากกว่าสารละลายเกลือที่ใช้ทดสอบชนิดอื่น ๆ โดยเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* T6D5 ที่แยกได้จากมะเขือเทศไวต่อการถูกยับยั้งได้โดยสารละลายเกลือ 4 ชนิดดังกล่าว (ค่า MIC ร้อยละ 0.01-1.00) เกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ แอมโมเนียมอะซิเตต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และโพแทสเซียมซอร์เบตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium chrysogenum* P2D4 ที่แยกได้จากมะละกอได้ดี (ค่า MIC ร้อยละ 0.1-1.0) ขณะที่เชื้อรา *Aspergillus flavus* P8A6 ที่แยกได้จากมะละกอด้านทานต่อเชื้อชนิดดังกล่าวมากกว่า (ค่า MIC ร้อยละ 1-8) และยิ่งกว่านั้นเชื้อรา *Culvuraria* spp. C7D7 ที่แยกได้จากแครอทไวต่อการถูกยับยั้งโดยเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต โซเดียมเบนโซเอต และแอมโมเนียมคาร์บอเนตได้ (ค่า MIC ร้อยละ 0.5) นอกจากนี้เกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii* C9D7 ที่แยกได้จากแครอทได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ค่า MIC ร้อยละ 0.1) และยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *Candida famata* C1A3 ที่แยกได้จากแครอทได้ดี (ค่า MIC ร้อยละ 0.25) ส่วนโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เป็นสารละลายเกลือที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *Candida guilliermondii* T7D5 และ *Rhodotorula mucilaginosa* T7D4 ที่แยกได้จากมะเขือเทศได้ดี (ค่า MIC ร้อยละ 0.25) นอกจากนี้พบว่ากรดแลคติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราและยีสต์ส่วนใหญ่ได้ดีกว่ากรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกรดทาร์ทาริก โดยเชื้อรา *Penicillium chrysogenum* P2D4 และเชื้อยีสต์ *Candida* ทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบถูกยับยั้งโดยกรดแลคติกได้ที่ค่า MIC ร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2-4 ตามลำดับ

จากนั้นจึงได้ทดลองประยุกต์ใช้สารละลายกรดอินทรีย์และเกลือในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* บนมะเขือเทศพบว่าการใช้สารละลายเกลือของกรดอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้บนมะเขือเทศได้ดีกว่าการใช้สารละลายกรดอินทรีย์ โดยในบรรดาสารละลายเกลือและกรดอินทรีย์ทั้งหมดที่ทดสอบพบว่า สารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* T6D5 ที่แยกได้จากมะเขือเทศได้อย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามการใช้สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสายพันธุ์นี้ต้องใช้ความเข้มข้นร้อยละ 3

คำสำคัญ: กรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ เชื้อราและยีสต์ ผักและผลไม้

Title	Control of postharvest fungal decay of fruits and vegetables
Students	Mr. Thana Auwichien Miss Pattanaporn Trakansak Mr. Passawich Jareansuk
Degree	Bachelor of Science (Biology)
Department	Industrial Microbiology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Suree Nanasombat

Abstract

In this study, fruits and vegetables (10 samples each) including carrots, tomatoes, bananas, and papayas were collected for evaluation of fungal contamination by dilution plating method. The results showed that all types of samples were highly contaminated with yeasts and molds (1.0×10^5 - 2.4×10^8 CFU/g). *Geotrichum* spp. (6.15%) was commonly found in carrots, whereas *Penicillium* spp. was most found in tomato (9.23%), banana (9.23%), and papaya (12.3%). Similar to banana, *Candida* spp. (3.08%) was mostly found in carrots. *Trichosporon mucoides* (1.54%) was the only yeast species which was found in papayas.

Effect of organic acid and salt solutions on controlling of yeasts and molds isolated from carrots, tomatoes, bananas, and papayas were studied by determining the minimum inhibitory concentration (MIC). Mostly, salt solutions showed more inhibitory effect to fungal growth than organic acid solutions. All mold strains tested were inhibited by potassium sorbate, sodium benzoate, potassium metabisulfite, and ammonium carbonate more effectively than potassium acetate. In addition, ammonium carbonate and potassium metabisulfite were more effective to inhibit growth of yeasts, compared to other salts tested. *Rhizopus stolonifer* T6D5 isolated from tomato was sensitive to these four salts (0.01-0.1% MIC). Potassium metabisulfite, ammonium acetate, and potassium sorbate were effective to inhibit growth of *Penicillium chrysogenum* P2D4 isolated from papaya (0.1-1% MIC), while *Aspergillus flavus* P8A6 isolated from papaya was resistant to these salts (1-8% MIC). Moreover,

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางสถาบัน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Culvuraria spp. C7D7 isolated from carrot was sensitive to potassium sorbate, sodium benzoate, and ammonium carbonate (0.5% MIC). In addition, ammonium carbonate could effectively inhibit the growth of *Trichosporon asahii* C9D7 isolated from carrots (0.1% MIC) and also the growth of *Candida famata* C1A3 isolated from carrot (0.25% MIC). Meanwhile, potassium metabisulfite was the effective salt against *Candida guilliermondii* T7D5 and *Rhodotorula mucilaginosa* T7D4 isolated from tomato (0.25% MIC). Furthermore, lactic acid was found to be more effective acid to inhibit most of mold and yeast strains tested, as compared to other acids tested. *P. chrysogenum* P2D4 and all *Candida* strains tested were inhibited by lactic acid at 0.5% MIC and 2-4% MIC, respectively

Application of acid and salt solutions to control the growth of *R. stolonifer* on tomatoes was tested. Salt solutions were more effective to inhibit the growth of this mold strain on tomato compared to acid solutions. Among all salt and acid solutions tested, potassium metabisulfite completely inhibited the growth of *R. stolonifer* T6D5 isolated from tomato at 1% (w/v) concentration. However, use of potassium sorbate to inhibit the growth of this fungal strain was effective at 3%(w/v) concentration.

Keywords: Fungi, Fruits and vegetable, Organic acids, Salts

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร. สุรีย์ นานาสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษฉบับนี้ที่ได้คอยช่วยให้คำแนะนำและแนวทางในการศึกษาวิจัย พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ทั้งในด้านทฤษฎีและทางปฏิบัติ อีกทั้งยังคอยสนับสนุน ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาในโครงการพิเศษนี้ คอยช่วยชี้แนะและตรวจสอบ ความถูกต้องในการทำรูปเล่มและขั้นตอนในการดำเนินงานของโครงการพิเศษฉบับนี้ด้วยความใส่ใจ เป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมพิศ สอนโยธา ที่ได้สละเวลามาเป็นคณะกรรมการในการรับฟัง การบรรยายโครงการพิเศษฉบับนี้ อีกทั้งยังคอยช่วยชี้แนะแนวทางในการดำเนินงานที่เป็นประโยชน์ จนโครงการพิเศษฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ ได้สละเวลาเป็นคณะกรรมการในการรับฟัง การบรรยายโครงการพิเศษฉบับนี้ พร้อมทั้งช่วยให้คำแนะนำและให้ความรู้เพิ่มเติมเพื่อทำให้โครงการ พิเศษฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ นางสาวปรียานุช ศรีไพบูลย์ และนางสาวณัฐทิตา ปราณนัทรีย์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ที่คอยช่วยให้คำปรึกษาการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาในโครงการพิเศษฉบับ นี้อย่างถูกต้อง อีกทั้งอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์มาใช้ศึกษาวิจัยโครงการพิเศษฉบับนี้

ธนา	อุวิเชียร
พัฒนาพร	ตระการศักดิ์
ภาสวิชญ์	เจริญสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ผักและผลไม้	4
2.1.1 ผัก.....	4
2.1.2 ผลไม้.....	13
2.2 การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว	26
2.2.1 การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลทางพืชสวน	27
2.2.2 สาเหตุของการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว	28
2.2.3 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการสูญเสียของผลิตผล	29
2.2.4 ลักษณะทางธรรมชาติของผลิตผลกับการเกิดโรค	31
2.2.5 กระบวนการเกิดโรค	33
2.2.6 การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว.....	34
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
2.3.1 การเน่าเสียของผักและผลไม้	38
2.3.1 การป้องกันการเน่าเสียของผักและผลไม้	39
2.3.2 การประยุกต์ใช้สารละลายเกลือหรือกรดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา.	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	40
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	40
3.1.1 วัสดุดิบ	40
3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์.....	40
3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ.....	40
3.1.4 สารเคมีและชุดทดสอบ.....	41
3.1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	41
3.2 วิธีการทดลอง	42
3.2.1 การศึกษาเชื้อราและยีสต์ในแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ	42
3.2.2 การศึกษาผลของกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการเจริญ ของเชื้อราและยีสต์ในแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ	45
3.2.3 การประยุกต์ใช้กรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุม การปนเปื้อนของเชื้อราในมะเขือเทศ	47
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	49
4.1 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในแครอทและมะเขือเทศ	49
4.2 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในกัลฉ่ายและมะละกอ.....	49
4.3 ผลของสารประกอบเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการควบคุม การเจริญของเชื้อราและยีสต์ในแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ	64
4.4 ผลการประยุกต์ใช้สารประกอบเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราในมะเขือเทศ	77
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	85
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก.....	94
ภาคผนวก ก.....	95
ภาคผนวก ข.....	102
ภาคผนวก ค.....	104
ภาคผนวก ง.....	182
ภาคผนวก จ.....	201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดของเชื้อราที่ทำให้ผักเน่าเสีย.....	5
2.2 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้มะเขือเทศเน่าเสีย	13
2.3 ชนิดของเชื้อราที่ทำให้ผลไม้เน่าเสีย	14
2.4 ร้อยละการสูญเสียของผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว	27
4.1 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในแครอทและมะเขือเทศโดยวิธี Dilution plating	55
4.2 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในกล้วยและมะละกอโดยวิธี Dilution plating.....	56
4.3 เชื้อราและยีสต์ที่ปนเปื้อนในแครอท มะเขือเทศ กล้วย และมะละกอ	67
4.4 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการยับยั้งการเจริญ ของเชื้อราและยีสต์ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	66
4.5 ผลการประยุกต์ใช้สารละลายเกลือและสารละลายกรดชนิดต่าง ๆ ในการควบคุม การเจริญของเชื้อรา <i>Rhizopus stolonifer</i> บนมะเขือเทศ.....	82
ข.1 การเตรียมสารประกอบเกลือและกรดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	103
ค.1 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร DRBC.....	104
ค.2 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร APDA.....	106
ค.3 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร MY50G.....	107
ค.4 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร MY20G.....	108
ค.5 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในแครอทบนอาหาร DRBC.....	109
ค.6 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในแครอทบนอาหาร APDA.....	111
ค.7 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะเขือเทศบนอาหาร DRBC.....	112
ค.8 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะเขือเทศบนอาหาร APDA.....	114
ค.9 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร DRBC.....	115
ค.10 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร APDA	117
ค.11 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร MY50G.....	118
ค.12 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร MY20G.....	119
ค.13 ผลการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา ที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กล้วย และมะละกอ	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.14 ผลการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการตรวจสอบทางสรีรวิทยา ของเชื้อยีสต์ที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กลัวย และมะละกอ	138
ค.15 การหมักสารประกอบคาร์บอนของเชื้อยีสต์ที่แยกได้จาก แครอท มะเขือเทศ กลัวย และมะละกอ	141
ค.16 องค์ประกอบของ API 20 C AUX strip และผลการทดสอบ	142
ค.17 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	161
ค.18 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	162
ค.19 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	163
ค.20 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	164
ค.21 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	165
ค.22 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแอสคอร์บิกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	166
ค.23 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแลคติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	167
ค.24 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดซิตริกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	168
ค.25 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดทาร์ทาริกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	169
ค.26 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.27 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	171
ค.28 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	172
ค.29 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	173
ค.30 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	174
ค.31 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดแอสคอร์บิก ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	175
ค.32 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดแลคติก ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	176
ค.33 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดซิตริก ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	177
ค.34 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดทาร์ทาริก ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution).....	178
ค.35 ค่าพีเอช (pH) ในอาหารของสารประกอบเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ	179
จ.1 ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดสอบด้วยวิธี API.....	204
จ.2 องค์ประกอบของ API 20 C AUX strip.....	205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ผัก	4
2.2 แครอท	6
2.3 โรค Soft rot สาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย <i>Erwinia carotovora</i>	7
2.4 โรค Crown rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Rhizoctonia</i>	7
2.5 โรค White mold สาเหตุจากเชื้อรา <i>Sclerotinia</i>	8
2.6 โรค Black root rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Chalara elegans</i>	8
2.7 โรค Black rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Alternaria radicina</i>	9
2.8 โรค <i>Pythium</i> brown rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Pythium</i> spp.	9
2.9 โรค <i>Phytophthora</i> root rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp.	10
2.10 มะเขือเทศ	10
2.11 โรค Soft rot สาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย <i>Erwinia carotovora</i>	11
2.12 โรค Sour rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Geotrichum candidum</i>	11
2.13 โรค <i>Rhizopus</i> rot	12
2.14 โรค <i>Rhizopus</i> rot ในมะเขือเทศ	12
2.15 ผลไม้	14
2.16 กล้วย	15
2.17 โรค Crown rot ในกล้วย	16
2.18 เชื้อราสีขาวยกเกิดจากโรค Crown rot	16
2.19 โรค Anthracnose ในกล้วย	17
2.20 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Colletotrichum musae</i>	17
2.21 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Chalara paradoxa</i>	17
2.22 โรค Squirter สาเหตุจากเชื้อรา <i>Nigrospora sphaerica</i>	18
2.23 มะละกอ	18
2.24 โรค Anthracnose สาเหตุจากเชื้อรา <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	19
2.25 โรค Chocolate spot	19
2.26 โรค Chocolate spot 2	20
2.27 โรค Dry rot ในมะละกอ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.28	รูปตัดตามขวางการเจริญของเชื้อรา <i>Mycosphaerella</i> sp. ในเนื้อเยื่อของมะละกอ.....	20
2.29	โรค Wet rot.....	21
2.30	รูปตัดตามขวางการแพร่กระจายของเชื้อรา <i>Phomopsis</i> sp.....	21
2.31	โรค <i>Alternaria</i> fruit spot	22
2.32	โรค <i>Stemphylium</i> fruit spot.....	22
2.33	โรค <i>Fusarium</i> rot	23
2.34	โรค Stem-end rot	23
2.35	โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Mycosphaerella</i>	24
2.36	โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Botryodiplodia theobromae</i>	24
2.37	โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Mycosphaerella</i> sp. และ <i>B. theobromae</i> ..	24
2.38	โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา <i>Phomopsis</i> sp.....	25
2.39	รูปตัดตามขวาง โรค Stem-end rots สาเหตุจากเชื้อรา <i>Phomopsis</i> sp.	25
2.40	โรค Smut สาเหตุจากเชื้อรา <i>Cladosporium</i> sp.....	26
2.41	โรค Smut สาเหตุจากเชื้อรา <i>Cladosporium</i> sp. 2	26
2.42	ไดอะแกรมแสดงลักษณะโครงสร้างของ appressorium และกลไกการสร้างแรงดัน.....	34
4.1	การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในกล้วยและแครอท.....	50
4.2	ลักษณะของเชื้อรา <i>Geotrichum</i> spp.	50
4.3	ลักษณะของเชื้อรา <i>Absidia</i> spp.	51
4.4	ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Candida</i> spp. (<i>Candida famata</i>)	51
4.5	ลักษณะของเชื้อรา <i>Penicillium</i> spp.	52
4.6	ลักษณะของเชื้อรา <i>Rhizopus</i> spp.....	52
4.7	ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	53
4.8	ลักษณะของเชื้อรา <i>Acremonium</i> spp.	53
4.9	ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Candida</i> spp. (<i>Candida parapsilosis</i>)	54
4.10	ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Trichosporon asahii</i>	54
4.11	ผลของสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>Rhizopus stolonifer</i> T6D5 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน พบว่า ไม่มีการเจริญของเชื้อราออกนอกรอยแผล (0.55 เซนติเมตร)	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>Rhizopus stolonifer</i> TISTR 3144 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน	78
4.13 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>Rhizopus stolonifer</i> T6D5 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน	79
4.14 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>Rhizopus stolonifer</i> TISTR 3144 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	80
4.15 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>Rhizopus stolonifer</i> T6D5 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน	81
ค.1 ลักษณะของเชื้อรา <i>Culvuraria</i> spp.	134
ค.2 ลักษณะของเชื้อรา <i>Absidia</i> spp.	134
ค.3 ลักษณะของเชื้อรา <i>Penicillium</i> spp.	135
ค.4 ลักษณะของเชื้อรา <i>Geotrichum</i> spp.	135
ค.5 ลักษณะของเชื้อรา <i>Paecilomyces</i> spp.	136
ค.6 ลักษณะของเชื้อรา <i>Acremonium</i> spp.	136
ค.7 ลักษณะของเชื้อรา <i>Rhizopus</i> spp.	137
ค.8 ลักษณะของเชื้อรา <i>Aspergillus</i> spp.	137
ค.9 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส B1A5 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	143
ค.10 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส B1A6 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	144
ค.11 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส B1D3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	145
ค.12 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส C1A3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	146
ค.13 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส C1A4 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	147
ค.14 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส C1D3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	148
ค.15 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส C9D7 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	149
ค.16 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส P3D3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	150
ค.17 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส T2A4 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	151
ค.18 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส T2D3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	152
ค.19 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส T7D4 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.20 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส T7D5 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0	154
ค.21 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Trichosporon mucoides</i>	155
ค.22 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	155
ค.23 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	156
ค.24 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Trichosporon asahii</i>	156
ค.25 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Candida famata</i>	157
ค.26 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Candida ciferrii</i>	157
ค.27 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Cyptococcus humicola</i>	158
ค.28 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Rhodotorula minuta</i>	158
ค.29 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Candida guilliermondii</i>	159
ค.30 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Candida lusitaniae</i>	159
ค.31 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Cryptococcus laurentii</i>	160
ค.32 ลักษณะของเชื้อยีสต์ <i>Candida spp. (Candida parapsilosis)</i>	160
ค.33 ลักษณะการเน่าเสียของมะละกอ	167
ค.34 ลักษณะการเน่าเสียของมะละกอ 2	180
ค.35 โรค Internal fruit ในมะละกอ	181
ง.1 ลักษณะพื้นฐานของ Zygomycetes	183
ง.2 ชนิดของ conidiophore ในเชื้อรา <i>Penicillium</i>	199
ง.3 ลักษณะของ conidiophores	200
ง.4 การพัฒนาของ blastic	200
จ.1 ตัวอย่างการบันทึกผล และการแสดงค่า API	204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เชื้อราที่แพร่กระจายอยู่ในธรรมชาติเป็นสิ่งที่สำคัญในการเสื่อมสภาพและการเน่าเสียของผลิตผลทางการเกษตร (Nikkah และคณะ, 2017) ถึงแม้ว่าการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวนั้นเกิดขึ้นได้ยากเนื่องจากผักและผลไม้มีเปลือกหุ้มแต่เมื่อใดก็ตามที่การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสมก็อาจทำให้จุลินทรีย์เข้าสู่เนื้อเยื่อผักและผลไม้ได้ โดยทั่วไปผลไม้มีค่าพีเอชต่ำกว่าระดับพีเอชที่แบคทีเรียส่วนใหญ่สามารถเจริญได้ ผลไม้จึงมักเน่าเสียโดยเชื้อราและยีสต์ เนื่องจากเชื้อราและยีสต์สามารถเจริญได้ที่ค่าพีเอชต่ำกว่า 3.5 (Jay และคณะ, 2005) และอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เชื้อราและยีสต์สามารถเจริญได้ดีในผักและผลไม้ คือผักและผลไม้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity หรือ a_w) ผันแปรในช่วงที่เชื้อราและยีสต์จะเจริญได้ มีรายงานว่ามะเขือเทศมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 4.2-4.9 ค่าปริมาณน้ำอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 0.998-0.991 เชื้อราที่พบว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้มะเขือเทศเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ *Helminthosporium solani*, *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum* และ *Mucor piriformis* (Ukeh และ Chiejina, 2012) นอกจากนี้ Graham (2003) ยังได้กล่าวว่ามะเขือเทศนั้นสามารถพบเชื้อยีสต์ *Candida* spp., *Rhodotorula* spp. และ *Cryptococcus* spp. ได้เป็นจำนวนมาก ส่วนในแครอทมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 4.9-5.2 ค่าปริมาณน้ำอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 0.993-0.983 เชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus niger*, *Geotrichum candidum* และ *Rhizopus oryzae* จึงเป็นสาเหตุในการเน่าเสียของแครอท (Akhtari และคณะ, 2016) และพบว่าเชื้อยีสต์ที่ทำให้แครอทเน่าเสีย ได้แก่ *Cryptococcus albids*, *C. lambica*, *C. sake*, *C. parapsilosis* และ *C. tropicalis* (Babic และคณะ, 1992) นอกจากนี้ในกล้วยมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 4.5-5.2 ค่าปริมาณน้ำอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 0.987-0.964 เชื้อราในกลุ่ม *Colletotrichum musae*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp. และ *Rhizopus* spp. ทำให้กล้วยเกิดการเน่าเสียแบบ Crown rot (Alemu, 2014) และมีรายงานว่าเชื้อยีสต์ที่ส่งผลทำให้กล้วยเน่าเสีย คือ *Candida* spp., *Cryptococcus* spp. และ *Rhodotorula* spp. (Graham, 2003) และมะละกอสวนใหญ่มีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.990 ค่าพีเอชเท่ากับ 5.2-5.7 โดยเชื้อราที่มีการรายงานว่าเป็นสาเหตุเน่าเสียคือเชื้อราในสกุล *Penicillium* spp. (Llodu, 2011) พบเชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ที่ทำให้มะละกอสวนใหญ่เน่าเสียคือ *Candida pseudotropicalis*, *Trichosporon asahii* และ *Rhodotorula glutinis* ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อราและยีสต์เป็นปัญหาสำคัญในผลิตผลทางการเกษตรเหล่านี้ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นอย่างสูง ดังนั้นจึงควรหาวิธีควบคุมเชื้อราและยีสต์ที่ก่อโรคบนผักและผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการหนึ่งที่ยินยอมใช้เพื่อควบคุมหรือป้องกันการก่อโรคของเชื้อราบนผลิตผลทางการเกษตร คือการใช้ยาฆ่าเชื้อรา (fungicides) (El-Mougy และคณะ, 2013) แต่เนื่องจากเชื้อรามีการพัฒนา ความต้านทานต่อยาฆ่าเชื้อราที่สำคัญหลายชนิดเพิ่มขึ้นและไม่สามารถหายาต้านเชื้อราชนิดอื่น มาทดแทนได้ อีกทั้งประชาชนยังมีความกังวลในความปลอดภัยของการใช้ยาฆ่าเชื้อราซึ่งส่งผลกระทบต่อ ผลิตผลทางการเกษตรและยังมีการควบคุมหรือข้อกำหนดที่เคร่งครัดในการใช้ยาฆ่าเชื้อรา ส่งผลให้ การนำยาฆ่าเชื้อราไปใช้เพื่อควบคุมการเจริญของเชื้อราในผลิตผลทางการเกษตรลดลง (Janisiewicz และ Korsten, 2002) อย่างไรก็ตามยังมีอีกทางเลือกหนึ่งในการควบคุมการเจริญของเชื้อราในผัก และผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวซึ่งก็คือการใช้กรดอินทรีย์และเกลือของกรดอินทรีย์ รวมถึงสารประกอบ อนินทรีย์ โดย Stratford และ Eklund (2003) กล่าวว่า กรดอินทรีย์และเกลือของกรดอินทรีย์ หลายชนิดถูกนำมาใช้เป็นสารถนอมอาหารได้แก่ กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบต กรดเบนโซอิกและ เกลือเบนโซเอต กรดโพทิโอนิกและเกลือโพทิโอเนต ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลไฟต์ โพแทสเซียม เมตาไบซัลไฟต์ ไนไตรต์และไนเตรต เกลือฟอสเฟต กรดแลคติก กรดอะซิติกและเกลืออะซิเตต แคลเซียมไดอะซิเตต กรดทาร์ทาริก กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก (Jay, 2005) ซึ่งสารเคมีเหล่านี้ โดยส่วนใหญ่จะได้รับการรับรองว่าเป็นสารปลอดภัย (generally recognized as safe ; GRAS) (Government Publishing Office, 1977) จึงเป็นการยืนยันว่าสารเคมีเหล่านี้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค หากนำมาใช้ในอาหารรวมถึงผักและผลไม้ สำหรับฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์นั้นได้มีงานวิจัยจำนวนมาก ที่กล่าวถึงความสามารถของกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และสารประกอบอนินทรีย์ที่สามารถ ยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้ เช่น เกลือซอร์เบตความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Alternaria alternata* ได้ (Yigit และ Korukluoglu, 2007) เกลือเบนโซเอตสามารถยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus flavus* ได้ (López-Malo และคณะ, 2005) แอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และร้อยละ 2 สามารถยับยั้งทั้งการเจริญของเส้นใย ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* บนอาหาร PDA และการสร้างโคนิเดียบนแผ่น เมมเบรนได้ถึงร้อยละ 84.58-90 (Sivakumar และคณะ, 2002) กรดแลคติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus flavus* และ *Penicillium purpurogenum* ได้ (Hassan และคณะ, 2015) และสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ยังสามารถยับยั้งการเจริญของ เชื้อราชนิดอื่น ๆ ได้ที่ระดับ MIC เท่ากับ 10 มิลลิโมลาร์ เช่น *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium sambucinum* และ *Pythium sulcatum* (Kolaei และคณะ, 2012)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำสารละลายกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และ สารประกอบอนินทรีย์มาใช้ประยุกต์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ทำให้ผลิตผลทางการเกษตร เน่าเสีย เช่น เกลือโซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถ ป้องกันการก่อโรค dry rot ได้ (Mecteau และคณะ, 2002) สารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* ในมะเดื่อฝรั่งได้ (rofichi caprifigs) (Obenauf และคณะ, 1982) รวมถึงสามารถควบคุมการก่อโรคจากเชื้อรา *Penicillium* sp. ในส้ม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้อีกด้วย (Youssef และคณะ, 2012) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะตรวจหาจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ แครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ เพื่อทำการคัดแยกและจำแนกชนิดเชื้อราและยีสต์ที่ทำให้ผักและผลไม้นี้ดงกล่าวเน่าเสีย และทดลองเพื่อหาวิธีการควบคุมการเจริญของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้โดยใช้กรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งรวมถึงการนำผักมาประยุกต์ใช้กับสารละลายต่าง ๆ ข้างต้นเพื่อศึกษาการควบคุมการก่อโรคของเชื้อราบนผัก

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อตรวจหาจำนวนการปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ
- 2) เพื่อคัดแยกและจำแนกสายพันธุ์ของเชื้อราและยีสต์ที่ทำให้แครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอเน่าเสีย
- 3) เพื่อควบคุมการเจริญของเชื้อราที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอโดยใช้กรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

ศึกษาผลของกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ใน แครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอจากนั้นจึงนำมะเขือเทศมาฉีดพ่นด้วยกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์ เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อราในมะเขือเทศ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงผลของกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักและผลไม้

2.1.1 ผัก

ผักเป็นอาหารจำเป็นสำหรับร่างกาย อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะวิตามินมีมากและหลากหลายเป็นพิเศษในพืชผัก พืชผักหลาย ๆ ชนิดจึงขึ้นชื่อเป็นพิเศษว่า มีสรรพคุณป้องกันและรักษาโรคสำคัญ ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น ผักสดสามารถต้านการเกิดโรคมะเร็ง ซึ่งมีผลงานวิจัยมากกว่า 10,000 ชิ้น ที่พบว่าวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินอีสามารถพบได้มากในผักสด โดยช่วยต้านโรคมะเร็งได้ดี เช่นเดียวกับสารเบต้า-แคโรทีนที่พบในแครอท มันเทศ ฟักทอง และผักเนื้อสีเหลืองชนิดอื่น ๆ เป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ที่สามารถช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้เช่นกัน วิตามินซีพบได้มากในผักใบเขียว พริก และมะเขือเทศช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งที่กระเพาะอาหารและหลอดอาหาร บรอกโคลีมีวิตามินต่าง ๆ เป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ ป้องกันทั้งโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคหลอดเลือดหัวใจตีบเป็นต้น นอกจากนี้ยังกระเทียมหอมยังช่วยลดคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิต และป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ยังมีโรคและความเจ็บป่วยอีกจำนวนมากที่พบว่าวิตามินและแร่ธาตุในพืชผักช่วยป้องกันและรักษาได้ สารสุขภาพในผักไม่ได้มีเพียงวิตามินและแร่ธาตุเท่านั้น ในผักยังมีสารอื่น ๆ ที่ให้คุณค่าแก่ร่างกายหากแต่ยังไม่ถูกวิจัยกันมากนัก เช่น น้ำมันระเหย แอนติไบโอติกธรรมชาติ ฮอร์โมน ธาตุสี (pigment) จำพวกคลอโรฟิลล์ ไบโอฟลาโวนอยด์ (bio-flavonoid) จากงานวิจัยพบว่า คลอโรฟิลล์ เพคติน (pectin) และแอนโทไซอันส์ (anthocyanins) ช่วยป้องกันร่างกายจากรังสีและสิ่งปนเปื้อนที่มากับอากาศ ป้องกันมะเร็ง และชะลอความแก่ได้ เชื่อกันว่าสารเหล่านี้เป็นเสมือนยาอายุวัฒนะ ทำให้สุขภาพร่างกายโดยรวมแข็งแรงเป็นปกติ (นิตดา และ ทวีทอง, 2548)



รูปที่ 2.1 ผัก

ที่มา : <http://www.thaihealth.or.th> (1 พฤศจิกายน 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 การเน่าเสียของผักโดยจุลินทรีย์

เนื่องจากองค์ประกอบผักประกอบไปด้วยน้ำประมาณร้อยละ 88 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 8.6 โปรตีนร้อยละ 1.9 ไขมันร้อยละ 0.3 เถ้าร้อยละ 0.84 และร้อยละของวิตามิน กรดนิวคลีอิกและเถ้ารวมกันน้อยกว่าร้อยละ 1 ด้วยองค์ประกอบเหล่านี้ ผักจึงมีความเหมาะสมต่อการสนับสนุนการเจริญของเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรีย ดังนั้นจึงพบการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิดใน ผัก โดยปริมาณน้ำในผักที่สูงทำให้เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย และการที่มีปริมาณ คาร์โบไฮเดรตและองค์ประกอบของไขมันต่ำ ซึ่งให้เห็นว่ามีปริมาณน้ำจำนวนมากที่อยู่ในรูปไม่สามารถ นำไปใช้ได้ และช่วงค่าพีเอชของผักส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย จึงไม่น่าแปลกใจ หากพบแบคทีเรียเป็นสาเหตุให้ผักเน่าเสีย นอกจากนี้การที่ผักมีค่าความต่างศักย์ของออกซิเดชัน รีดักชันสูงซึ่งให้เห็นว่า จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศและจุลินทรีย์ที่เจริญได้ทั้งสภาพมีและไม่มีอากาศนั้น มีความสำคัญมากกว่าจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญ (Jay และคณะ, 2005)

ในผักมีโครงสร้างที่สามารถป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (barrier) แต่ในกรณีที่ผักเกิดการเสียหายทั้ง ริวรอย และรอยฉีกขาดอาจทำให้จุลินทรีย์ก่อโรคเจริญเติบโตได้ (Jay และคณะ, 2005) อีกทั้งเมื่อผลไม้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมีโดยเมื่อผลไม้เริ่มสุกค่าพีเอชของ เนื้อเยื่อจะสูงขึ้น เปลือกอ่อนตัวลง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น และชั้นผิวช่วยป้องกันอ่อนตัวปัจจัย ทั้งหมดนี้จึงทำให้ผลไม้ที่ต้านทานต่อการบุกรุกของเชื้อราได้น้อยลง (Pitt และ Hocking, 2009)

ตารางที่ 2.1 ชนิดของเชื้อราที่ทำให้ผักเน่าเสีย

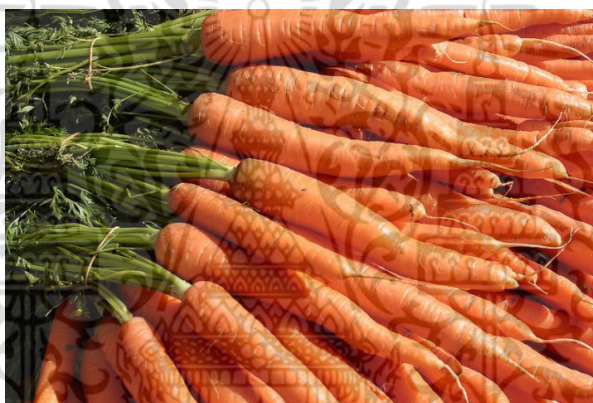
ชนิดของผัก	โรคที่ทำให้เน่าเสีย	ชื่อของเชื้อรา
หัวหอม	Black mold rot	<i>Aspergillus</i>
	Anthrachnose	<i>Colletotrichum</i>
แครอท	Black rot	<i>Alternaria</i>
ผักกาดหอม	Downy mildew	<i>Beauveria, Phytophthora</i>
หน่อไม้ฝรั่ง	<i>Fusarium</i> rot	<i>Fusarium</i>
กะหล่ำปลี	Gray mold rot	<i>Botrytis</i>
ถั่วเขียว	<i>Rhizopus</i> soft rot	<i>Rhizopus</i>
มันฝรั่ง	Tuber rot	<i>Fusarium</i>
ผักชีฝรั่ง	Watery soft rot	<i>Sclerotinia</i>
มะเขือเทศ	Sour rot	<i>Geotrichum candidum</i>

ที่มา : (Jay และคณะ, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 แครอท

แครอทมีชื่อสามัญคือ Carrot ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Daucus carota* Linn. มีชื่อเรียกตามถิ่นกำเนิดแต่ละถิ่น เช่น ผักกาดหัวเหลือง ผักชีหัว พบในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงและเอเชียกลาง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแครอทคือเป็นพืชล้มลุก ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกที่เป็นฝอย มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปหอกโดยจะเกิดเป็นกระจุกบริเวณโคน และมีหัวโผล่ขึ้นมาเหนือดิน ช่อดอกเป็นรูปร่มเช่นเดียวกับดอกผักชี ดอกสีขาวอมเหลือง รากหรือหัวยาวเรียวยาว ใช้เป็นที่เก็บสะสมอาหารและมีเนื้อแข็งกรอบ เปลือกสีส้ม บางพันธุ์สีส้มอมเหลืองหรือสีส้มอมแดงตามสีผิวเปลือก เนื้อในมีสีออกส้มมีกลิ่นเฉพาะเมล็ดที่เล็กและมีสีน้ำตาล แครอทเจริญเติบโตได้ดีทางภาคเหนือของเมืองไทย โดยปลูกมากที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ พิชณุโลก เพชรบูรณ์ ตาก และนครราชสีมา (นิตดา และ ทวีทอง, 2548)



รูปที่ 2.2 แครอท

ที่มา : <http://www.thaihealth.or.th> (1 พฤศจิกายน 2559)

ก) โรคหลังการเก็บเกี่ยวในแครอท

โรค Brown spot ในแครอทพบว่ามีสาเหตุมาจากเชื้อ *Acremonium apii* ที่สร้างเส้นใยเป็นจำนวนมากรอยแผลจะไม่ลึก แห้ง และมีสีสนิมซึ่งรอยแผลกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 0.5 เซนติเมตร ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวและการขนส่งแครอทสู่ตลาดในแต่ละพื้นที่จะมีระยะเวลาที่แตกต่างกัน แต่โดยส่วนมากเวลาส่วนใหญ่จะใช้ไปกับการขนส่งทำให้เวลาในการเก็บรักษาแครอทมีเพียงระยะเวลาสั้น ๆ ปัญหาการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวจึงไม่พบบ่อยนัก แต่ส่วนมากจะพบในแครอทที่บรรจุในถุงพลาสติก เนื่องจากภายในถุงพลาสติกจะมีความชื้นและอุณหภูมิสูงทำให้เหมาะแก่การเข้าทำลายของเชื้อหลายสายพันธุ์ เช่น *Erwinia carotovora* และ *Chalaropsis theilaviodos* (Derbyshire และ Shipway, 1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โรค Soft rot สาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia carotovora*

ที่มา : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-001.htm> (1 พฤศจิกายน 2559)



รูปที่ 2.4 โรค Crown rot สาเหตุจากเชื้อรา *Rhizoctonia*

ที่มา : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-001.htm> (1 พฤศจิกายน 2559)

การเก็บรักษาแครอทก่อนการบรรจุภัณฑ์พบว่าเชื้อราก่อโรคหลายสายพันธุ์ได้แก่ *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Mycoentrospora acerina* และ *Rhizoctonia carotae* เป็นสาเหตุของโรค *Rhizoctonia* (Jenzen, 1971) เมื่อเก็บรักษาแครอทเป็นระยะเวลาหนึ่งพบว่าเชื้อราก่อโรคเพิ่มขึ้นอีกหลายสายพันธุ์ได้แก่ *Rhizopus* spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora aotorum*, *Phytophthora megasperma*, *Pythium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Geotrichum candidum* และ *Penicillium* spp. ที่เป็นสาเหตุของโรคเน่า (Mukula, 1957; Rader, 1952)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โรค White mold สาเหตุจากเชื้อรา *Sclerotinia*

ที่มา : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-001.htm> (1 พฤศจิกายน 2559)

โรค Black root rot (Black mold) มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Chalara elegans* ซึ่งเกิดภายหลังจากการเก็บเกี่ยว โดยจะพบในแครอทที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงเป็นส่วนใหญ่ (Kushalappa และคณะ, 1994)



รูปที่ 2.6 โรค Black root rot สาเหตุจากเชื้อรา *Chalara elegans*

ที่มา : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-001.htm> (1 พฤศจิกายน 2559)

โรค Black rot มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Alternaria* ลักษณะการเกิดโรคต่างจากโรค Black root rot โดยเมื่อเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราจะทำให้แครอทมีเส้นใยสีดำ เชื้อราสายพันธุ์นี้แพร่กระจายมาโดยทางน้ำและลมซึ่งพบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิค่อนข้างอุ่น (Kushalappa และคณะ, 1994) เช่นเดียวกับ Saude และ Hausbeck (2006) ที่กล่าวว่าโรค Black rot ในแครอทมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Alternaria radicina*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โรค Black rot สาเหตุจากเชื้อรา *Alternaria radicina*

ที่มา : <http://msue.anr.msu.edu/news/blackrotofcarrot> (7 มกราคม 2016)

โรค Root dieback (*Pythium* brown rot) มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium* spp. ส่วนใหญ่พบมากในแครอทที่พร้อมรับประทาน โดยลักษณะการเกิดโรคจะทำให้หัวแครอทมีการงอกเพิ่มออกมาจากแครอทหัวเดิมที่มีการปนเปื้อนของเชื้อรา (Saude และ Hausbeck, 2006)



รูปที่ 2.8 โรค *Pythium* brown rot สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium* spp.

ที่มา : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-001.htm> (1 พฤศจิกายน 2559)

โรค *Phytophthora* root rot (rubbery brown rot) มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora* โดยจะพบการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงขั้นตอนการเก็บรักษา ซึ่งจะทำให้แครอทที่มีการปนเปื้อนมีเส้นใยสีดำหรือสีน้ำตาลเป็นจำนวนมาก (Saude และ Hausbeck, 2006)



รูปที่ 2.9 โรค *Phytophthora root rot* สาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora sp.*

ที่มา : <http://msue.anr.msu.edu/news/blackrotofcarrot> (7 มกราคม 2016)

2.1.1.3 มะเขือเทศ

มะเขือเทศมีชื่อสามัญว่า Tomato ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lycopersicon esculentum* Mill. ภาคเหนือเรียกว่า มะเขือส้ม ภาคอีสานเรียกว่า มะเขือเครือ มะเขือน้อย เขมร-สุรินทร์เรียกว่า ครอบ เขมรเรียกว่า ครอบ ละว้า-เชียงใหม่เรียกว่า น้ำเนอ มีถิ่นกำเนิดจาก ประเทศเม็กซิโก ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศคือเป็นไม้ล้มลุก ทรงเตี้ย ลำต้นสูงสีเขียวมีขนอ่อนนุ่มปกคลุมอยู่ทั่วทั้งต้น และมีเมือกเหนียว ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับรูปหอกหรือรูปไข่ขอบใบจัก แผ่นใบขรุขระมีขนขึ้นคลุม ซึ่งมีดอกสีเหลืองออกเป็นช่อบริเวณปลายกิ่งหรือปลายยอด ผลแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ บางสายพันธุ์ผลกลม ยาวรี หรือแป้น ผิวเปลือกเกลี้ยงเป็นมัน ผลอ่อนมีสีเขียว ผลสุกเต็มที่จะมีสีเหลือง หรือสีแดงสดภายในผลมีเมล็ดจำนวนมาก ปลูกได้ตลอดปีแต่จะให้ผลดีในช่วงฤดูหนาว ปลูกได้ทั่วไป ทุกพื้นที่ของประเทศไทย (นิดดา และ ทวีทอง, 2548)



รูปที่ 2.10 มะเขือเทศ

ที่มา : <http://issue247.com/wp-content> (1 พฤศจิกายน 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) โรคหลังการเก็บเกี่ยวในมะเขือเทศ

โรค Soft rot มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* ลักษณะการเกิดโรคมะเขือเทศจะมีลักษณะเหี่ยวและมีน้ำไหลออกมาเล็กน้อย ซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนสีของมะเขือเทศเป็นสีน้ำตาล และรอยช้ำนั้นจะมีการแพร่กระจายไปรอบผลของมะเขือเทศ (McColloch และคณะ, 1968)



รูปที่ 2.11 โรค Soft rot สาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia carotovora*

ที่มา : McColloch และคณะ (1968)

Butler (1960) กล่าวว่าเชื้อรา *Geotrichum candidum* สามารถทำให้ผลมะเขือเทศเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู และมีกลิ่นคล้ายเกิดการหมัก เมื่อนำมาวัดพีเอชแล้วจะอยู่ในช่วงของกรด และเชื้อราสายพันธุ์นี้ชอบเจริญในมะเขือเทศที่สุกแล้ว

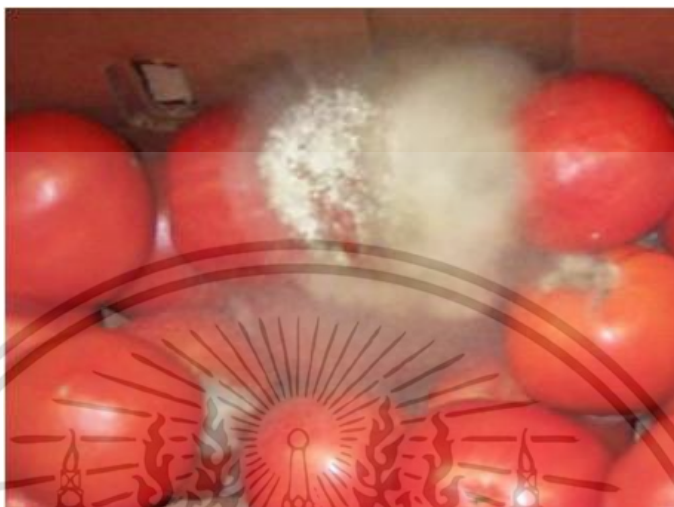


รูปที่ 2.12 โรค Sour rot สาเหตุจากเชื้อรา *Geotrichum candidum*

ที่มา : McColloch และคณะ (1968)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรค *Rhizopus rot* มีสาเหตุจากเชื้อรา *Rhizopus* ลักษณะการเกิดโรคจะทำให้มะเขือเทศ มีสีม่วงหรือสีขาวเนื่องมาจากการเจริญของเส้นใยของเชื้อราสายพันธุ์นี้ ซึ่งสามารถแพร่กระจายไปทั่วทั้งผล รวมทั้งข้ามไปยังลูกอื่น ๆ ได้ด้วย (McColloch และคณะ, 1968)



รูปที่ 2.13 โรค *Rhizopus rot*
ที่มา : McColloch และคณะ (1968)



รูปที่ 2.14 โรค *Rhizopus rot* ในมะเขือเทศ
ที่มา : McColloch และคณะ (1968)

โรค Black mold rot ในมะเขือเทศมีสาเหตุจากเชื้อรากลุ่มโรคหลายชนิดเช่น *Alternaria alternata*, *Stemphylium botryosum*, *Pleospora lycopersici* และ *Stemphylium spp.* โดยจะพบมากในช่วงมีการเก็บรักษาหรือในระหว่างการวางขาย (McColloch และคณะ, 1968)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้มะเขือเทศเน่าเสีย

โรคผลเน่า	ชื่อเชื้อ
<i>Alternaria rot</i>	<i>Alternaria alternata</i> <i>Keissler</i>
Ghost spot, Gray mold rot	<i>Botrytis cinereal</i>
<i>Cladosporium rot</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>
Anthracnose	<i>Colletotrichum phomoides</i>
<i>Phomopsis rot</i>	<i>Phomopsis sp.</i>
<i>Fusarium rot</i>	<i>Fusarium sp.</i>
Sour or watery rot	<i>Geotrichum candidum</i>
<i>Helminthosporium rot</i>	<i>Helminthosporium carposaprus</i>
Ring rot	<i>Myrothecium roridum</i>
Buckeye rot	<i>Phytophthora nicotianae</i>
<i>Pythium rot</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>
Soil rot	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Rhizopus rot</i>	<i>Rhizopus stolonifer</i>

ที่มา : ศุภลักษณ์ (2536)

2.1.2 ผลไม้

ปัจจุบันผู้คนล้มป่วยด้วยโรคร้ายแรงเช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคไขข้ออักเสบ โรคเนื้องอก โรคมะเร็ง โรคสมองเสื่อม และโรคอื่น ๆ ที่ไม่ได้มีสาเหตุมาจากเชื้อก่อโรค อาการเสื่อมของอวัยวะจนก่อให้เกิดโรคทั้งหลายเหล่านี้มาจากการเสียสมดุลของสารเคมีในร่างกายทำให้เซลล์ได้อาหารหล่อเลี้ยงไม่เพียงพอจึงทำงานได้ไม่เต็มที่และมีสารพิษตกค้างมากจนทำให้อวัยวะภายในร่างกายเสื่อมสภาพลง เมื่อปล่อยไว้นานก็กลายเป็นโรคต่าง ๆ ผลไม้สามารถปรับสมดุลของสารเคมีในร่างกายได้เนื่องจากมีปริมาณของโพแทสเซียมเป็นจำนวนมาก ซึ่งช่วยให้เซลล์แข็งแรง มีโซเดียมมากเพื่อช่วยให้ของเหลวนอกเซลล์แข็งแรงสมดุล ได้แก่ เซลล์เม็ดโลหิตแดง เซลล์เม็ดโลหิตขาว พลาสมา เป็นต้น เมื่อเซลล์และอวัยวะในสมดุล การรับสารอาหารและการถ่ายเทของเสียจากเซลล์จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในผลไม้มีวิตามิน แร่ธาตุ เอนไซม์ เส้นใย และฮอร์โมนที่จำเป็นต่อร่างกายทั้งสิ้น ซึ่งทั้งบำรุงร่างกายและป้องกันโรคภัยต่าง ๆ ได้ กล่าวคือวิตามินเป็นสารอินทรีย์ที่ร่างกายของเราสร้างเองไม่ได้ซึ่งอาศัยปัจจัยภายนอก วิตามินทำหน้าที่ช่วยเป็นพลังงานขับเคลื่อนการทำงานของระบบการเผาผลาญอาหารที่เรียกว่า metabolism สร้างเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหม่เพื่อทดแทนเซลล์ที่ตายไปแล้ว ตลอดจนซ่อมแซมเซลล์ที่สึกหลอ อีกทั้งยังป้องกันและรักษาโรคได้อีกด้วย (นิตดา และ ทวีทอง, 2548)



รูปที่ 2.15 ผลไม้

ที่มา : <http://www.omixjuice.com/sites/default/files/Cmix.jpg> (1 พฤศจิกายน 2559)

2.1.2.1 การเน่าเสียของผลไม้

Jay และคณะ (2005) ได้กล่าวว่าเนื่องจากในผลไม้มีวิตามินและสารประกอบอินทรีย์ที่ทำให้ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์จึงสามารถเจริญเติบโตบนผลไม้ได้ แต่เนื่องจากผลไม้มีค่าพีเอชต่ำกว่าที่แบคทีเรียสามารถเจริญได้ ดังนั้นผลไม้จึงมักจะเน่าเสียโดยเชื้อราและยีสต์ เนื่องจากเชื้อราและยีสต์สามารถเจริญได้พีเอชต่ำกว่า 3.5

ตารางที่ 2.3 ชนิดของเชื้อราที่ทำให้ผลไม้เน่าเสีย

ชนิดของผลไม้	โรคที่ทำให้เน่าเสีย	ชื่อของเชื้อรา
ส้ม	Alternaria rot	Alternaria
กล้วย	Anthracoise	Colletotrichum musae
ลูกพีช	Brown rot	Monilinia fructicola
กล้วย	Crown rot	Colletotrichum musae, Fusarium roseum, Verticillium theobromae
องุ่น	Gray mold rot	Botrytis cinerea
สับปะรด	Pineapple black rot	Ceratocystis paradoxa
ส้ม	Green bold rot	Penicillium digitatum
เชอร์รี่	Cladosporium rot	Cladosporium herbarum

ที่มา : (McColloch และคณะ, 1968)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 กล้วย

กล้วยมีชื่อสามัญว่า Banana มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Musa sapientum* Linn. ภาคอีสานและภาคเหนือเรียกว่า ก้วย ภาคใต้เรียกว่า กลวย กล้วยเป็นไม้พื้ดินของแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยคือเป็นไม้ล้มลุก ลำต้นเกิดจากการหุ้มซ้อนกัน ใบเป็นใบเดี่ยว ก้านใบยาว แผ่นใบกว้าง เส้นขอบใบขนานกัน ปลายใบมนมีติ่งผิวใบเรียบลื่นและใบสีเขียวด้านล่างมีไขนวลหรือแป้ง ปกคลุม เส้นและขอบใบเรียบ ขนาดและความยาวของใบขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์ ดอกห้อยลงมา มีกาบหุ้มเป็นสีแดง เป็นรูปกลมรี ซอดอกเมื่อเจริญขึ้นจะกลายเป็นผล แต่ละผลรวมกันเรียกว่าหวี หลาย ๆ หวีรวมกันเป็นเครือ ปลายเครือมีหัวปลีซึ่งมีลักษณะคล้ายดอกกล้วย ขนาดและสีของผลกล้วยแตกต่างกันตามชนิดของแต่ละสายพันธุ์เช่น สีเขียว สีเหลือง และสีแดง เมล็ดกลมขรุขระ เปลือกหุ้มเมล็ดสีดำ หนาและเหนียว เนื้อในเมล็ดสีขาว กล้วยเป็นพืชปลูกง่าย ขึ้นได้ทั่วไป กล้วยหนึ่งต้นให้ผลเพียงครั้งเดียวก็จะตาย ปลูกได้ทุกภาคในประเทศไทย พบแหล่งปลูกกล้วยมากที่สุดได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร กาญจนบุรี เพชรบุรี ตาก ชุมพร เลย หนอง นครราชสีมา และหนองคาย (นิตดา และ ทวีทอง, 2548)



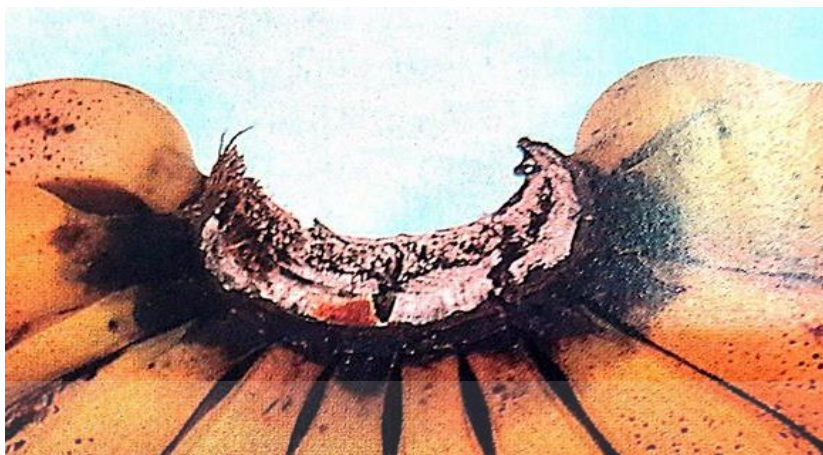
รูปที่ 2.16 กล้วย

ที่มา : <http://static.naewna.com/uploads> (1 พฤศจิกายน 2559)

ก) โรคหลังการเก็บเกี่ยวในกล้วย

โรค Crown rot เป็นโรคที่เกิดเมื่อมีการตัดกล้วยออกจากต้นโดยจะพบเชื้อราขึ้นบริเวณที่ตัด และสร้างเส้นใยที่มีสีดำ ซึ่งในไม่ช้าจะแพร่กระจายไปในแต่ละลูก (Murihead และ Jones, 2000)

ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 โรค Crown rot ในกล้วย
ที่มา : Murihead และ Jone (2000)

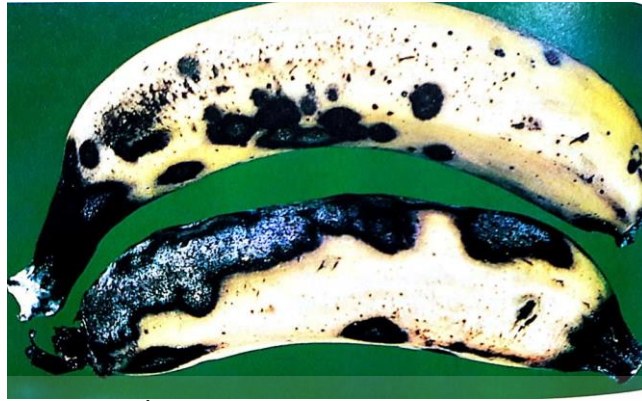


รูปที่ 2.18 เชื้อราสีขาวเกิดจากโรค Crown rot
ที่มา : Murihead และ Jone (2000)

โรค Crown rot ที่พบในกล้วยมีสาเหตุเกิดจากเชื้อราหลายสายพันธุ์ได้แก่ *Verticillium* spp., *Colletotrichum musae*, *Fusarium pallidroseum*, *Nigrospora* และ *Lasiodiplodia theobromae* (Murihead และ Jone, 2000)

โรค Anthracnose มีลักษณะการเกิดโรคเป็นจุดสีน้ำตาลบนบริเวณเปลือกของกล้วย และพบในกล้วยที่สุกแล้ว โดยเชื้อราจะมีการเพิ่มขนาดขึ้นเรื่อย ๆ และสร้างเส้นใยสีดำ หรือสีดำ ผสมน้ำตาล สาเหตุของโรคนี้มาจากเชื้อรา *Colletotrichum musae* ซึ่งเชื้อรานี้จะสร้าง Conidia และ Conidiophores ได้อย่างรวดเร็ว (Murihead และ Jone, 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 โรค Anthracnose ในกล้วย

ที่มา : Murihead และ Jone (2000)

โรค Stem-end rot ลักษณะการเกิดโรคจะเกิดเมื่อแบ่งกล้วยเป็นลูก ๆ และมีการปนเปื้อนของเชื้อราทำให้ทั้งก้านมีการเจริญของเส้นใยของเชื้อราเป็นสีชมพู (Salmon-pink) สาเหตุมาจากเชื้อราหลายสายพันธุ์เช่น *Colletotrichum musae* และ *Chalara paradoxa* (สร้างเส้นใยสีขาว) (Murihead และ Jone, 2000)



รูปที่ 2.20 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum musae*

ที่มา : Murihead และ Jone (2000)



รูปที่ 2.21 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา *Chalara paradoxa*

ที่มา : Murihead และ Jone (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรค Squirter มีลักษณะการเกิดโรคคล้ายโรค Stem-end rot โดยเกิดในกล้วยลูกเดี๋ยวมี่สาเหตุมาจากเชื้อราหลายสายพันธุ์ได้แก่ *Nigrospora sphaerica*, *Nigrospora musae* และ *Nigrospora maydis* (Murihead และ Jone, 2000)



รูปที่ 2.22 โรค Squirter สาเหตุจากเชื้อรา *Nigrospora sphaerica*
ที่มา : Murihead และ Jone (2000)

2.1.2.3 มะละกอ

มะละกามีชื่อสามัญว่า Papaya ชื่อวิทยาศาสตร์ *Carica papaya* Linn. ภาคกลางเรียกว่า มะละกอ ละกอ ภาคเหนือเรียกว่า มะก้วยเทศ แดงต้น ภาคใต้เรียกว่า ลอกอ ยโสธรเรียกว่า บักหุ้ง บักกอ เลย-นครพนมเรียกว่า หมักหุ้ง ถิ่นกำเนิดมาจากทวีปอเมริกาใต้ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะละกอคือ เป็นไม้ยืนต้นสูง 5-6 เมตร ใบออกเป็นกลุ่มที่ยอดของลำต้น ใบใหญ่มีลักษณะหยักเว้าลึก เข้าหากกลางใบ 7-8 หยัก ติดยาวนิ้วมือ ก้านใบกลมยาวและกลวง ทุกส่วนของมะละกอมียางสีขาว ดอกสีขาวนวลออกเป็นกระจุกหรือเดี่ยว มีกลิ่นหอมดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่คนละต้น ผลมีขนาดและรูปร่างต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ โดยมากผลจะมีรูปร่างกลมป้อมถึงยาวรี ลูกดิบเปลือกสีเขียว เนื้อสีขาวอมเขียว เมื่อสุกเปลือกมีสีส้มอมแดง เนื้อสีส้มหรือแดงส้มมีเมล็ดมาก เมล็ดแก่เป็นสีน้ำตาลดำ รูปไข่ ผิวขรุขระ และมีเมือกหุ้ม ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ผลดิบนำมาწึ่งหรือต้มจิ้มน้ำพริก ผัดกับไข่ นำมาตำส้มตำ แกงส้ม แกงอ่อม หรือเชื่อมเป็นของหวาน ผลสุกกินเป็นผลไม้ (อุไร, 2547)



รูปที่ 2.23 มะละกอ

ที่มา : <http://fruitd.com/images/133.jpg> (1 พฤศจิกายน 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) โรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ

โรค Anthracnose ในมะละกอมีสมาเหตุมาจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* จะเริ่มมีการปนเปื้อนตั้งแต่ผลเล็ก ๆ แต่ช่วงแรกยังไม่แสดงอาการของโรค จนเมื่อมะละกอเข้าถึงช่วงที่สามารถรับประทานได้ เชื้อราจะมีการเจาะเข้าไปโดยเริ่มจากผิว โดยใช้เอนไซม์ extracellular cutinolytic และจะเริ่มเข้าสู่บริเวณสีเขียวต่ออาจเจริญเติบโตได้ยากเมื่อถึงขั้นนี้ เพราะมีเอนไซม์ cutinase และ organophosphorus cutinase ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา (Alvarez และ Nishijima, 1987)



รูปที่ 2.24 โรค Anthracnose สาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

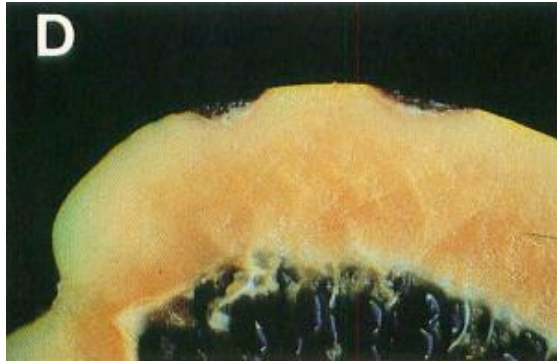
โรค Chocolate spot มีลักษณะของโรคจะทำให้ผิวของมะละกอมีสีน้ำตาลแดงจะเกิดเมื่อมะละกอเริ่มสุก อาจมีการแพร่กระจายและลึกไปยังผิวของมะละกอมากขึ้น และเริ่มมีน้ำไหลออกมาจากบริเวณที่ติดเชื้อมีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* (Alvarez และ Nishijima, 1987)



รูปที่ 2.25 โรค Chocolate spot

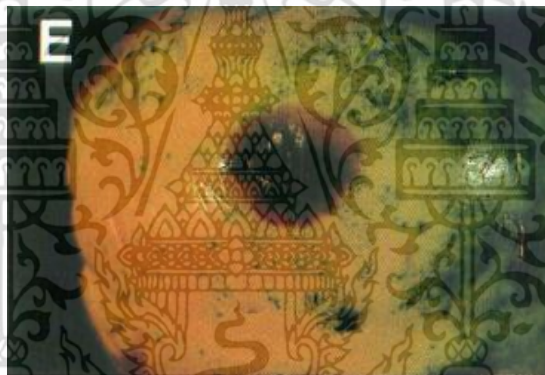
ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

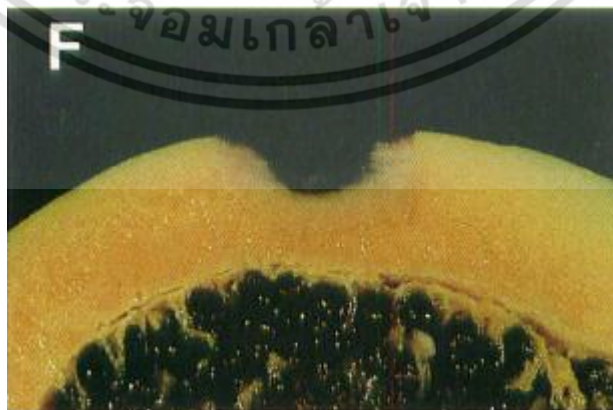


รูปที่ 2.26 โรค Chocolate spot 2
ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

โรค Dry rot มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Mycosphaerella* sp. เชื้อสายพันธุ์นี้ไม่มีเอนไซม์ที่สามารถย่อยคิวติเคิลจึงทำให้ผิวของมะละกอมือแค่จุดเล็ก ๆ เมื่อเชื้อนี้มีการเจริญ เส้นใยบนมะละกอก็จะเป็นสีน้ำตาล (Alvarez และ Nishijima, 1987)



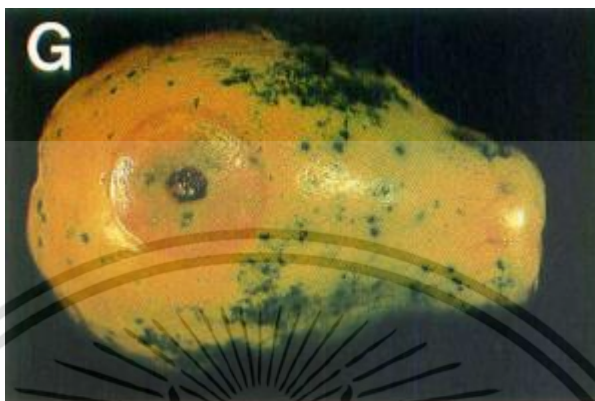
รูปที่ 2.27 โรค Dry rot ในมะละกอ
ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)



รูปที่ 2.28 รูปตัดตามขวางการเจริญของเชื้อรา *Mycosphaerella* sp. ในเนื้อเยื่อของมะละกอ
ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

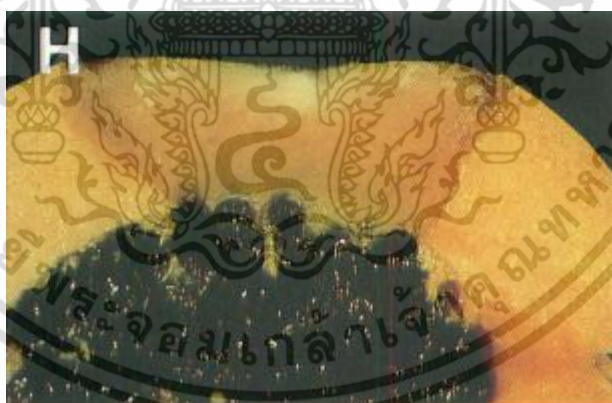
โรค Wet rot มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Phomopsis* sp. พบการเกิดโรคนี้น้อยบ่อยครั้ง แต่มีผลเสียกับมะละกอเป็นอย่างมาก เมื่อมีการเกิดโรคจะทำให้มะละกอบริเวณนั้นนุ่มมากกว่าปกติ และมีเส้นใยเชื้อราสีดำตรงกลางดังรูปที่ 2.29 (Alvarez และ Nishijima, 1987)



รูปที่ 2.29 โรค Wet rot

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

โรค Wet rot นี้เมื่อติดเชื้อจะแพร่กระจายอย่างรวดเร็วตั้งแต่ผิวลงไปยังเนื้อของมะละกอ (Alvarez และ Nishijima, 1987)



รูปที่ 2.30 รูปตัดตามขวางการแพร่กระจายของเชื้อรา *Phomopsis* sp.

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

โรค *Alternaria* fruit spot มีลักษณะการเกิดโรคจะทำให้มะละกอเกิดเป็นวงแผลสีดำ ต่อมาจึงมีสปอร์ของเชื้อรา *Alternaria alternata* เจริญขึ้นบริเวณนั้น แต่การเจริญของเส้นใยจะมีบริเวณไม่กว้างนักและจะไม่ทำให้เนื้อเยื่อส่วน parenchyma เกิดการเน่าเสีย (เจริญบนผิวเท่านั้น) ซึ่งโรคนี้นี้พบมากในมะละกอ (Alvarez และ Nishijima, 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 โรค *Alternaria* fruit spot

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

โรค *Stemphylium* fruit spot มีลักษณะการเกิดโรคโดยทำให้มะละกอเกิดแผลเป็นจุดเล็ก ๆ สีดำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Stemphylium* ต่อมาเมื่อเชื้อสายพันธุ์นี้มีการเจริญมากขึ้นทำให้รอยแผลในมะละกอนั้นใหญ่ขึ้นและเส้นใยอาจเปลี่ยนสีเป็นน้ำตาลแดงดังรูปที่ 2.32 (Alvarez และ Nishijima, 1987)

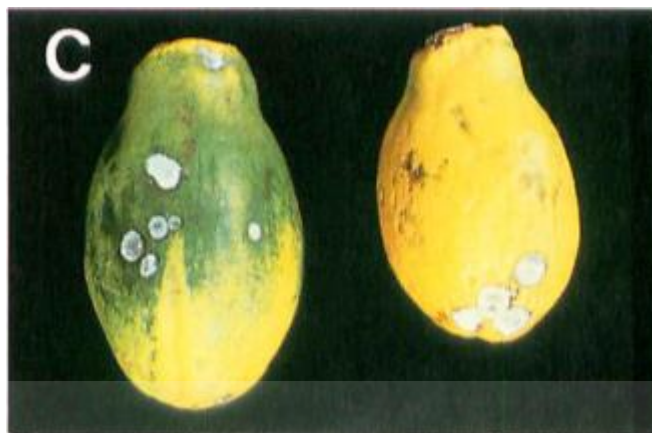


รูปที่ 2.32 โรค *Stemphylium* fruit spot

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

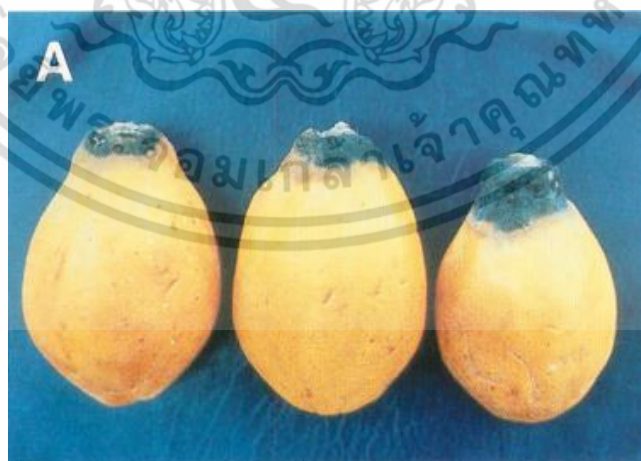
โรค *Fusarium* rot มีลักษณะการเกิดโรคโดยเชื้อราจะเจริญและสร้างเส้นใยสีขาวบนผิวของมะละกอเป็นแผลเล็ก ๆ ในช่วงแรก ต่อมาจะแพร่กระจายไปทั่วทั้งผลของมะละกอ โดยมีสาเหตุหลักมาจากจากเชื้อรา *Fusarium* sp. (Alvarez และ Nishijima, 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.33 โรค *Fusarium rot*

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

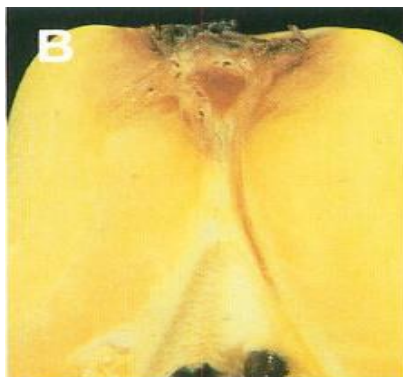
โรค Stem-end rot ในมะละกอจะพบการเน่าเสียด้วยโรคนี้หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งสปอร์ของเชื้อราจะบุกรุกบริเวณก้านของมะละกอที่มีบาดแผลจากการตัดออกจากต้น โดยมีสาเหตุหลักมาจากเชื้อราหลายสายพันธุ์ได้แก่ *Ascochyta* sp., *Botryodiplodia*, *Phomopsis* และ *Fusarium* หรือบางครั้งอาจพบเชื้อราสายพันธุ์อื่น ๆ ได้เช่น *Alternaria alternata*, *Stemphylium lycopersici*, *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Mycosphaerella* sp. เป็นสาเหตุของการเกิดโรคนี้ด้วย (Alvarez และ Nishijima, 1987) ซึ่งโรค Stem-end rot ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Mycosphaerella* sp. จะเกิดโชนใส ๆ รอบก้านของมะละกอในเวลาอันรวดเร็ว และจะมีการบุกรุกผ่านท่อลำเลียงน้ำของมะละกอและในที่สุดมะละกอจะเปลี่ยนสีเป็นสีดำ และเริ่มแห้งดังรูปที่ 2.34 และ 2.35



รูปที่ 2.34 โรค Stem-end rot

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา *Mycosphaerella*

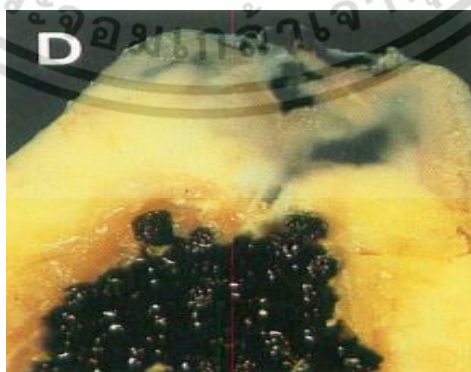
ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

โรค Stem-end rot ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* ทำให้มะละกอมีผิวค่อนข้างชื้น และมีการสร้างสปอร์เป็นจำนวนมากทำให้ผิวมีของมะละกอรูขรุขระ (Alvarez และ Nishijima, 1987)



รูปที่ 2.36 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae*

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)



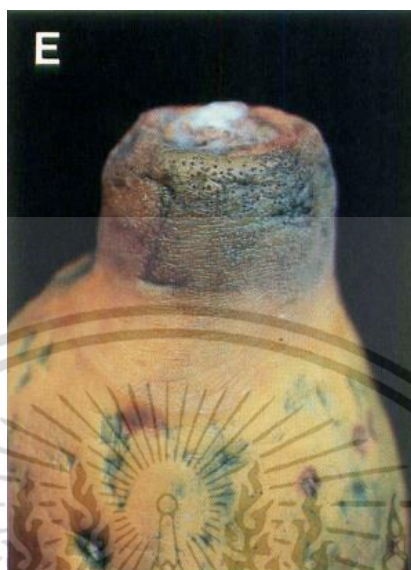
รูปที่ 2.37 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา *Mycosphaerella* sp.

และ *B. theobromae*

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรค Stem-end rot ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phomopsis* sp. ลักษณะการเกิดโรคโดยจะทำให้มะละกอมีลักษณะเหี่ยวยุบ และทำให้เนื้อเยื่อใสมีสีเขียวเหลือง



รูปที่ 2.38 โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา *Phomopsis* sp.
ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)



รูปที่ 2.39 รูปตัดตามขวาง โรค Stem-end rot สาเหตุจากเชื้อรา *Phomopsis* sp.
ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปนเปื้อนเชื้อราในผลของมะละกอมีสาเหตุมาจากเชื้อราหลายสายพันธุ์ได้แก่ *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. และ *Fusarium* spp. โดยการปนเปื้อนของเชื้อรานี้ จะแทรกผ่านช่องแคบ ๆ ไปยังเมล็ดและทำลายบริเวณเนื้อเยื่อโดยรอบ



รูปที่ 2.40 โรค Smut สาเหตุจากเชื้อรา *Cladosporium* sp.

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)



รูปที่ 2.41 โรค Smut สาเหตุจากเชื้อรา *Cladosporium* sp. 2

ที่มา : Alvarez และ Nishijima (1987)

2.2 การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

ในปีค.ศ. 2000 พบว่ามีประชากรของโลกจะเพิ่มขึ้นกว่า 6-7 พันล้านคน และประชากรประมาณ 450-1,000 ล้านคน ไม่มีอาหารบริโภคอย่างเพียงพอ ซึ่งจำนวนประชากรที่ไม่มีอาหารสำหรับบริโภคอย่างเพียงพอมีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนขึ้นเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น เพื่อที่จะแก้ปัญหาเรื่องความต้องการอาหารไม่เพียงพอในปัจจุบันและอนาคต รัฐบาลของประเทศต่าง ๆ ได้ดำเนินการอยู่ในขณะนี้ 2 วิธีการคือ 1) ลดความต้องการอาหารในอนาคต โดยลดอัตราการเกิดของประชากร 2) เพิ่มการผลิตอาหารให้มากขึ้นรวมทั้งการลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นของผลิตผลระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว จึงเป็นวิธีที่มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนเรื่องความต้องการอาหารไม่เพียงพอกแต่กลับไม่ค่อยได้รับความสนใจมากพอ (สายชล, 2528)

ผัก ผลไม้ ดอกไม้ เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะมีอัตรา Metabolism ที่สูงมาก จึงเสื่อมสภาพรวดเร็ว ต้องเอาใจใส่ดูแลเป็นพิเศษ ดังนั้นการศึกษาให้เข้าใจถึงสรีรวิทยาของผลผลิตแต่ละอย่าง จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการปฏิบัติเพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพของผลิตผล (จริงแท้, 2549)

ตารางที่ 2.4 ร้อยละการสูญเสียของผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว

ผลผลิต	ร้อยละการสูญเสีย			
	ขายส่ง	ขายปลีก	ผู้บริโภค	รวม
สตอเบอรี่	13.5	5.5	22.2	41.2
แอปเปิ้ล	2.9	2.9	2.4	8.2
ท้อ	12.3	5.8	10.8	28.9
ส้ม	1.4	0.8	3.7	5.9

ที่มา : (สายชล, 2528)

2.2.1 การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลทางพืชสวน

2.2.1.1 คุณค่าทางอาหาร

ผลิตผลบางชนิดที่เริ่มมีการเน่าเสียแต่ลักษณะภายนอกนั้นยังเป็นปกติสามารถนำออกมาขายได้ แต่คุณค่าทางอาหารอาจลดลงไปด้วย เช่น ปริมาณวิตามินซีในผลไม้จะลดลงเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิสูง อีกทั้งปริมาณน้ำตาลหรือแป้งก็เริ่มลดลงเนื่องจากการใช้ไปในระหว่างการหายใจของผลไม้ (สมชาย, 2543)

2.2.1.2 คุณค่าทางด้านรสชาติในการรับประทาน

หน่อไม้ฝรั่งหรือหน่อไม้ฝรั่งเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วปริมาณน้ำตาลจะลดลงทำให้รสหวานหายไป ในขณะที่เดียวกันมีการสร้างเส้นใยเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ทำให้มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่รับประทานยากขึ้น นอกจากนี้แอปเปิ้ลที่มีขายในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่มีรสชาติแอปเปิ้ลน้อยมากทั้งนี้เพราะใช้ระยะเวลาขนส่งมาก ทำให้เนื้อสัมผัสของแอปเปิ้ลต่ำลงทำให้รับประทานยากขึ้น (สมชาย, 2543)

2.2.1.3 ทุน

ผลิตผลแต่ละอย่างกว่าที่จะผลิตออกมาได้ต้องมีการลงทุนเป็นจำนวนมากเช่น ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ซึ่งการสูญเสียผลิตผลไปทำให้รายได้ของผู้ผลิตลดน้อยลง และทำให้ผู้บริโภคต้องจ่ายมากขึ้นเนื่องจากผลิตผลมาถึงตลาดน้อยลง ตามกฎของ demand และ supply ผลิตผลเมื่อมาถึงตลาดแล้วต้นทุนก็จะเพิ่มมากขึ้นอีกเนื่องจากการขนส่ง ค่าแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าบรรจุหีบห่อ และค่าการตลาดต่าง ๆ ดังนั้นการปล่อยให้ผลิตผลเน่าเสียจึงเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างไม่จำเป็น (สมชาย, 2543)

2.2.2 สาเหตุของการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

วัตถุประสงค์จำนวนมากจะมีโครงสร้างที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้อย่างเป็น อย่างดี (Frazier, 1958) เช่น ผลไม้และผักจะมีเปลือกหรือผิวภายในที่ปกคลุมการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ เชื้อราและยีสต์สามารถใช้สารอาหารในผักสำหรับการเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้นผักจึงเน่าเสีย โดยการกระทำของจุลินทรีย์ การที่ผักมีปริมาณน้ำสูงจึงส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เน่าเสีย และการที่ผักมีคาร์โบไฮเดรตและไขมันในปริมาณค่อนข้างน้อยชี้ให้เห็นว่ามีปริมาณน้ำมากในผัก ดังนั้นแบคทีเรียจึงเป็นจุลินทรีย์ที่มักจะทำให้ผักเน่าเสีย (Jay และคณะ, 2005)

สาเหตุของการสูญเสียของผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยวสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 พวก คือการสูญเสียเนื่องจากโรค ทางสรีระ และเกิดบาดแผล (สมชาย, 2543)

2.2.2.1 การสูญเสียเนื่องจากโรค

ผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยวอาจจะมีโรคที่เกิดจากเชื้อรา ยีสต์ แบคทีเรีย หรือไวรัส เข้าทำลายและเกิดความเสียหาย โดยชนิดของเชื้อโรคที่เข้าทำลายขึ้นกับสภาพแวดล้อมของผัก และผลไม้เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ค่าพีเอช และค่าปริมาณน้ำอิสระ อีกทั้งปัจจัยทางโครงสร้างของผัก และผลไม้เช่น โครงสร้างในการป้องกัน เป็นต้น (สมชาย, 2543)

2.2.2.2 การสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ

ผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงทาง สรีระบางอย่างทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น และการเปลี่ยนแปลงทางสรีระบางอย่างทำให้ผลผลิตเกิด การเน่าเสียเช่น

1. การสูญเสียน้ำทำให้ผักเกิดการเหี่ยว และหดตัว
2. การหายใจทำให้สะสมความร้อน สูญเสียแป้งและน้ำตาล
3. ไม่มีอากาศหายใจทำให้ขาดออกซิเจน การระบายอากาศไม่ดี บรรจุหีบห่อไม่ดี
4. มีการเจริญเติบโตทำให้แตกหน่อและเกิดรากใหม่
5. แก่ทำให้มีเส้นใยเพิ่มขึ้น เช่น หน่อไม้ฝรั่ง
6. สุกทำให้อ่อนนุ่ม ซอกข้าง่าย
7. สิ้นอายุขัยทำให้สูญเสียคลอโรฟิลล์
8. การร่วง เช่น ใบ กลีบดอก
9. การเปลี่ยนรูปของสาร เช่น น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแป้ง แป้งเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล
10. แข็งตัวเนื่องจากอุณหภูมิที่จุดเยือกแข็ง
11. ความผิดปกติทางสรีระ (สมชาย, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 ความสูญเสียเนื่องจากเกิดบาดแผล

ผักและผลไม้ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยวอาจเกิดบาดแผลได้ง่าย เช่น ขีด ข่วน ถลอก ซอกซ้า ทิ่มแทงเป็นรู ของมีคม เป็นต้น หรือเครื่องจักรกลที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว การขนส่ง ภาชนะบรรจุ แผลงัดกินก็ทำให้เกิดบาดแผลได้ (สมชาย, 2543)

2.2.3 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการสูญเสียของผลิตผล

2.2.3.1 ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการสูญเสียของผลิตผลทางพืชสวน

ก) การคายน้ำ (Transpiration)

พืชและผลิตผลสดต่าง ๆ ต้องคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ในขณะที่เดียวกันปริมาณความชื้นภายในผลิตผลมักสูงกว่าความชื้นของอากาศภายนอก น้ำภายในผลิตผลจึงสูญเสียออกจากผลิตผลอยู่ตลอดเวลาถึงแม้ผลิตผลจะมีเนื้อเยื่อโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำได้แก่ชั้นของ epidermis ไข และ cutin ที่เคลือบผิวอยู่ก็ตาม แต่จะสูญเสียน้ำทางช่องเปิดต่าง ๆ เช่น ปากใบ และ lenticle เพื่อถ่ายเทอากาศนำเอาออกซิเจนเข้าไปสำหรับการหายใจ และระบายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้จากการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลนอกจากจะทำให้น้ำหนักที่จะขายได้ลดลงแล้ว ยังทำให้รสชาติของผลิตผลลดลงด้วยโดยเฉพาะในแง่ของเนื้อสัมผัสและยังทำให้ผิวเหี่ยวแห้ง ไม่ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค (สมชาย, 2543)

ข) การหายใจ (Respiration)

การหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต เป็นกระบวนการที่พืชใช้พลังงานที่สะสมไว้ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไปใช้ในการเจริญเติบโตหรือดำรงชีวิตเอาไว้ รวมทั้งปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำออกมาดังนั้นการหายใจจึงเป็นการดึงเอาอาหารสะสมออกไปจากผลิตผลตลอดเวลา คุณค่าทางอาหารของผลิตผลต่อผู้บริโภคจึงลดลงเรื่อย ๆ ราคาก็อาจลดลงด้วย นอกจากนั้นแล้วการหายใจยังให้ความร้อนออกมา ซึ่งความร้อนนี้จะช่วยกระตุ้นให้อัตราการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ เกิดได้เร็วขึ้น ทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้นด้วย โดยทั่วไปผลิตผลที่เป็นส่วนของพืชที่กำลังเจริญเติบโต เช่น กล้วย และมะม่วง ผลไม้ประเภทนี้จึงมีการสูญเสียมาก เก็บรักษาได้สั้นกว่าผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำและเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเช่น ส้ม (สมชาย, 2543)

ค) การผลิตแก๊สเอทิลีน

แก๊สเอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชอย่างหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของพืชและผลิตผลค่อนข้างมากเนื้อเยื่อพืชทุกชนิดสร้างเอทิลีนได้ โดยปกติปริมาณการผลิตเอทิลีนจะมีน้อย แต่เมื่อผลไม้เริ่มสุกหรือถูกกระทบกระเทือนด้วยอะไรก็ตาม เช่น การเกิดบาดแผล การสัมผัส ความเย็น เป็นต้น จะมีการสร้างแก๊สเอทิลีนขึ้นเป็นจำนวนมากและเอทิลีนจะไปกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น เช่น กระบวนการสุก การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และการหลุดร่วงของดอกไม้ และใบ เป็นต้น (สมชาย, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง) การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของพืชเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การสร้าง หรือการเสื่อมสลายตัวของสารสี การเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล การเพิ่มขึ้นของปริมาณลิพิดในผลิตภัณฑ์ที่มีเส้นใยมาก เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ล้วนนำไปสู่การสูญเสียของผลิตภัณฑ์ทางใดทางหนึ่งด้วยกันทั้งสิ้น (สมชาย, 2543)

จ) การพัฒนาและการเจริญเติบโตของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

ผลิตผลบางชนิดเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วยังมีการพัฒนาและการเจริญเติบโตขึ้นให้เห็นได้ชัด เช่น การงอกของมันฝรั่ง มันเทศ หอม และกระเทียม การเจริญเติบโตดังกล่าวต้องใช้อาหารที่มีสะสมอยู่ จึงทำให้ผลิตผลเสื่อมสภาพได้รวดเร็ว ผลิตผลบางอย่างมีการตอบสนองต่อแสงและแรงโน้มถ่วงของโลกด้วย เช่นดอกเยอบีรา และหน่อไม้ฝรั่ง ถ้าวางไว้ในลักษณะนอนราบจะโค้งงอขึ้นลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จัดได้ว่าเป็นการสูญเสียผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกัน (สมชาย, 2543)

2.2.3.2 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการสูญเสียผลิตผลทางพืชสวน

ก) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเนื่องจากอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในผลิตผลทุกอย่าง และมีผลต่อปัจจัยต่าง ๆ จากภายนอกด้วย ในด้านของผลิตผลเองอุณหภูมิสูงจะเร่งปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ให้เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่น ๆ ภายในผลิตผลก็จะเร็วขึ้นทำให้ผลิตผลเสียหายได้ง่าย ในทางตรงกันข้าม อุณหภูมิต่ำจะทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลไว้ในสภาพเดิมนานกว่า แต่ในบางกรณีที่อุณหภูมิต่ำก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้โดยเฉพาะกับผลิตผลในเขตร้อนอาจเกิดการผิปกติที่เรียกว่าอาการสะท้านหนาวขึ้นได้ นอกจากนี้ที่อุณหภูมียังมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนผลิตผล และปริมาณความชื้นของอากาศรอบผลิตผลด้วย ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาผลิตผลจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะรักษาผลิตผลให้มีคุณภาพที่อยู่ได้นานที่สุด (สมชาย, 2543)

ข) ความชื้น

ปริมาณไอน้ำในอากาศนอกจากจะเป็นตัวกำหนดอัตราการสูญเสียของผลิตผลแล้วยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ด้วย เช่น ในสภาพที่มีความชื้นสูงจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการงอกในหอมและกระเทียม นอกจากนี้เชื้อราชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่บนผิวของผลิตผลก็สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสูงทำให้ผลิตผลเน่าเสียได้ง่าย การเก็บรักษาจึงต้องมีการควบคุมปริมาณความชื้นให้เหมาะสมไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำจากพืชมากเกินไป แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องไม่ให้เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ต่าง ๆ (สมชาย, 2543)

ค) องค์ประกอบของบรรยากาศ

ในบรรยากาศปกติมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 21 ซึ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของผลิตผลทางการเกษตรโดยเฉพาะกับผลิตผลที่กำลังเจริญเติบโต ในการเก็บรักษาถ้ามีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณออกซิเจนต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจและยืดอายุการเก็บผลิตผลได้ แต่ถ้าออกซิเจนน้อยเกินไปอาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนในผลิตผล และทำให้ผลิตผลทางการเกษตรเสียหายได้ คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการหายใจก็เช่นเดียวกัน หากมีการสะสมในที่เก็บรักษาผลิตผลมากเกินไป ก็อาจทำให้เกิดการผิดปกติในการหายใจและทำให้ผลิตผลเสียหายได้เช่นกัน นอกจากนี้แก๊สทั้ง 2 ตัวแล้ว เอทิลีนเป็นแก๊สที่สำคัญซึ่งอาจเกิดการผลิตของผลิตผลเองหรือเกิดจากแหล่งอื่น ๆ เช่น จากเชื้อราหรือจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ แก๊สเอทิลีนนี้จะกระตุ้นให้เกิดการสุกหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นได้ เช่น การงอกของมันฝรั่งและการสร้างเส้นใยในหน่อไม้ฝรั่งและการเปลี่ยนแปลงเป็นสีม่วงของกลีบดอกกุหลาบ เป็นต้น องค์ประกอบของบรรยากาศในการเก็บรักษาผลิตผลต่าง ๆ จึงควรได้รับการปรับแต่งให้พอเหมาะกับผลิตผลแต่ละชนิด (สมชาย, 2543)

2.2.4 ลักษณะทางธรรมชาติของผลิตผลกับการเกิดโรค

2.2.4.1 โครงสร้าง

ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ ๆ ยังมีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถป้องกันการเข้าทำลายจากศัตรูพืชได้ดี เซลล์ที่ผิวของผลิตผลสามารถป้องกันการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ได้แก่ epidermis และ periderm โดย epidermis เป็นผนังเซลล์ด้านนอกของพืช การที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญผ่านเข้ามาโดยอาศัยแรงหรือใช้เอนไซม์ย่อยทำได้ยาก นอกจากนั้น epidermis ยังมีชั้นของ cuticle ปกคลุมและใน cuticle มีคิวทินและไขเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสารประกอบทั้ง 2 ประเภทมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำไม่สะสมน้ำ ดังนั้นเมื่อสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ มาตกลงบนผิวของผลิตผล จึงได้รับความชื้นไม่เพียงพอสำหรับการงอกแม้ว่าอากาศโดยรอบจะมีความชื้นถึงร้อยละ 80-90 ก็ตาม ยกเว้นแต่ว่าที่ผิวผลิตผลเปียกน้ำ หรือมีความชื้นในอากาศสูงใกล้เคียงร้อยละ 100 การงอกของสปอร์ของเชื้อต่าง ๆ จึงอาจเกิดขึ้นได้ (สมชาย, 2543)

ผนังเซลล์ของผลิตผลมีความแข็งแรงเมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่ ๆ หรือเมื่อกระบวนการสุกยังไม่เกิดขึ้นโมเลกุลของ pectin, hemicellulose และ cellulose ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เกาะยึดกันแน่นทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ยาก แต่ภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะเมื่อมีกระบวนการเกิดการสุกขึ้นโครงสร้างของผนังเซลล์เริ่มเปลี่ยนแปลง โครงสร้างถูกเอนไซม์บางอย่างย่อยสลายการยึดเกาะกันของโมเลกุลต่าง ๆ และการยึดเกาะกันระหว่างเซลล์ลดลงเปิดโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ บุกรุกเข้าไปภายในผลิตผลนั้นได้ (สมชาย, 2543)

นอกจากนี้ผลิตผลทุกชนิดยังมีช่องเปิดตามธรรมชาติได้แก่ ปากใบ และ lenticle ซึ่งใช้เป็นช่องทางในกระบวนการระบายอากาศ แก๊สต่าง ๆ และน้ำผ่านเข้าออกได้ จึงเป็นจุดอ่อนที่เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายทางช่องเปิดเหล่านี้ นอกจากนั้นบริเวณปลายผลซึ่งก้านชูดอกเกสรตัวเมียเคยติดอยู่อาจมีช่องเปิดเล็ก ๆ และเมื่อเก็บเกี่ยวอาจหลุดหรือถูกดึงออกไป ทำให้เกิดเป็นช่องเปิดตามธรรมชาติขึ้นถ้าไม่มีการพัฒนาใด ๆ เพื่อปิดช่องทางเหล่านี้จะเกิดเป็นช่องทางให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไป

ทำลายโดยง่าย บาดแผลบนผลิตผลที่อาจเกิดขึ้นได้ก่อนการเก็บเกี่ยวเนื่องจากแมลง การเสียดสี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในทางอื่นโดยไม่ผ่านการอนุญาต ทั้งนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูงและต้องอภัยถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับกิ่งไม้หรือที่เกิดขึ้นขณะเก็บเกี่ยวหรือภายหลังการเก็บเกี่ยว เป็นช่องทางที่จุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่ายเช่นกันเพราะปราศจากโครงสร้างป้องกันตัวเองแล้ว (สมชาย, 2543)

2.2.4.2 องค์ประกอบเคมี

ภายในชั้นคิวติเคิลที่ปกคลุมผิวของพืชนอกจากมีคิวตินและไขแล้ว ยังมีสารเคมีประเภท สารประกอบฟีนอลแทรกอยู่ด้วย เช่นเดียวกัน suberin ก็มีสารประกอบฟีนอลอยู่ด้วย สารประกอบฟีนอลเหล่านี้มีคุณสมบัติสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้ (สมชาย, 2543)

องค์ประกอบเคมีภายในเซลล์เป็นสิ่งขัดขวางการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้เช่นเดียวกัน เมื่อผลยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่สุก ผลผลิตมักมีปริมาณกรดสูง ค่าพีเอชต่ำและมีปริมาณน้ำตาลต่ำ นอกจากนั้นยังมีสารประกอบฟีนอลสะสมอยู่ที่แวคูลโอ ซึ่งทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเข้าไปในเซลล์ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ หรือแม้จะเกิดบาดแผลขึ้นองค์ประกอบเหล่านี้แทนที่จะเป็นประโยชน์กับเชื้อจุลินทรีย์กลับยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ แต่เมื่อกระบวนการสุกเกิดขึ้น แป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล กรดอินทรีย์อาจเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล หรือถูกไปใช้ในการหายใจ ทำให้ความเป็นกรดลดลง ปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี (สมชาย, 2543)

2.2.4.3 การตอบสนองของผลิตผลเมื่อเกิดบาดแผล หรือเมื่อเกิดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์

เมื่อเกิดบาดแผลต้นกับผลิตผล สารเคมีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเซลล์พืชเช่น กรด สารอินทรีย์และ สารประกอบฟีนอลจะเป็นด่านแรกในการป้องกันตัวของผลิตผล แต่สารเคมีเหล่านี้จะมีความเข้มข้นไม่สูงนัก และมีอิทธิพลต่อเชื้อจุลินทรีย์ในทางกว้างไม่เจาะจง กล่าวคืออาจช่วยชะลอการเจริญเติบโต เพราะสภาพพีเอชไม่เหมาะสม หรือช่วยตกตะกอนโปรตีนบางอย่างซึ่งเป็นเอนไซม์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยออกมาอยู่เซลล์พืช ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดจะยังคงสามารถเจริญเติบโตได้ ผลิตผลจึงมักมีกระบวนการป้องกันตัวเองแบบอื่น ๆ ประกอบด้วย (สมชาย, 2543)

1. การตอบสนองทางเคมี การเกิดบาดแผลในพืชหรือผลิตผลบางชนิดจะมีการกระตุ้นให้มีการสร้างสารเคมีบางอย่างขึ้นในเซลล์ที่อยู่ใกล้บาดแผล หากมีการเข้าทำลายจากเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแล้วการกระตุ้นการสร้างสารเคมียิ่งเกิดขึ้นได้ดี สารเคมีที่ถูกสร้างขึ้นนี้เรียกว่า phytoalexin ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอล และตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารเคมีนี้เรียกว่า elicitor ซึ่งผลิตโดยจุลินทรีย์ที่มากุกรุก ซึ่งสาร phytoalexin มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลาย ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่เป็นสารประกอบฟีนอลเช่นกันและมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ความสามารถในการสร้าง phytoalexin นั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของผลิตผล ถ้าเป็นผลิตผลที่ยังไม่สมบูรณ์จะมีความสามารถสูงกว่าผลิตผลที่สมบูรณ์ (สมชาย, 2543)

2. การตอบสนองทางกายภาพ เมื่อผลิตผลเกิดบาดแผล เนื้อเยื่อส่วนใหญ่ของพืชสามารถรักษาหรือสมานแผลได้ในหลาย ๆ รูปแบบเพื่อลดการสูญเสียและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์

กลไกของการสมานแผลจะเริ่มจากการสร้างลิกนินขึ้นเพื่อสะสมในผนังเซลล์ที่ติดอยู่กับเซลล์ที่เกิด
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อคุณผู้ใดเห็นใบเซปป์หรือขุ่นตันการวัด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาดแผลมีผลทำให้ผนังเซลล์แข็งแรงทำให้เชื้อจุลินทรีย์บุกรุกเข้าไปได้ยาก ต่อมาเนื้อเยื่อที่อยู่ใต้ลงไป ในชั้นของ cortex เริ่มเกิดการแบ่งตัวสร้างเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมกับสร้างสาร suberin เข้าสะสมในผนังเซลล์ของเซลล์ใหม่จึงเกิดเป็น periderm ทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำและ ป้องกันเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ดี ในบางกรณีเซลล์ที่อยู่ใต้เซลล์ที่เกิดบาดแผลจะตายลงเอง เพื่อ ก่อให้เกิดเป็นแนวป้องกันมิให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญผ่านเข้าไปสู่เซลล์ที่อยู่ลึกเข้าไป เรียกการตอบสนอง แบบนี้ว่า hypersensitive (สมชาย, 2543)

2.2.5 กระบวนการเกิดโรค

กระบวนการเกิดโรคนั้นต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการที่มีความสอดคล้องกัน ได้แก่ พืช เชื้อจุลินทรีย์ และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม พืชหรือผลผลิตที่ยังแข็งแรงจะมีการป้องกันได้ ดีทั้งด้านกายภาพและเคมี โอกาสที่จะเกิดโรคเป็นไปได้น้อยซึ่งตรงข้ามกับผลผลิตที่เข้าสู่ระยะ ชราภาพหรือเกิดบาดแผลความแข็งแรงและระบบป้องกันลดลงทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเข้าไป ทำลายได้ง่าย เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปในสภาพแวดล้อมมีอยู่มากมาย แต่สายพันธุ์ที่จะก่อให้เกิดโรค กับผลผลิตนั้นจะเฉพาะเจาะจงกับผลผลิตแต่ละชนิดเพราะเชื้อจุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์จะมีการ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมและอาหารต่างกัน แม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันการ เกิดโรคก็ไม่เท่ากัน ถ้าสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ไปตกลงบนผลผลิตที่ไม่ใช่พืชอาศัย แม้จะไม่มี การต่อต้านแต่การเจริญเติบโตอาจจะช้าเพราะสภาพอาหารไม่เหมาะสม ทำให้พืชสามารถสร้างสารเคมี หรือโครงสร้างใหม่ป้องกันตัวเองขึ้นมาได้ก่อน ซึ่งตรงกันข้ามกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เมื่อสปอร์ตกลงบนพืช การเจริญจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว สำหรับสภาพแวดล้อมก็เช่นเดียวกัน ในสภาพที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีการเกิดโรคก็เกิดขึ้นได้มาก ยิ่งถ้าเป็นสภาพแวดล้อมที่ทำให้ ผลผลิตเสื่อมสภาพลงได้เร็วแล้วโรคที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นในบางกรณีพืชมีสาร บางอย่างที่กระตุ้นให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วด้วย ลักษณะ การเข้าทำลายของ เชื้อจุลินทรีย์อาจแบ่งได้ 2 ลักษณะดังนี้ (จริงแท้, 2549)

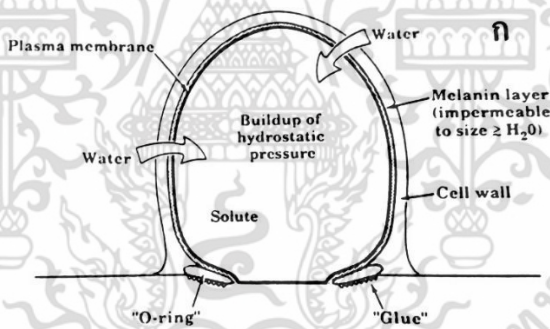
1. การเข้าทำลายผ่านทางช่องเปิด

เมื่อสปอร์หรือชิ้นส่วนของเชื้อจุลินทรีย์ตกลงบนผลผลิต เชื้อจุลินทรีย์สามารถเข้าสู่ภายใน ผลผลิตได้ตามช่องเปิดตามธรรมชาติหรือตามบาดแผลที่อาจมีอยู่ แต่เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มักจะพักตัว และไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายในเนื้อเยื่อพืชไม่เหมาะสม เช่น เชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* ที่ก่อให้เกิดโรค stem end rot ในมะม่วง และเชื้อรา *Alternaria* sp. ในผลส้มชนิดต่าง ๆ เข้าทางรอยที่เกิดจากการดิ่งผลออกจากต้น เชื้อเหล่านี้จะ เจริญเติบโตได้ในช่วงแรกจนกระทั่งผลเริ่มสุก หรือเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน อาการของโรคจึง ค่อย ๆ ปรากฏขึ้นเพราะพืชอาศัยอ่อนแอลง (จริงแท้, 2549)

2. การเข้าทำลายผ่านทางคิวติเคิล

เชื้อราบางชนิดสามารถเข้าทำลายเซลล์ของพืชโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านช่องทางเปิดธรรมชาติ การเข้าทำลายดังกล่าวอาจเกิดขึ้นดังนี้ เมื่อสปอร์ตกลงบนผลผลิตและมีสภาพอุณหภูมิและความชื้นที่ เอื้ออำนวยเป็นเอกลักษณะที่ส่งเสริมให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี เมื่อเชื้อราเจริญเติบโตขึ้นแล้ว เชื้อราจะไม่ผ่านการใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสม สปอร์จะงอกภายในไม่กี่ชั่วโมง โดยงอกเป็นท่อเรียกว่า germ tube และพัฒนาเป็นโครงสร้างที่มีผนังหนาเกาะติดแน่นกับผิวของผลิตผลโดยสารเมือก (mucilaginous material) ที่ germ tube สร้างขึ้นมาเรียกโครงสร้างทั้งหมดนี้ว่า appressorium ผนังของ appressorium จะหนาในทุกด้าน ยกเว้นช่องเล็ก ๆ ทางด้านที่ติดกับผิวผลิตผลซึ่งจะมีเพียงแต่ผนังบาง ๆ ของ germ tube อยู่ชิดกับผิวผลิตผลเท่านั้น เชื่อกันว่าเอนไซม์ต่าง ๆ รวมทั้ง cutinase ซึ่งย่อยสลาย คิวตินจะถูกสร้างขึ้นใน appressorium และส่งออกสู่ผิวของผลิตผลผ่านทางช่องเปิดนี้ เมื่อคิวติเคิลอ่อนแอลงเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวแล้ว germ tube จะงอกเป็นแท่งขนาดเล็กที่เรียกว่า infection peg ผ่านทะลุคิวติเคิลเข้าไปในเซลล์พืชโดยอาศัยแรงดันจาก appressorium เมื่อแท่งทะลุผ่านเข้าไปในเซลล์แล้ว infection peg ก็พัฒนาแบ่งตัวแตกกิ่งก้านสาขา แต่อาจไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้เนื่องจากการต้านทานของผลิตผล จึงพักตัวรออยู่จนกระทั่งความต้านทานของผลิตผลลดลง เรียกการเข้าทำลายแบบนี้ว่า latent infection ตัวอย่างเชื้อที่มีการเข้าทำลายแบบนี้ได้แก่ *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นเชื้อราก่อให้เกิดโรค anthracnose ในมะม่วง และมะละกอ เป็นต้น การเกิด infection จะเกิดขึ้นตั้งแต่ผลยังอยู่บนต้น การควบคุมโรคจะใช้พวกนี้ต้องป้องกันไม่ให้เกิดการพัฒนา appressorium ขึ้นมาได้ (จริงแท้, 2549)



รูปที่ 2.42 ไดอะแกรมแสดงลักษณะโครงสร้างของ appressorium และกลไกการสร้างแรงดัน

ที่มา : จริงแท้, 2549

2.2.6 การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว

การควบคุมโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวนั้นสามารถทำได้โดยอาศัยหลักการเดียวกับการป้องกันโรคคือ การจัดการให้ผลิตผลคงความสมบูรณ์แข็งแรง ยากต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ การทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณน้อยหรืออ่อนแอลง และการจัดสภาพการเก็บรักษาให้ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งสามารถแยกออกเป็น 3 แนวปฏิบัติคือ การควบคุมทางกายภาพ การใช้สารเคมี และการควบคุมโรคด้วยชีววิธี (สมชาย, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.1 การควบคุมทางกายภาพ

อุณหภูมิและความชื้น อุณหภูมิและความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเกิดโรคของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิต่ำทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยของความสดและแข็งแรงอยู่ได้นาน ในขณะที่เดียวกันก็ชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ ดังนั้นการเก็บรักษาจึงควรลดอุณหภูมิให้ต่ำลงมากที่สุด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมสภาพน้อยที่สุด โดยไม่เกิดอันตรายจากการสะสมของน้ำแข็ง สำหรับผลิตภัณฑ์ในเขตร้อนหลายชนิดอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ประมาณ 10- 15 องศาเซลเซียส ซึ่งผลิตภัณฑ์ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ค่อนข้างมากและเชื้อจุลินทรีย์ก็ยังคงยังสามารถเจริญเติบโตได้ ดังนั้นการเก็บรักษาภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำจึงยังไม่เพียงพอแต่ก็เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด (สมชาย, 2543) การใช้ความร้อนในการยับยั้งการเจริญในอุตสาหกรรมเรียกว่า pasteurization เป็นการใช้ความร้อนในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และทำลายจุลินทรีย์ได้มากถึง 99.99% โดยจุดประสงค์หลักในการฆ่าเชือนั้นทำเพื่อยับยั้งการเจริญของสปอร์แบคทีเรียก่อโรค (Farkas, 1997)

การใช้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Heat Treatment) ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนในอาหารโดยใช้ความถี่อยู่ในช่วง (1-500 MHz) หรือ คลื่นไมโครเวฟ (500 MHz ถึง 10 GHz) ซึ่งมีผลดีมากกว่าการให้ความร้อนปกติเพราะว่า ประจุลบในออกซิเจนและประจุบวกในไฮโดรเจน จะเกิดการวิ่งชนกันเมื่อมีคลื่นไมโครเวฟมารบกวนทำให้เกิดความร้อนภายในอาหารได้ (Eklund, 1989)

การฉายรังสีคือการใช้รังสีเพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้มีการศึกษากันมาก ในช่วงปี ค.ศ. 1960 มีการทดลองกับผักและผลไม้หลายชนิดโดยใช้รังสีแกมมากำจัดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่ผิวผลิตภัณฑ์และภายในผล ระดับของรังสีที่สามารถควบคุมโรคได้ค่อนข้างสูงคือประมาณ 5 kGy ขึ้นไป ซึ่งในระดับนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมสภาพได้เร็ว การใช้ความร้อนร่วมกับรังสีได้ผลดีขึ้นแต่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีการใช้รังสีเพื่อชะลอการเกิดโรคและรักษาความสดกับเห็ดในประเทศเนเธอร์แลนด์ และสตอเบอร์รี่ในสหรัฐอเมริกาซึ่งได้ผลพอสมควรและผู้บริโภคยอมรับ (จริงแท้, 2549) จุลินทรีย์จะถูกทำลายในช่วงความยาวคลื่นที่ 240 และ 280 nm และแบคทีเรียแกรมบวกไม่สามารถทนต่อรังสี UV ได้ (Farkas, 1997)

การทำให้แห้ง (Drying) โดยใช้อากาศที่มีความร้อนซึ่งกระแสนี้มีหน้าที่คือ พาคความร้อนทำให้น้ำในวัตถุดิบระเหยและทำให้น้ำกลายเป็นไอซึ่งมีผลกับจุลินทรีย์โดยตรง เนื่องจากการทำให้แห้งนั้นทำให้น้ำอิสระภายในเซลล์เปลี่ยนแปลงรวมทั้งอาจได้รับอิทธิพลอื่น ๆ อีกเช่น การเปลี่ยนรูปร่างของอาหาร เวลาที่ใช้ในการทำให้แห้ง เป็นต้น ในระยะแรกจะใช้อุณหภูมิต่ำในการทำให้แห้งแล้วจึงปรับอุณหภูมิสูงขึ้น หากมีระยะเวลาสั้นจะส่งผลให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้เนื่องจากใช้อุณหภูมิไม่สูงนักอยู่ในช่วง 20-40 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มถึง 50-70 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ยากขึ้น แต่ไม่ใช่สาเหตุหลักในการทำลายจุลินทรีย์ ควรพิจารณาถึงเวลาในการทำให้แห้งด้วยซึ่งจะมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์มากกว่า (Farkas, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze-Drying) คือการผสมผสานวิธีของการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์โดยหลักการคือเอาน้ำออกจากอาหารในสถานะแช่แข็งโดยใช้การระเหิดของน้ำในสถานะสุญญากาศซึ่งมีผลกับจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารเนื่องจากการลดปริมาณน้ำอิสระในอาหารโดยใช้วิธีการระเหิดกลายเป็นน้ำแข็ง (Farkas, 1997)

การเก็บในอุณหภูมิที่เย็น (Cool Storage) การเก็บรักษาอยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 16 องศาเซลเซียส ถึง -2 องศาเซลเซียส โดยปกติน้ำบริสุทธิ์จะแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งอาหารปกติจะเริ่มแข็งที่อุณหภูมิประมาณ -2 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่านั้น ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็นนี้จะช่วยให้ลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (Farkas, 1997) มีงานวิจัยของ Finne & Matches (1976) กล่าวว่าหากอุณหภูมิต่ำลงมีผลต่อการส่งสารเข้า-ออกภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ในทางกลับกัน การที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้จุลินทรีย์สามารถใช้ไขมันภายในเซลล์ได้ดีขึ้นด้วย แต่การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่เย็นอาจมีจุลินทรีย์บางกลุ่มที่อยู่รอดคือ Psychrotrophic เช่น *Yersinia*, *Vibrio*, *Listeria* และ *Aeromonas* (Farkas, 1997)

2.2.6.2 การควบคุมทางเคมี

การใช้สารต้านจุลินทรีย์ทางเคมีนิยมเติมลงไปในการเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์โดยจุดประสงค์หลักเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค และป้องกันการเน่าเสียเนื่องจากผลิตภัณฑ์หรือเอนไซม์ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นมีผลต่อกลิ่นของอาหาร รวมทั้งทำให้รสชาติและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปอย่างไรก็ตาม สารต้านจุลินทรีย์ยังมีผลช่วยในการไม่ให้เกิดผลผลิตเปลี่ยนสีเช่น กรดซิตริก (citric acid) และสารต้านอนุมูลอิสระเช่น butylated hydroxyanisole (BHA) (Davidson, 1997)

กรดอินทรีย์และเอสเทอร์ของกรดอินทรีย์หลายชนิดสามารถนำมาใช้ในการเติมแต่งในอาหารแต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด กรดอินทรีย์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้คือกรดอะซิติก กรดแลคติก กรดโพรพิโอนิก กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก กิจกรรมของกรดอินทรีย์จะเป็นการลดค่าพีเอชของสภาพแวดล้อม (Davidson, 1997)

กรดอะซิติกและเกลือของกรดอะซิติก (Acetic acid and Acetates) กรดอะซิติกเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำส้มสายชู เกลือโซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียมของกรดอะซิติกถูกนำมาใช้ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์แต่มีจุลินทรีย์เพียง *Acetobacter* และกลุ่มของแลคติกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการทนกรดอะซิติกได้ ส่วนกลุ่มของแบคทีเรียที่ถูกยับยั้งโดยกรดอะซิติกได้แก่ *Bacillus* spp., *Clostridium*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* และ *Pseudomonas* spp. (Doores, 1993) เชื้อยีสต์และราส่วนมากสามารถทนกรดอะซิติกได้มากกว่าแบคทีเรีย (Eklund, 1989) แต่มีสายพันธุ์ที่ไม่สามารถทนกรดได้ เช่น เชื้อรา *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Rhizopus* และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces* (Doores, 1993)

กรดเบนโซอิกและเกลือของกรดเบนโซอิก (Benzoic Acid and Benzoates) นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในสหรัฐอเมริกา (Jay, 2005) กรดเบนโซอิกพบได้ในอบเชย พลัม และเบอร์รี่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นองค์ประกอบหลักในสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ในความเข้มข้น 20 – 700 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ค่าพีเอชเท่ากับ 5 สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้ แต่เราสามารถยับยั้งการเจริญในช่วง 20 – 2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งกรดเบนโซอิกจะมีผลกับ cytoplasmic membrane และเอนไซม์ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ (Davidson, 1997) เช่น Oxidative phosphorylation (Bosund, 1962), α -keto-glutarate และ succinate dehydrogenase (Bosund, 1962)

กรดซอร์บิกและเกลือของกรดซอร์บิก (Sorbic acid and Sorbates) กรดซอร์บิกสามารถละลายน้ำได้ (0.16 กรัมต่อ 1000 มิลลิลิตร) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งยีสต์ได้หลายสายพันธุ์ เช่น *Brettanomyces*, *Byssochlamys*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Han-senula*, *Pichia*, *Rhodotorula* และ *Saccharomyces* ซอร์เบตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์และเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซีส ผลไม้ และผัก รวมทั้งสามารถยับยั้งการสร้างสารพิษจากเชื้อราเช่น *Aspergillus Flavus*, *Aspergillus spp.*, *Byssochlamys nivea*, *Penicillium spp.* และ *Penicillium expansum* (Davidson, 1997)

2.2.6.3 การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวด้วยชีววิธี

ปัจจุบันการนำสารเคมีมาใช้เพื่อควบคุมโรคภายหลังระยะการเก็บเกี่ยวเริ่มมีปัญหามากขึ้น เนื่องจากการติดยาของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ นอกจากนั้นจำนวนสารเคมีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ได้ก็มีจำนวนลดลงยกตัวอย่างเช่น benomyl ที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทยก็ไม่ได้ได้รับอนุญาตให้ใช้ในประเทศญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา ก็ถอนสารเคมีตัวนี้ออกจากการอนุญาตให้ใช้แล้วในโอกาสการห้ามใช้สารเคมีคงมีมากขึ้นในขณะที่การผลิตสารใหม่ยิ่งทำได้ยากเพราะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงโดยเฉพาะในการศึกษาว่าสารเคมีนั้นปลอดภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม ประการสุดท้ายผู้บริโภคในปัจจุบันมีความห่วงใยต่อสุขภาพตัวเอง และต้องการบริโภคผักและผลไม้ที่ปลอดสารเคมีมากขึ้น ดังนั้นการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยไม่ใช้สารเคมีจึงต้องได้รับความสนใจมากขึ้น ซึ่งนอกเหนือจากการใช้อุณหภูมิและการควบคุมบรรยากาศในการควบคุมโรคแล้ว การควบคุมโรคโดยชีววิธีกำลังได้รับความสนใจมากขึ้น ในที่นี้การควบคุมโรคด้วยชีววิธีจะหมายถึงทั้งการใช้จุลินทรีย์ตัวอื่นและการใช้สารที่ได้จากธรรมชาติในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว (สมชาย, 2543)

Antagonist ในทางปฏิบัติการควบคุมโรคพืชโดยการใช้อntagonist ในแปลงปลูกผักได้ผลสำเร็จน้อยเพราะไม่สามารถควบคุมปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ antagonist เจริญเติบโตได้ดี แต่ในสภาพการเก็บรักษาผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้างดี ดังนั้นโอกาสในการใช้อntagonist ยังมีไม่มากนัก (สมชาย, 2543) ชนิดของจุลินทรีย์ที่จะนำมาใช้เป็น antagonist เพื่อควบคุมโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวส่วนมากมาจากผลิตผลนั้น ๆ เองโดยเฉพาะในระยะเวลาที่จะใกล้เก็บเกี่ยวเพราะเป็นช่วงที่มีจุลินทรีย์เข้าอาศัยอยู่บนผลิตผลจำนวนมากแต่ไม่อาจจะทำให้เกิดโรคได้เนื่องจากมีจุลินทรีย์ตัวอื่นที่มีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ดีกว่า

บดบังเอาไว้ หรืออาจได้จากผลิตผลที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ในขณะที่ทางปฏิบัติ antagonist จำเป็นต้องอยู่ในสภาพเดียวกับผลิตผลด้วย จึงต้องคัดเลือกที่เหมาะสมอยู่รอดในสภาพการเก็บรักษา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ดีตัวอย่าง antagonist ที่ได้มาจากตัวผลิตผลเองได้แก่ ยีสต์บนผลส้ม ในอิสราเอลพบว่าถ้าล้างผล ส้มก่อนการเก็บรักษาจะเกิดโรคจากเชื้อราระหว่างการเก็บรักษามากทั้ง ๆ ที่เมื่อนำน้ำล้างผลส้มมา วิเคราะห์พบแต่ยีสต์และแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่ พบเชื้อราเพียงเล็กน้อย แสดงว่าการล้างเป็น การกำจัดเอา antagonist ของเชื้อราออกไป ทำให้เชื้อราเจริญเติบโตและก่อให้เกิดโรคได้ การศึกษา ต่อมาพบว่าสามารถใช้ยีสต์ควบคุมโรคระหว่างการเก็บรักษาส้มได้ (จริงแท้, 2549)

สารระเหยจากพืช มีรายงานการศึกษาสารระเหยจากผลที่อได้แก่ benzaldehyde, methyl salicylate ethyl และ benzoate มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Monilinia fruticola* และ *Botrytis cineria* ได้นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตว่าผลของการใช้บรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ สูงเพื่อควบคุมโรคนั้น เกิดจากการที่คาร์บอนไดออกไซด์ไปกระตุ้นพืชให้สร้าง acetaldehyde และ ethyl acetate ออกมาและมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์การใช้สารทั้งสองใน สตอร์เบอร์และราสเบอร์รี่พบว่าใช้ได้ผล แต่อาจทำให้กลิ่นเปลี่ยนมีสีเปลี่ยนไปได้ การศึกษาด้านนี้ได้รับความสนใจ เช่นกัน เพราะอาจใช้ได้ผลดีกับเชื้อที่เข้าทำลายทางเลนติเซล และที่ได้ออกมาแบบแฝง ที่สารเคมีอื่น ๆ ไม่สามารถเข้าไปจัดการได้ (จริงแท้, 2549)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิธีการยับยั้งเชื้อราและยีสต์จากผักและผลไม้ได้เริ่มมีความนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่ง จากการได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 การเน่าเสียของผักและผลไม้

Akhtari และคณะ (2016) ได้กล่าวว่า แครอทที่เน่าเสียพบเชื้อราหลายชนิดปนเปื้อนใน แครอทเน่าจากตลาดในรัฐ Odisha ประเทศอินเดีย ซึ่งเชื้อราที่พบได้แก่ *Aspergillus niger*, *Geotrichum candidum* และ *Rhizopus oryzae* โดยเชื้อราที่พบมากที่สุดคือ *G. candidum* ซึ่ง พบเป็นจำนวนร้อยละ 49.1 รองลงมาคือ *R. oryzae* (ร้อยละ 30.5) และ *A. niger* (ร้อยละ 20.4)

Babic และคณะ (1992) ได้วิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อยีสต์ในแครอทที่เก็บรักษาใน Polymeric films ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าพบยีสต์หลายชนิดที่ทำให้แครอทเน่าเสีย ได้แก่ *Cryptococcus albidus*, *C. lambica*, *C. sake*, *C. parapsilosis* และ *C. tropicalis*

Ukeh และ Chiejina (2012) ที่ได้ตรวจพบเชื้อราทั้ง *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. เช่นเดียวกัน อีกทั้งยังพบเชื้อราก่อโรคชนิดอื่นด้วยในมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum*) โดยสายพันธุ์ของเชื้อราที่ตรวจพบว่าเป็นสาเหตุทำให้มะเขือเทศเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ *Helminthosporium solani* (ร้อยละ 11.11) *Aspergillus niger* (ร้อยละ 38.89) *Penicillium digitatum* (ร้อยละ 22.22) และ *Mucor piriformis* (ร้อยละ 27.78)

2.3.1 การป้องกันการเน่าเสียของผักและผลไม้

Mills และคณะ (2004) ได้พบว่าสารละลายเกลือโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 0.002 โมลาร์ (ร้อยละ 0.04) 0.02 โมลาร์ (ร้อยละ 0.4) และ 0.2 โมลาร์ (ร้อยละ 4) ในอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการสร้างสปอร์ของเชื้อราที่แยกได้จากมันฝรั่งได้ เช่น *Verticillium alboatrum*, *Verticillium dahlia*, *Alternaria alternata*, *Fusarium solani* var. *coeruleum*, *Phytophthora erythroseptica*, *Botrytis cinerea* และ *Phytophthora infestans* เช่นเดียวกับสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตที่สามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Alternaria alternata* ได้บางส่วนโดยพบการเจริญของเส้นใยเฉลี่ยร้อยละ 34 และการสร้างสปอร์เพียงร้อยละ 11

Smilanick (1999) ยังพบว่าสารละลายเกลือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium digitatum* ได้ดีที่สุด โดยความเข้มข้นที่สารละลายเกลือชนิดดังกล่าวสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ร้อยละ 50 (ED_{50}) เท่ากับ 5.0 มิลลิโมลลาร์ ส่วนสารละลายเกลือที่มีประสิทธิภาพรองลงมาคือเกลือโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3 ; 6.2 มิลลิโมลลาร์) โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3 ; 14.1 มิลลิโมลลาร์) แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (NH_4HCO_3 ; 16.4 มิลลิโมลลาร์) และโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต (KHCO_3 ; 33.4 มิลลิโมลลาร์)

2.3.2 การประยุกต์ใช้สารละลายเกลือหรือกรดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

Obenauf และคณะ (1982) ที่ได้ทำการทดสอบโดยนำมะเดื่อฝรั่ง (*profichi caprifigs*) มาจุ่มลงสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 21,825 ไมโครกรัมต่อลิตร เวลา 20 นาที เมื่อเก็บรักษาครบ 5 วัน พบว่ามีมะเดื่อฝรั่งที่พบการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* เพียงร้อยละ 20 ซึ่งหากใช้ร่วมกับสารเคมีชนิดอื่น ๆ เช่น benomyl, DCNA และ chlorothalonil พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสายพันธุ์นี้ได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากไม่พบมะเดื่อฝรั่งที่มีการเจริญของเชื้อราสายพันธุ์ดังกล่าว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองได้แก่ แครอทพันธุ์หงส์แดง (*Daucus carota*) มะเขือเทศพันธุ์ท้อ (*Lycopersicon esculentum*) จำนวนชนิดละ 118 ตัวอย่าง กล้วยไข่ (*Musa acuminata*) และ มะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ (*Carica papaya* L.) จำนวนชนิดละ 10 ตัวอย่างโดยทำการเก็บตัวอย่างจากตลาดหัวตะเข้ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 20 สายพันธุ์ แบ่งออกเป็นเชื้อรา 12 สายพันธุ์ ได้แก่ *Aspergillus terreus* TISTR 3109, *Aspergillus niger* TISTR 3245, *Aspergillus versicolor* TISTR 3460, *Alternaria alternata* TISTR 3282, *Penicillium citrinum* TISTR 3437, *Rhizopus stolonifer* TISTR 3144, *Aspergillus flavus* TISTR 3041, *Aspergillus parasiticus* TISTR 3276, *Aspergillus ochraceus* TISTR 3557 และ *Fusarium moniliforme* TISTR 3175 และเชื้อยีสต์ 8 สายพันธุ์ ได้แก่ *Candida lipolytica* TISTR 5655, *Pichia membranaefaciens* TISTR 5093, *Debraromyces hanseii* TISTR 5155, *Hanseniaspora uvarum* TISTR 5153, *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019, *Schizosaccharomyces pombe* TISTR 5205, *Rhodotorula glutinis* TISTR 515 และ *Zygosaccharomyces rouxii* TISTR 5044 ที่ได้จากศูนย์จุลินทรีย์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และเชื้อรา 1 สายพันธุ์ ได้แก่ *Penicillium chrysogenum* ATCC 10106 ที่ได้จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุขกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ รวมถึงเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กล้วย และมะละกอ

3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ได้แก่ Potato Dextrose Agar (PDA), Acidified Potato Dextrose Agar (APDA; อาหาร PDA ที่ปรับพีเอชให้ได้ 3.5 ด้วยสารละลายกรดทาร์ทาริกความเข้มข้นร้อยละ 10), อาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมกรด glacial acetic เข้มข้นร้อยละ 1, *Aspergillus Flavus* and *Parasiticus* Agar (AFPA), Creatine Sucrose Agar (CREA), Czapek Yeast Extract Agar (CYA), Czapek Agar (CZ), Corn Meal Agar (CMA), 2% Glucose Yeast Extract Peptone Water, Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC), 2% Glucose Yeast Extract Peptone Agar, 50%w/w Glucose Yeast Extract Agar, Gorodkova Agar, Malt Extract Agar (MEA), Yeast Extract Agar, Malt Yeast 20% Glucose (MY20G), McClary's Acetate Agar,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yeast Nitrogen Base (YNB), Yeast Carbon Base (YCB), Yeast Malt Agar (YMA) และ Yeast Malt Broth (YMB)

3.1.4 สารเคมีและชุดทดสอบ

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้แก่ สารละลายกรดทาร์ทาริกความเข้มข้นร้อยละ 10 ผงวุ้น (agar) โรสเบนกัล (rose Bengal) ไดคลอแรน (dichloran) โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (monopotassium phosphate) คลอแรมฟีนีคอล (chloramphenicol) แมกนีเซียมซัลเฟต (magnesium sulfate) ผงยีสต์ (yeast extract) ผงมอลต์ (malt extract) คาดาวิลีน (cadaverine) สารประกอบเกลือของกรดอินทรีย์และเกลือของกรดอนินทรีย์ได้แก่ โพแทสเซียมซอร์เบต ($C_6H_7KO_2$; ร้อยละ 99.0 potassium sorbate; บริษัท Sigma Aldrich ประเทศเยอรมัน) โซเดียมเบนโซเอต (C_6H_5COONa ; ร้อยละ 99.0 sodium benzoate; บริษัท Unilab ประเทศออสเตรเลีย) โพแทสเซียมอะซิเตต (CH_3COONa ; ร้อยละ 99.0 potassium acetate; บริษัท Unilab ประเทศออสเตรเลีย) โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ($K_2O_5S_2$; ร้อยละ 96 potassium metabisulfite; บริษัท Univar ประเทศออสเตรเลีย) แอมโมเนียมคาร์บอเนต ($(NH_4)_2CO_3$; ร้อยละ 95.3 ammonium carbonate; บริษัท Loba Chemie ประเทศอินเดีย) กรดอินทรีย์ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก ($C_6H_8O_6$; ร้อยละ 99.9 ascorbic acid; บริษัท Fisher Chemical ประเทศอินเดีย) กรดแลคติก ($C_3H_6O_3$; ร้อยละ 85 lactic acid; บริษัท Univar ประเทศออสเตรเลีย) กรดซิตริก ($C_6H_8O_7$; ร้อยละ 99.0 citric acid; บริษัท Univar ประเทศออสเตรเลีย) กรดทาร์ทาริก ($C_4H_6O_6$; ร้อยละ 99.5 tartaric acid; บริษัท Univar ประเทศออสเตรเลีย) และสารเคมีสำหรับทดสอบทางชีวเคมีของเชื้อยีสต์ ได้แก่ กลูโคส (glucose) มอลโตส (maltose) กาแลคโตส (galactose) แลคโตส (lactose) และซูโครส (sucrose)

3.1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ตู้ปลอดเชื้อ (laminar air flow; Clean รุ่น V6 บริษัทแลปเซอร์วิส) ตู้บ่มเชื้อ (บริษัท Memmert GmbH & co.KG ประเทศญี่ปุ่น) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave; Tomy รุ่น ES-315 บริษัท Tomy kogyo ประเทศญี่ปุ่น) เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (เครื่องวัด a_w ; AquaLab series 3TE บริษัท Decagon Devices, Inc ประเทศสหรัฐอเมริกา) เครื่องผสมสาร (vortex mixer; Scientific industries รุ่น G560E บริษัท Scientific industries, Inc. ประเทศญี่ปุ่น) กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (microscope; Olympus CH30 รุ่น CH30RF 200 บริษัทอีพอร์แอลอินเตอร์เนชันแนล ประเทศญี่ปุ่น) เครื่องวัดค่าพีเอช (pH meter; Testo รุ่น 205 บริษัท Testo, AG ประเทศเยอรมนี) คอร์กบอเรีย (cork borer; บริษัท Nonaka Rikak ประเทศญี่ปุ่น) เครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การศึกษาเชื้อราและยีสต์ในแครอท มะเขือเทศ กัวย และมะละกอ

ทำการสุ่มตัวอย่างแครอท มะเขือเทศ กัวย และมะละกอชนิดละ 10 ตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) วัดค่าพีเอช (pH) และวิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์โดยนำตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์ด้วยวิธี dilution plating โดยเปรียบเทียบการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิดได้แก่ acidified PDA, DRBC และ MY20G จากนั้นทำการจำแนกชนิดของเชื้อราและยีสต์ที่พบซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

ก) การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

นำตัวอย่างแต่ละชนิดมาวัดค่าปริมาณน้ำอิสระที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (AquaLab Series 3TE บริษัท Decagon Devices, Inc, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยนำตัวอย่างใส่ตลับวัดค่าปริมาณน้ำอิสระประมาณครึ่งตลับ จากนั้นอ่านค่าที่ได้แล้วบันทึกผล

ข) การวัดค่าพีเอช (pH)

นำตัวอย่างแต่ละชนิดมาวัดค่าพีเอชที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH meter; Testo รุ่น 205 บริษัท Testo, AG ประเทศเยอรมนี) โดยจุ่มหัววัดในตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าพีเอช จากนั้นอ่านค่าการวัดโดยหน้าจอก็จะแสดงค่าพีเอช 2 ครั้งใน 1 วินาที

ค) การวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในตัวอย่างแครอท มะเขือเทศ กัวย และมะละกอโดยวิธี dilution plating

การวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในแครอท มะเขือเทศ กัวย และมะละกอด้วยเทคนิค spread plate ตามวิธีการของ Tournas และคณะ (2016) ทำได้โดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อลงในถุงสำหรับตีปน จากนั้นเติมสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ระดับความเจือจางเท่ากับ 10^{-1} จากนั้นนำไปตีปนด้วยเครื่องตีปน (stomacher) เป็นเวลา 2 นาที แล้วจึงทำการเจือจางตัวอย่างต่อ ๆ ไปจนถึงระดับความเจือจางที่ 10^{-5} ด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 1 จากนั้นปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} , 10^{-4} และ 10^{-5} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยแครอทและมะเขือเทศ ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิดได้แก่ acidified PDA และ DRBC กัวยและมะละกอใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิดได้แก่ acidified PDA, DRBC และ MY20G (แต่ละระดับความเจือจางทำซ้ำชนิดละ 2 จาน) จากนั้นใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลปลอดเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน หากเมื่อครบกำหนด 5 วันแล้วยังไม่พบการเจริญของเชื้อราและยีสต์ให้บ่มต่ออีก 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อราและยีสต์โดยนับเฉพาะจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี รายงานผลจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดที่พบเป็นค่า CFU ต่อกรัม

ง) การคัดเลือกเชื้อราและยีสต์

การคัดเลือกเชื้อราและยีสต์จากอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งสามชนิดทำหลังจากนับจำนวนโคโลนีเสร็จสิ้นแล้ว โดยขั้นแรกสังเกตสีของโคโลนี การเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ ลักษณะเส้นใยที่เจริญบนอาหาร กลิ่น ลักษณะหยดน้ำที่เกิดขึ้นบนโคโลนี เพื่อดูลักษณะของเชื้อราและยีสต์ จากนั้นทำการเขี่ยสปอร์ของเชื้อราและโคโลนีของยีสต์ที่มีลักษณะแตกต่างกันด้วยเข็มหรือหวงเขี่ยเชื้อที่ปราศจากเชื้อ ทำการลากลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (cross streak) โดยเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้จากมะละกอและกล้วยลากลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิดได้แก่ CYA, MEA และ MY20G ส่วนเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้จากแครอทและมะเขือเทศลากลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิดได้แก่ CYA และ MEA บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 วัน หลังจากนั้นทำการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเชื้อราและยีสต์โดยเลือกโคโลนีเดี่ยวมาทำวิธี wet mount บนสไลด์เพื่อสังเกตความบริสุทธิ์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ้ายังไม่บริสุทธิ์ให้ทำการแยกเชื้อราและยีสต์ซ้ำอีกหลายครั้งจนกว่าได้เชื้อราและยีสต์ที่บริสุทธิ์ เมื่อได้เชื้อราและยีสต์ที่บริสุทธิ์แล้วถ่ายเชื้อราลงในหลอดอาหาร PDA และถ่ายยีสต์ลงในหลอดอาหาร YMA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน หากครบกำหนด 5 วันแล้วยังไม่พบการเจริญของเชื้อราและยีสต์ให้บ่มเชื้อต่ออีก 48 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการจำแนกชนิดของเชื้อราและยีสต์ต่อไป

จ) การจำแนกชนิดของเชื้อรา

นำเชื้อราบริสุทธิ์ที่แยกได้มาจำแนกชนิดด้วยวิธีการของ Samson และคณะ (2004) ซึ่งเริ่มได้จากการสังเกตกลุ่มของโคโลนีด้วยวิธี direct macroscopic และสังเกตลักษณะโครงสร้างของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (direct microscopic) สำหรับวิธี direct macroscopic สามารถทำได้โดยนำเชื้อราที่เจริญบนจานเพาะเลี้ยงเชื้อมาส่องด้วยกล้อง stereomicroscope เพื่อสังเกตลักษณะของเส้นใย ส่วนวิธี direct microscopic ทำได้โดยเขี่ยเชื้อราที่เจริญบนจานเพาะเลี้ยงเชื้อมาทำ wet mount บนสไลด์เพื่อสังเกตลักษณะโครงสร้างของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเชื้อราที่อยู่ในกลุ่ม Zygomycetes หรือ Coelomycetes ควรใช้ shear mounting fluid หรือน้ำกลั่น ในการทำ wet mount บนสไลด์ แล้วนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อสังเกตลักษณะของเส้นใย การสีบัพนธุ์แบบไม้อาศัยเพศ ลักษณะของสปอร์ การสร้างโคนิเดียหรือการสร้างสปอร์ในโครงสร้างพิเศษ และก้านชูสปอร์ ดูวิธีการจำแนกชนิดเชื้อราโดยละเอียดได้ในภาคผนวก ง

ฉ) การจำแนกชนิดของเชื้อยีสต์

นำเชื้อยีสต์บริสุทธิ์ที่แยกได้มาจำแนกชนิดด้วยวิธีการของ Barnett และคณะ (2000) ดังต่อไปนี้ (วิธีการโดยละเอียดดูในภาคผนวก จ)

ขั้นที่ 1 เริ่มด้วยสังเกตรูปร่างเซลล์ การเกิดตะกอนเซลล์ การเกิดฝ้าหรือฟิล์มที่ผิว การเกิดวงที่ขอบหลอด รูปร่างเซลล์ ลักษณะการสีบัพนธุ์แบบไม้อาศัยเพศในอาหารร้อยละ 2 Glucose Yeast Extract Peptone Water และตรวจสอบสีของโคโลนี ลักษณะของโคโลนี รูปร่างของเซลล์

ลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ในอาหารร้อยละ 2 Glucose Yeast Extract Peptone Agar ด้วยการสังเกตและนำมาทำ wet mount ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ด้วยกำลังขยาย 40 เท่า

ขั้นที่ 2 เป็นการสังเกตการสร้าง pseudomycelium และ true mycelium ด้วยวิธี slide culture โดยตัดอาหาร corn meal agar ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร จากนั้นนำมาวางบนแผ่นสไลด์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ใช้ลูปเขี่ยเชื้อยีสต์บนอาหาร corn meal agar ให้เป็นรอยจำนวน 3 รอย แล้วปิดทับผิวหน้าอาหารด้วยกระจกปิดสไลด์ที่ปราศจากเชื้อ เทนน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วลงในจานเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ 40 เท่า

ขั้นที่ 3 การศึกษาการสร้าง ballistospores โดยการใช้ลูปเขี่ยเชื้อยีสต์ลากบนผิวหน้าอาหาร PDA สองเส้นตัดกันเป็นรูปกากบาทจากนั้นประกบกับจานอาหาร PDA อีกจานที่ไม่ได้เขี่ยเชื้อยีสต์ลงไป ใช้เทปพันจานทั้งสองให้ติดกันนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ถ้ามีการเจริญของเชื้อยีสต์บนจานอาหาร PDA ที่ไม่ได้เขี่ยเชื้อยีสต์แสดงว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบมีการสร้าง ballistospores

ขั้นที่ 4 การศึกษาการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อยีสต์ ทดสอบโดยเขี่ยเชื้อยีสต์ลงบนอาหาร sporulation medium 2 ชนิดได้แก่ gorodkova agar และ mcClary's acetate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบการสร้าง ascospore โดยทำ wet mount ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ สังเกตจำนวน ascospore ใน 1 ascus ตรวจสอบผลทุกสัปดาห์จนครบ 3 สัปดาห์

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบการหมักสารประกอบคาร์บอน โดยการเขี่ยเชื้อยีสต์ลงในสารละลายน้ำตาล 5 ชนิด ได้แก่ สารละลาย glucose, maltose, galactose, sucrose และ lactose จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอดดักแก๊สทุก ๆ 24 ชั่วโมงจนครบ 3 วัน ถ้าเกิดแก๊สเต็มหลอดภายใน 3 วันถือว่าให้ผลบวกแบบ strong (+) และบ่มต่อไปจนครบ 2 สัปดาห์ถ้าเกิดแก๊สเต็มหลอดถือว่าให้ผลบวกแบบ weak (+w) แต่ถ้าเกิดแก๊สเพียง 1 ฟองถือว่าให้ผลบวกแบบ very weak (+vw) บ่มต่อไปอีก 1 สัปดาห์ถ้าเกิดแก๊สเพิ่มขึ้นถือว่าให้ผลบวกแบบ slow (+s) ถ้าไม่เกิดแก๊สให้บันทึกผลเป็นลบ (-)

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อร้อยละ 50 (w/w) glucose yeast extract agar ซึ่งเป็นการทดสอบการเจริญของยีสต์ในสภาวะที่มีความดันออสโมติกสูง ทำได้โดยเขี่ยเชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร MEA อายุ 3 วัน มาลากลงบนผิวของอาหารร้อยละ 50 (w/w) glucose yeast extract agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สังเกตการเจริญทุกสัปดาห์จนครบ 3 สัปดาห์

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบการเจริญที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำได้โดยเขี่ยเชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร MEA อายุ 3 วัน ลากลงบนผิวของอาหาร MEA หลอดใหม่แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-4 วัน สังเกตการเจริญถ้าหากเชื้อยีสต์เจริญได้น้อยให้ถ่ายเชื้อยีสต์ลงในอาหารเดิมอีกแล้วนำไปบ่มเช่นเดิมแล้วสังเกตการเจริญ

ขั้นที่ 8 ตรวจสอบการเจริญในสภาพที่มีกรด Glacial acetic ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยลากเชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร MEA อายุ 3 วันลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมกรดอะซิติกร้อยละ 1 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์และสังเกตการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 9 การศึกษาการใช้สารประกอบชนิดต่าง ๆ ด้วยชุดตรวจสอบสำเร็จรูปสำหรับการทดสอบทางชีวเคมี (API 20 C AUX; Biomerieux, ประเทศฝรั่งเศส) โดยการเชื้อยีสต์อายุ 18-24 ชั่วโมง ลงในสารละลาย API NaCl ร้อยละ 0.85 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เตรียมสารแขวนลอยของยีสต์ให้มีความขุ่นเท่ากับความขุ่นของ McFarland standard เบอร์ 2 ซึ่งสารแขวนลอยนี้ต้องใช้ทันทีหลังจากการเตรียม ปิเปตสารแขวนลอยสปอร์ 100 ไมโครลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ API C medium เติมสารแขวนลอยของยีสต์ที่ผสมกับอาหาร API C Medium ลงใน cupules ของชุดทดสอบ API 20 C AUX ปิดฝาแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 29 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง ± 6 ชั่วโมง เปรียบเทียบการเจริญเติบโตในทุกหลอด cupules รวมทั้ง cupules หมายเลข 0 ซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมเชิงลบ ถ้าหากใน cupules ใด ๆ ที่ทดสอบมีความขุ่นมากกว่าความขุ่นของชุดควบคุมแสดงว่าให้ผลบวก (positive reaction) (วิธีการโดยละเอียดดูในภาคผนวก จ)

3.2.2 การศึกษาผลของกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและยีสต์ในแครอท มะเขือเทศ กล้วย และมะละกอ

3.2.2.1 การเตรียมเชื้อรา

การเตรียมเชื้อราทำได้โดยการเชื้อเชื้อราทั้ง 8 สายพันธุ์ได้แก่ เชื้อราอ้างอิงจำนวน 4 สายพันธุ์ (*Alternaria alternata* TISTR 3282, *Penicillium citrinum* TISTR 3437, *Rhizopus stolonifer* TISTR 3144 และ *Aspergillus flavus* TISTR 3041) และเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างจำนวน 4 ไอโซเลตได้แก่ เชื้อราที่แยกได้จากแครอทจำนวน 1 ไอโซเลต เชื้อราที่แยกได้จากมะละกอจำนวน 2 ไอโซเลต และเชื้อราที่แยกได้จากมะเขือเทศจำนวน 1 ไอโซเลต โดยใช้ลูปเชื้อถ่ายเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ที่เจริญและสร้างสปอร์ในหลอด PDA slant อายุ 7 วัน โดยแต่ละหลอดวางกลางผิวหน้าอาหาร PDA 1 จุด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน

3.2.2.2 การเตรียมเชื้อยีสต์

การเตรียมเชื้อยีสต์ทำได้โดยเตรียมเชื้อยีสต์จำนวน 9 สายพันธุ์ได้แก่ เชื้อยีสต์อ้างอิงจำนวน 2 สายพันธุ์ (*Candida lipolytica* TISTR 5655 และ *Rhodotorula glutinis* TISTR 515) และเชื้อยีสต์ที่แยกได้จากตัวอย่างจำนวน 7 ไอโซเลตได้แก่ เชื้อยีสต์ที่แยกได้จากแครอท 4 ไอโซเลต และเชื้อยีสต์ที่แยกได้จากมะเขือเทศ 3 ไอโซเลต โดยถ่ายเชื้อยีสต์ข้างต้นทั้งหมดนี้ลงอาหาร YMA บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นจึงถ่ายเชื้อยีสต์แต่ละสายพันธุ์ลงในหลอดอาหารเหลว YMB ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน นำเชื้อยีสต์ที่เจริญในอาหารเหลวทุกหลอดไปปั่นเหวี่ยงครั้งที่ 1 ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เพื่อแยกเซลล์ แล้วเทส่วนใส (supernatant) ทิ้งไป เหลือเฉพาะส่วนตะกอนเซลล์ (cell pellet) ที่ก้นหลอด จากนั้นล้างตะกอนเซลล์ครั้งที่ 1 โดยเติมสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) นำไปปั่นเหวี่ยงครั้งที่ 2 ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วเทส่วนใสทิ้ง จากนั้นล้างเซลล์

ด้วยวิธีการเดิมอีก 1 ครั้ง แล้วนำตะกอนเซลล์ที่ได้มาทำให้อยู่ในรูปของสารแขวนลอยเซลล์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก การค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเติมสารละลายเปปโตความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้ว ปรับความขุ่นด้วย McFarland standard ให้เท่ากับความขุ่นของ McFarland standard เบอร์ 5 (ความเข้มข้นเซลล์เท่ากับ 10^8 CFUต่อมิลลิลิตร)

3.2.2.3 ผลของกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอินทรีย์ ชนิดต่าง ๆ ต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อราและยีสต์

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดอินทรีย์จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดซิตริก (citric acid) กรดแลคติก (lactic acid) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เกลือของกรดอินทรีย์และเกลือของกรดอินทรีย์จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โพแทสเซียมซอร์เบต (Potassium sorbate) โซเดียมเบนโซเอต (Sodium benzoate) โพแทสเซียมอะซิเตต (Potassium acetate) โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Potassium metabisulfite) แอมโมเนียมคาร์บอเนต (Ammonium carbonate) ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราจำนวน 8 สายพันธุ์ ในอาหาร PDA และการเจริญของเชื้อยีสต์จำนวน 9 สายพันธุ์ในอาหาร YMA ทดลองโดยใช้วิธี agar dilution ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Collins และคณะ (2001) ดังนี้ ขั้นแรกเริ่มจากการเตรียม stock solution ของสารละลายเกลือและกรดแต่ละชนิดที่จะเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 50, 100, 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นทำให้สารละลายเกลือและกรดแต่ละชนิดปลอดเชื้อโดยกรองผ่าน filter membrane ขนาด 0.45 ไมโครเมตร (Cellulose Acetate membrane; บริษัท FILTREX ประเทศสหรัฐอเมริกา) จากนั้นเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (สำหรับเชื้อรา) และ YMA (สำหรับเชื้อยีสต์) ที่ปลอดเชื้อสำหรับใช้ผสมกับสารละลายเกลือและกรดแต่ละชนิดเพื่อให้ได้ระดับความเข้มข้นสุดท้ายของเกลือและกรดต่างกัน 8 ระดับ (0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0%w/v) โดยทำตามวิธีการดังนี้ ปิเปตสารละลายเกลือหรือกรดแต่ละชนิดจาก stock solution (ที่แต่ละระดับความเข้มข้นและปริมาตรที่เหมาะสมได้ในภาคผนวก ข) ลงในจานเพาะเชื้อและเติมน้ำกลั่นปลอดเชื้อปริมาตรที่เหมาะสม (ดูภาคผนวก ข) ลงในจานเพาะเชื้อเปล่าที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตรที่เหมาะสมที่มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส แล้วผสมสารละลายกรดหรือเกลือและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี โดยใช้การหมุนจานเพาะเชื้อ วางทิ้งไว้จนกระทั่งอาหารแข็งตัวและมีผิวหน้าแห้ง จะได้อาหารเลี้ยงเชื้อที่พร้อมสำหรับถ่ายเชื้อราและยีสต์เพื่อหาค่า MIC โดยสำหรับชุดควบคุมเชิงลบ (negative control) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมน้ำกลั่นแทนสารละลายเกลือหรือกรด ในการถ่ายเชื้อราทำการทดลองต่อจากข้อ 3.2.2.1 โดยใช้วิธี mycelial plug ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Youssef และคณะ (2012) โดยเจาะชิ้นส่วนของเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบด้วย cork borer ปราศจากเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 มิลลิเมตร วางลงตรงกลางจานอาหาร PDA ผสมกับสารละลายเกลือหรือกรดแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ สำหรับยีสต์ทำการถ่ายเชื้อจากสารแขวนลอยเซลล์แต่ละชนิดที่เตรียมไว้จากวิธีการตามข้อ 3.2.2.2 โดยใช้ลูปเขี่ยเชื้อที่ปลอดเชื้อแตะสารแขวนลอยเซลล์นำมาลากลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ YMA ที่ผสมสารละลายเกลือหรือกรดด้วยเทคนิค simple streak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำจานเพาะเลี้ยงเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน (สำหรับเชื้อรา) และ 3 วัน (สำหรับยีสต์) เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการบ่มแล้วทำการประเมินผล โดยตรวจดูการเจริญของเชื้อราและยีสต์ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ หากเชื้อราไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นนอกวงวนที่วางไว้หรือยีสต์ไม่มีการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อแสดงว่าเชื้อหรือกรดชนิดนั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราหรือยีสต์สายพันธุ์ที่ใช้ทดสอบได้ ซึ่งค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ (minimum inhibitory concentration, MIC) เป็นค่าความเข้มข้นที่ต่ำสุดของสารละลายเชื้อหรือกรดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.2.3 การประยุกต์ใช้กรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราในมะเขือเทศ

3.2.3.1 การเตรียมมะเขือเทศ

วิธีการเตรียมมะเขือเทศ ได้ประยุกต์มาจากวิธีการของ Kolaei และคณะ (2012) ซึ่งเตรียมได้โดยนำตัวอย่างมะเขือเทศพันธุ์ท้อจำนวน 108 ผลมาล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยแช่เป็นเวลา 5 นาที แล้วล้างโดยให้น้ำบริสุทธิ์ไหลผ่านเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นตากให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3.2.3.2 การเตรียมเชื้อรา

การเตรียมเชื้อราที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 2 สายพันธุ์ได้แก่ เชื้อราอ้างอิง 1 สายพันธุ์ (*Rhizopus stolonifer* TISTR 3144) และเชื้อราที่แยกได้จากมะเขือเทศจำนวน 1 ไอโซเลต ทำตามวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 3.2.2.1

3.2.3.3 การประยุกต์ใช้กรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราในมะเขือเทศ

การประยุกต์ใช้สารละลายกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในมะเขือเทศ ทำตามวิธีการของ Kolaei และคณะ (2012) ซึ่งดัดแปลงดังนี้ นำตัวอย่างมะเขือเทศที่เตรียมไว้มาทำให้เกิดแผล (3 แผลต่อผล) โดยใช้ cork borer ปราศจากเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 มิลลิเมตร (เบอร์ 2) เจาะให้เป็นรูลึกประมาณ 1 เซนติเมตร โดยสร้างแผลเรียงเป็นเส้นตรงในแนวนอน เว้นระยะห่างจากแผลตรงกลางไปยังแผลด้านขวาและแผลด้านซ้ายให้เท่ากันทั้งสองด้าน ด้านละประมาณ 4 เซนติเมตร ต่อมาใช้ cork borer ปราศจากเชื้อขนาดเดิมนี้ เจาะอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเส้นใยเชื้อราได้แก่ *Rhizopus stolonifer* TISTR 3144 และเชื้อราที่แยกได้จากมะเขือเทศที่เตรียมไว้จากการทดลองข้อ 3.2.3.2 นำ mycelium agar plug ที่ได้ใส่ในแผลของตัวอย่างที่ทำไว้ข้างต้น จากนั้นฉีดพ่นสารละลายเชื้อหรือกรดจำนวน 9 ชนิด ได้แก่ เกลือของกรดอินทรีย์และเกลือของกรดอนินทรีย์จำนวน 5 ชนิดได้แก่ โพแทสเซียมซอร์เบต โซเดียมเบนโซเอต โพแทสเซียมอะซิเตต โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ และแอมโมเนียมคาร์บอเนต

และกรดอินทรีย์จำนวน 4 ชนิดได้แก่ กรดแอสคอร์บิก กรดแลคติก กรดซิตริก และกรดทาร์ทาริก เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์โดยไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นร้อยละ 1 หรือ 3 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ซึ่งทำให้สารละลายเกลือหรือกรดปลอดเชื้อ โดยกรองผ่าน filter membrane ขนาด 0.45 ไมโครเมตร (cellulose acetate membrane; บริษัท Filtrex ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายเกลือหรือกรดความเข้มข้น ร้อยละ 1 หรือ 3 เป็นชุดควบคุมเชิงบวก (positive control) และสำหรับชุดควบคุมเชิงลบ (negative control) ทดลองโดยใส่ชิ้นวุ้นที่ไม่มีเส้นใยเชื้อราเจริญแทน mycelium agar plug ลงใน แผลที่ทำไว้บนตัวอย่างแต่มีการฉีดพ่นสารละลายเกลือหรือกรดความเข้มข้นร้อยละ 1 หรือ 3 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ จากนั้นใส่ตัวอย่างแต่ละผลลงในถุงพลาสติกใส ขนาดเล็กไม่ปิดผนึก วางบนสภาพพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อคลุมทั้งสภาพพลาสติกโดยไม่ต้องปิดผนึก นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบเวลานำตัวอย่างมาตรวจดูการเจริญของเชื้อราในตัวอย่าง หากเชื้อราไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นนอกชั้นวุ้นภายในรูที่เจาะไว้แสดงว่าสารละลายเกลือหรือกรด ชนิดนั้นสามารถยับยั้งเชื้อราสายพันธุ์ที่ใช้ทดสอบได้ หากตรวจพบการเจริญเพิ่มขึ้นให้วัดขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อราที่เจริญรอบรอยแผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในแครอทและมะเขือเทศ

จากการวิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในแครอท มะเขือเทศ ชนิดละ 10 ตัวอย่างด้วยวิธี dilution plating พบว่า ส่วนใหญ่มีเชื้อราและยีสต์ปนเปื้อนค่อนข้างสูง โดยในแครอทพบว่าส่วนใหญ่มีเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดบนอาหาร DRBC และ acidified PDA ใกล้เคียงกันคือ พบเป็นจำนวน 1.5×10^7 CFUต่อกรัม และ 1.62×10^7 CFUต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งต่างจากในมะเขือเทศ ที่พบการเจริญของเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดบนอาหาร DRBC เฉลี่ย 7.8×10^7 CFUต่อกรัม ซึ่งมากกว่าจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดที่เจริญบนอาหาร acidified PDA จำนวน 3.1×10^7 CFUต่อกรัม (ตารางที่ 4.1) และเมื่อวัดค่าพีเอชพบว่าแครอทและมะเขือเทศมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงความเป็นกรด (ค่าพีเอชต่ำกว่า 7) โดยมะเขือเทศมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.15 ซึ่งต่ำกว่าแครอทที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.29 ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) พบว่าแครอทและมะเขือเทศมีค่าใกล้เคียงกันที่ 0.981 และ 0.986 ตามลำดับ

เมื่อทำการแยกเชื้อราที่เจริญบนแครอทพบเชื้อรา *Geotrichum* spp. (รูปที่ 4.2) มากที่สุดเป็นจำนวนร้อยละ 6.15 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด รองลงมาคือเชื้อรา *Absidia* spp. (รูปที่ 4.3) เป็นจำนวนร้อยละ 4.61 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด ส่วนเชื้อยีสต์ที่พบมากที่สุดคือ *Candida* spp. (รูปที่ 4.4) โดยพบเป็นจำนวนร้อยละ 3.08 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด

ในมะเขือเทศพบเชื้อรา *Penicillium* spp. (รูปที่ 4.5) มากที่สุดโดยเป็นจำนวนร้อยละ 9.23 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด รองลงมาคือเชื้อรา *Rhizopus* spp. (รูปที่ 4.6) จำนวนร้อยละ 6.15 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด ส่วนเชื้อยีสต์ที่พบมากที่สุดคือ *Rhodotorula* spp. (รูปที่ 4.7) โดยพบเป็นจำนวนร้อยละ 3.08 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด (ตารางที่ 4.3)

4.2 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในกล้วยและมะละกอ

จากการวิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในกล้วย และมะละกอ ชนิดละ 10 ตัวอย่างด้วยวิธี dilution plating พบว่าในกล้วยส่วนใหญ่มีจำนวนการปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดบนอาหาร acidified PDA และ DRBC มากกว่าบนอาหาร MY20G ซึ่งต่างจากในมะละกอที่มีจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดบนอาหาร MY20G มากกว่าจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดที่เจริญบนอาหาร acidified PDA และ DRBC (ตารางที่ 4.2) เมื่อวัดค่าพีเอชพบว่ากล้วยและมะละกามีค่าพีเอชอยู่ในช่วงความเป็นกรด เช่นเดียวกับแครอทและมะเขือเทศ โดยกล้วยมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.87 ซึ่งต่ำกว่ามะละกอที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.56 และเมื่อวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่ากล้วยและมะละกามีค่าใกล้เคียงกันที่ 0.972 และ 0.980 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทั้งใน แครอท มะเขือเทศ กล้วย และมะละกอบพบว่า มะเขือเทศมีค่าพีเอชต่ำที่สุดแต่มีค่าปริมาณน้ำอิสระ สูงที่สุด ส่วนมะละกามีค่าพีเอชสูงที่สุดและกล้วยมีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด

เมื่อทำการแยกเชื้อราที่เจริญในกล้วยพบเชื้อรา *Penicillium* spp. ได้มากที่สุด โดยพบ เป็นจำนวนร้อยละ 9.23 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด รองลงมาคือเชื้อ *Acremonium* spp. (รูปที่ 4.8) ซึ่งพบร้อยละ 6.15 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด ส่วนยีสต์ที่พบมากที่สุด คือ *Candida* spp. (รูปที่ 4.9) ซึ่งพบเป็นจำนวนร้อยละ 3.08 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด

ในมะละกอบพบเชื้อรา *Penicillium* spp. ได้มากที่สุด โดยพบเป็นจำนวนร้อยละ 12.3 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด ส่วนเชื้อยีสต์พบเชื้อ *Trichosporon mucoides* (รูปที่ 4.10) ได้เพียงสายพันธุ์เดียว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 1.54 ของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้ทั้งหมด (ตารางที่ 4.3)



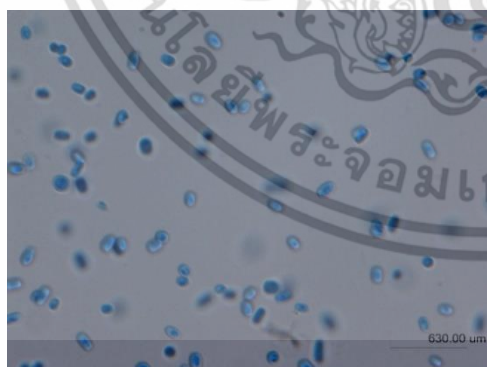
(ก)

(ข)

รูปที่ 4.1 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในกล้วยและแครอท

(ก) การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในกล้วยบนอาหาร DRBC

(ข) การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในแครอทบนอาหาร APDA



ก)



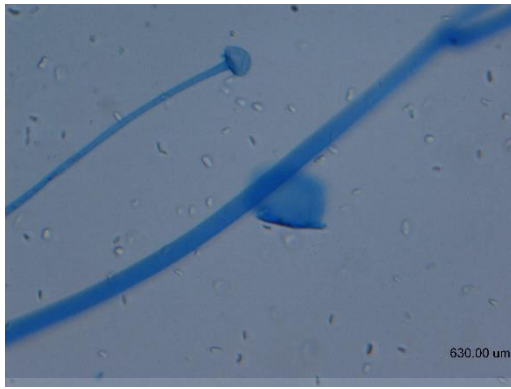
ข)

รูปที่ 4.2 ลักษณะของเชื้อรา *Geotrichum* spp.

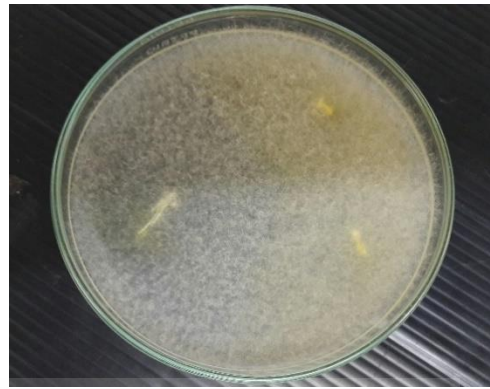
ก) ลักษณะของเชื้อรา *Geotrichum* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเส้นใยมีผนังกัน สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศต่อกันเป็นโซ่ สร้างโคนิเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนิเดียใ สผิวเรียบ ไม่มีโคนิเดียกลางเส้นใย

ข) ลักษณะโคโคเนียของเชื้อรา *Geotrichum* spp. โคโคเนียสีขาวเรียบบนอาหาร MEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)

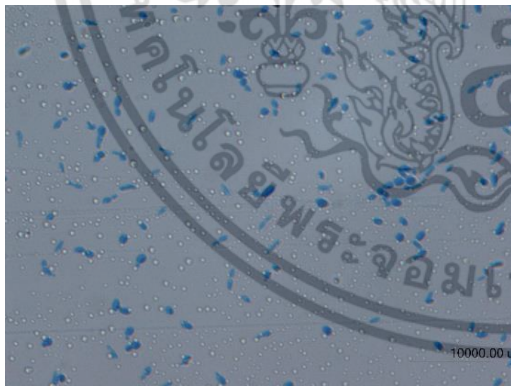


ข)

รูปที่ 4.3 ลักษณะของเชื้อรา *Absidia* spp.

ก) ลักษณะของเชื้อรา *Absidia* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเส้นใยไม่มีผนังกันสร้าง sporangiospores อยู่ในถุง sporangia (รูปลูกแพร์) sporangiophore แตกแขนง และมี apophysis ชัดเจน

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Absidia* spp. โคโลนีมีสีขาวเมื่อเจริญบนอาหาร MEA



ก)



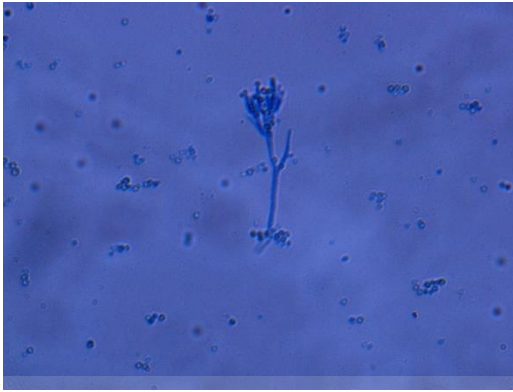
ข)

รูปที่ 4.4 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida* spp. (*Candida famata*)

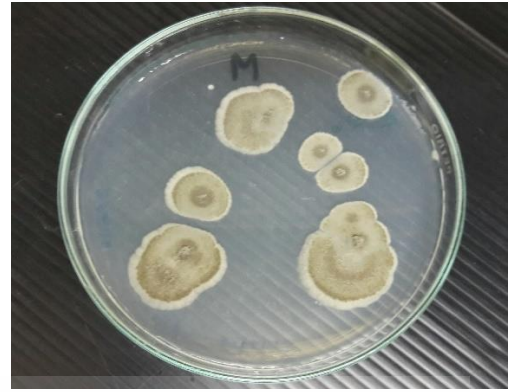
ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida famata* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการสร้าง budding และไม่สร้าง ascospore

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Candida famata* โคโลนีลักษณะสีชมพู ผิวหน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)

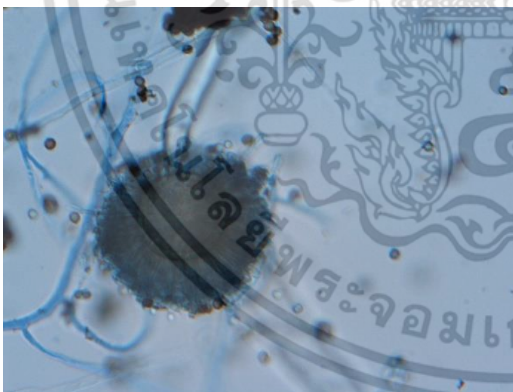


ข)

รูปที่ 4.5 ลักษณะของเชื้อรา *Penicillium* spp.

ก) ลักษณะของเชื้อรา *Penicillium* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเส้นใยมีผนังกันโคนินเดียวเกิดจากเซลล์พิเศษคือ phialides มีลักษณะคอสั้น คล้ายรูปฟลาสก์

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Penicillium* spp. โคโลนีมีสีน้ำเงินเขียวบนอาหาร MEA



ก)



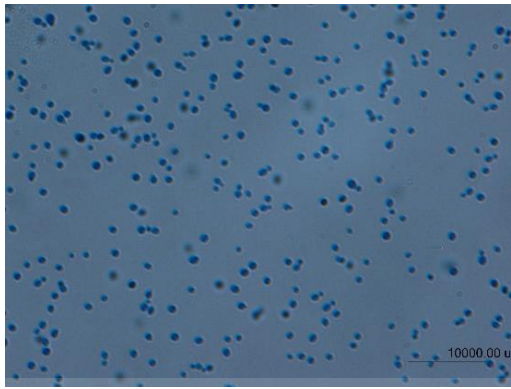
ข)

รูปที่ 4.6 ลักษณะของเชื้อรา *Rhizopus* spp.

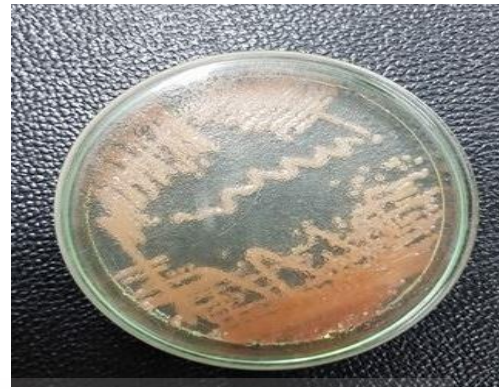
ก) ลักษณะของเชื้อรา *Rhizopus* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเส้นใยไม่มีผนังกันสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศเป็น sporangiospores โดย sporangia และ sporangiospores มีสีเข้ม (ไม่ติดสี) sporangiophores ส่วนใหญ่ไม่แตกแขนง สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Rhizopus* spp. โคโลนีสีดำบนอาหาร MEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)

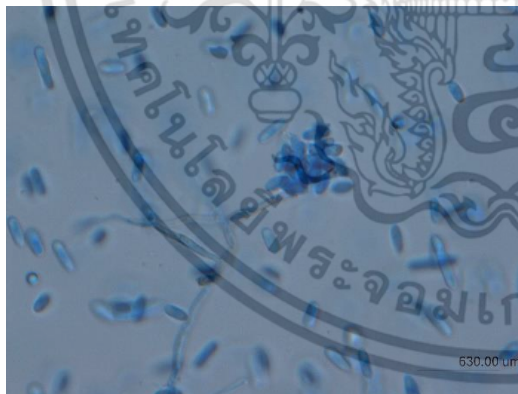


ข)

รูปที่ 4.7 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosa*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosa* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการ budding ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosa* โคโลนีลักษณะสีชมพู ผิวหน้ำมัน



ก)



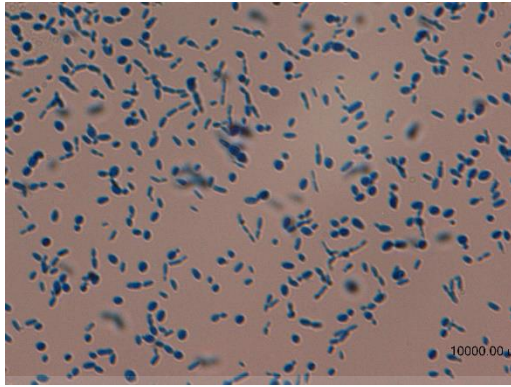
ข)

รูปที่ 4.8 ลักษณะของเชื้อรา *Acremonium* spp.

ก) ลักษณะของเชื้อรา *Acremonium* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเส้นใยมีผนังกัน การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศเป็นแบบ phialidic โคนิเตียรวมเป็นกลุ่มในสารเหนียว phialides ยาวรูปร่างคล้ายสว่านและไม่อยู่เป็นกลุ่ม

ข) ลักษณะของเชื้อรา *Acremonium* spp. โคโลนีสีส้มฟูคล้ายกำมะหยี่บนอาหาร MEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)



ข)

รูปที่ 4.9 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida spp.* (*Candida parapsilosis*)

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida parapsilosis* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์เป็นแบบไม่อาศัยเพศด้วยการ budding ไม่มีการสร้าง ascospore และสร้าง mycelium แบบ truemycelium

ข) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida parapsilosis* โคลนนี้ลักษณะสีขาว ผิวหน้ามัน



ก)



ข)

รูปที่ 4.10 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการสร้าง budding ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii* โคลนนี้ลักษณะสีขาว ผิวหน้าแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในแครอทและมะเขือเทศโดยวิธี Dilution plating

ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	a_w (25 °C)		pH (25 °C)		ปริมาณการปนเปื้อนของราและยีสต์ (CFU/g)		จำนวนไอโซเลตของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้		
						อาหาร DRBC	อาหาร APDA	อาหาร DRBC	อาหาร APDA	
		ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	ช่วง			
แครอท	10	0.980-0.982	0.981	3.48-5.54	4.29	$1.2 \times 10^6 - 3.1 \times 10^7$	$2.6 \times 10^5 - 3.2 \times 10^7$	<i>Penicillium</i> spp.	(1) <i>Penicillium</i> spp.	(1)
								<i>Aspergillus</i> spp.	(1) <i>Culvuraria</i> spp.	(1)
								<i>Geotrichum</i> spp.	(4) <i>Absidia</i> spp.	(3)
								<i>Trichosporon asahii</i>	(1) <i>Candida famata</i>	(1)
								<i>Candida lusitanae</i>	(1) <i>Rhodotorula minuta</i>	(1)
								<i>Penicillium</i> spp.	(4)	
มะเขือเทศ	10	0.982-0.989	0.986	3.91-4.32	4.15	$1.0 \times 10^5 - 1.8 \times 10^8$	$2.0 \times 10^5 - 1.4 \times 10^8$	<i>Rhizopus</i> spp.	(3)	
								<i>Aspergillus</i> spp.	(1)	
								<i>Geotrichum</i> spp.	(2) <i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	(1)
								<i>Candida guilliermondii</i>	(1)	
								<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	(1)	
								<i>Cryptococcus laurentii</i>	(1)	

หมายเหตุ : a_w = ปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่างโดยวัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

N = ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 4.2 การปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในกล้วยและมะละกอโดยวิธี Dilution plating

ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	a _w (25 °C)		pH (25 °C)		ปริมาณการปนเปื้อนของราและยีสต์ (CFU/g)			จำนวนไอโซเลตของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้		
		ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	อาหาร DRBC	อาหาร APDA	อาหาร MY20G	อาหาร DRBC	อาหาร APDA	อาหาร MY20G
กล้วย	10	0.970-0.974	0.972	4.78-5.08	4.87	1.2x10 ⁵ -2.1x10 ⁸	1.0x10 ⁵ -2.2x10 ⁸	2.0x10 ⁵ -2.8x10 ⁷	<i>Penicillium</i> spp. (2)	<i>Penicillium</i> spp. (3)	<i>Penicillium</i> spp. (1)
									<i>Rhizopus</i> spp. (1)	<i>Geotrichum</i> spp. (2)	<i>Rhizopus</i> spp. (1)
									<i>Absidia</i> spp. (1)	<i>Paecilomyces</i> spp. (1)	<i>Geotrichum</i> spp. (1)
									<i>Geotrichum</i> spp. (1)	<i>Acremonium</i> spp. (2)	<i>Acremonium</i> spp. (1)
									<i>Cryptococcus</i>	<i>Candida</i>	
									<i>Humicola</i> (1)	<i>parapsilosis</i> (1)	
										<i>Candida ciferrii</i> (1)	
										<i>Penicillium</i> spp. (4)	<i>Penicillium</i> spp. (1)
										<i>Chrysogenum</i> (2)	<i>Aspergillus flavus</i> (1)
มะละกอ	10	0.977-0.984	0.980	5.42-5.75	5.56	8.0x10 ⁵ -2.4x10 ⁸	1.0x10 ⁵ -2.3x10 ⁸	1.1x10 ⁶ -2.3x10 ⁸	<i>Penicillium</i> spp. (1)	<i>Acremonium</i> spp. (1)	
									<i>Absidia</i> spp. (1)		
									<i>Paecilomyces</i> spp. (1)		
									<i>Trichosporon</i>		
									<i>Mucoides</i> (1)		

หมายเหตุ : a_w = ค่าปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่างโดยวัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

N = ไม่มีข้อมูลเนื่องจากไม่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 4.3 เชื้อราและยีสต์ที่ปนเปื้อนในแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ

เชื้อราและยีสต์ที่พบ	จำนวนไอโซเลต	ร้อยละ*
แครอท		
<i>Absidia</i> spp.	3	4.61
<i>Aspergillus</i> spp.	1	1.54
<i>Candida</i> spp.	2	3.08
<i>Culvuraria</i> spp.	1	1.54
<i>Geotrichum</i> spp.	4	6.15
<i>Penicillium</i> spp.	2	3.08
<i>Rhodotorula</i> spp.	1	1.54
<i>Trichosporon</i> spp.	1	1.54
รวม	15	23.08
มะเขือเทศ		
<i>Aspergillus</i> spp.	1	1.54
<i>Candida</i> spp.	1	1.54
<i>Cryptococcus</i> spp.	1	1.54
<i>Geotrichum</i> spp.	2	3.08
<i>Penicillium</i> spp.	6	9.23
<i>Rhizopus</i> spp.	4	6.15
<i>Rhodotorula</i> spp.	2	3.08
รวม	17	26.15
กัลฉ่าย		
<i>Absidia</i> spp.	1	1.54
<i>Acremonium</i> spp.	4	6.15
<i>Candida</i> spp.	2	3.08
<i>Cryptococcus</i> spp.	1	1.54
<i>Geotrichum</i> spp.	3	4.61
<i>Paecilomyces</i> spp.	1	1.54
<i>Penicillium</i> spp.	6	9.23
<i>Rhizopus</i> spp.	2	3.08
รวม	20	30.77
มะละกอ		
<i>Absidia</i> spp.	1	1.54
<i>Acremonium</i> spp.	1	1.54
<i>Aspergillus</i> spp.	1	1.54
<i>Paecilomyces</i> spp.	1	1.54
<i>Penicillium</i> spp.	8	12.3
<i>Trichosporon</i> spp.	1	1.54
รวม	13	20.00

หมายเหตุ : * ร้อยละจากไอโซเลตของเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แครอทที่เน่าเสียมีเชื้อราหลายสายพันธุ์ที่ปนเปื้อนได้แก่ *Absidia* spp., *Aspergillus* spp., *Candida* spp., *Culvuraria* spp., *Geotrichum* spp., *Penicillium* spp., *Rhodotorula* spp. และ *Trichosporon* spp. โดยพบเชื้อรา *Geotrichum* spp. มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Akhtari และคณะ (2016) ที่ได้พบเชื้อราหลายสายพันธุ์ปนเปื้อนในแครอทเน่าจากตลาดในรัฐ Odisha ประเทศอินเดีย ซึ่งเชื้อราที่พบได้แก่ *Aspergillus niger*, *Geotrichum candidum* และ *Rhizopus oryzae* โดยเชื้อราที่พบมากที่สุดคือ *G. candidum* ซึ่งพบเป็นจำนวนร้อยละ 49.1 รองลงมาคือ *R. oryzae* (ร้อยละ 30.5) และ *A. niger* (ร้อยละ 20.4) และสอดคล้องกับการทดลองของ Horita และ Hatta (2015) ที่ได้วิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อราในตัวอย่างแครอทจากเมือง Hokkaido ประเทศญี่ปุ่น โดยพบเชื้อรา *G. candidum* ในแครอทที่เน่าเสีย ซึ่งเชื้อราสายพันธุ์นี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในแครอทสูงถึงร้อยละ 83 ถึงร้อยละ 100

ส่วนเชื้อยีสต์ที่พบได้มากในแครอทคือเชื้อยีสต์ *Candida* spp. ซึ่งสอดคล้องกับ Babic และคณะ (1992) ที่ได้วิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อยีสต์ในแครอทที่เก็บรักษาใน Polymeric films ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าพบยีสต์หลายสายพันธุ์ที่ทำให้แครอทเน่าเสียได้แก่ *Cryptococcus albidus*, *C. lambica*, *C. sake*, *C. parapsilosis* และ *C. tropicalis*

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าแครอทเน่าที่ใช้ในการวิเคราะห์มีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.981 และค่าพีเอชเท่ากับ 4.29 และตรวจพบเชื้อรา *Geotrichum* spp. และเชื้อยีสต์ *Candida* spp. เจริญบนแครอทมากที่สุด ซึ่งการที่พบเชื้อทั้งสองสายพันธุ์นี้อาจเป็นไปได้ว่าปัจจัยภายในของแครอท เช่น ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าพีเอช รวมทั้งปัจจัยภายนอกเช่น อุณหภูมิที่เก็บรักษานั้นเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา *G. candidum* ซึ่ง Pitt และ Hocking (2009) ได้กล่าวว่าเชื้อรา *G. candidum* นั้นเป็นเชื้อราเพียงสปีชีส์เดียวในสกุลของ *Geotrichum* ที่ส่งผลกระทบต่ออาหาร โดย Plaza และคณะ (2003) ได้รายงานว่เชื้อรา *G. candidum* มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำสุดสำหรับการเจริญ (minimum a_w for growth) เท่ากับ 0.95 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อราสายพันธุ์นี้เท่ากับ 25-30 องศาเซลเซียส และมีค่าพีเอชที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อเท่ากับ 5.5 ถึง 6.0 (Boutrou และ Guégen, 2005) อีกทั้งเชื้อรา *G. candidum* ยังมีช่วงอุณหภูมิและค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญที่กว้าง (Wyder, 2000; Boutrou และ Guégen, 2005) นอกจากนี้แครอทยังมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อยีสต์ *Candida* sp. โดย Jay และคณะ (2005) ได้กล่าวว่าเชื้อยีสต์ *Candida utilis*, *Candida scottii* และ *Candida zeylanoides* มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำสุดที่เจริญได้เท่ากับ 0.94, 0.92 และ 0.90 ตามลำดับ นอกจากนี้ Pitt และ Hocking (2009) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ (เจริญได้อย่างเต็มที่) ของเชื้อยีสต์สกุลนี้ เช่น *C. krusei* และ *C. parapsilosis* เท่ากับ 37 องศาเซลเซียส จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้นจะสังเกตได้ว่าทั้งค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าพีเอชที่วัดได้จากแครอทนั้นมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อรา *Geotrichum* sp. และเชื้อยีสต์ *Candida* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อราและยีสต์ทั้งสองสกุลนี้ยังใกล้เคียงกับภูมิอากาศของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในเขตร้อน ดังนั้นด้วยปัจจัยทั้งหมดนี้จึงส่งเสริมให้เชื้อราและยีสต์สองสกุลนี้เจริญได้ดีในแครอท

ในการทดลองนี้พบเชื้อราจำแนกหลายสายพันธุ์ที่ปนเปื้อนในมะเขือเทศได้แก่ *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Aspergillus* spp. และ *Geotrichum* spp. โดยพบเชื้อรา *Penicillium* spp. มากที่สุด ซึ่งคล้ายกับผลการวิเคราะห์ของ Ukeh และ Chiejina (2012) ที่ได้ตรวจพบเชื้อราทั้ง *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. เช่นเดียวกัน อีกทั้งยังพบเชื้อราก่อโรคชนิดอื่นด้วยในมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum*) จากตลาด Onuiyi ใน Local government area (LGA) ของรัฐ Enugu ประเทศไนจีเรีย โดยเชื้อราที่ตรวจพบว่าเป็นสาเหตุทำให้มะเขือเทศเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ เชื้อรา *Helminthosporium solani* (ร้อยละ 11.11) *Aspergillus niger* (ร้อยละ 38.89) *Penicillium digitatum* (ร้อยละ 22.22) และ *Mucor piriformis* (ร้อยละ 27.78) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Harwig และคณะ (1979) ซึ่งได้แยกเชื้อราจากมะเขือเทศ 34 ผลที่เก็บจากแปลงในเมือง Leamington และมะเขือเทศจำนวน 17 ผลจากครัวเรือนในเมือง Ottawa รัฐ Ontario ประเทศแคนาดา ปรากฏว่าแยกเชื้อราได้ทั้งหมด 27 ไอโซเลต ได้แก่ *Alternaria* (15 ไอโซเลต) *Botrytis* (2 ไอโซเลต) *Cladosporium* (1 ไอโซเลต) *Colletotrichum* (1 ไอโซเลต) *Fusarium* (11 ไอโซเลต) *Geotrichum* (3 ไอโซเลต) *Mucor* (1 ไอโซเลต) *Penicillium* (4 ไอโซเลต) *Epicoccum* (1 ไอโซเลต) และ *Flammulina* (1 ไอโซเลต) การพบเชื้อรา *Penicillium* spp. ได้ในมะเขือเทศเน่าซึ่งมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.15 และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.986 Moss (1987) ได้กล่าวว่า เชื้อรา *Penicillium* โดยส่วนมากมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเท่ากับ 20-30 องศาเซลเซียส สามารถเจริญได้ที่ระดับค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.85 และมีช่วงพีเอชที่จะเจริญได้ค่อนข้างกว้างตั้งแต่ค่าพีเอชเท่ากับ 3-8

ส่วนการจำแนกชนิดของเชื้อยีสต์ที่พบในมะเขือเทศนั้นในการทดลองครั้งนี้พบเชื้อยีสต์สายพันธุ์ *Rhodotorula mucilaginosa*, *Candida guilliermondii* และ *Cryptococcus laurentii* ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Mbajiuka และคณะ (2014) ที่ได้ตรวจหาจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดจากมะเขือเทศจากตลาด Umuahia ในรัฐ Abia ประเทศไนจีเรียจำนวน 4 ผล พบว่าในวันแรกมะเขือเทศมีปริมาณยีสต์ทั้งหมด 3.00×10^3 CFUต่อกรัม ในวันที่ 4 มะเขือเทศมีปริมาณยีสต์ทั้งหมด 9.8×10^7 CFUต่อกรัม และได้จำแนกชนิดเชื้อยีสต์ปรากฏว่าพบการเจริญของยีสต์ทั้งหมด 2 สกุลคือ *Rhodotorula* sp. (1 ไอโซเลต) และ *Saccharomyces* sp. (15 ไอโซเลต) ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาเป็นเวลา 1 วัน และเมื่อเก็บรักษามะเขือเทศเป็นเวลา 4 วันพบเชื้อยีสต์ *Rhodotorula* sp. จำนวน 3 ไอโซเลต นอกจากนี้ Graham (2003) ยังได้กล่าวว่ามะเขือเทศ กล้วย อะโวคาโด ลูกแพร์ ฝรั่ง และผลไม้แถบเมซอนปกติแล้วจะมีการปนเปื้อนเชื้อยีสต์ตั้งแต่ 10^2 - 10^5 CFUต่อกรัม โดยสามารถพบเชื้อยีสต์ *Candida* spp., *Rhodotorula* spp. และ *Cryptococcus* spp. ได้เป็น

จำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพบเชื้อยีสต์ *Rhodotorula* ได้ในมะเขือเทศเน่าเสียที่เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องของจังหวัดกรุงเทพฯ ในช่วงเดือนธันวาคม อาจเป็นเพราะระดับอุณหภูมินั้นเหมาะสมต่อการเจริญจากงานวิจัยของ Miller และ Mark (1953) ที่ได้คัดแยกเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosa* จากดวงในผลไม้และนำมาทดสอบอุณหภูมิที่ต่ำสุดและสูงสุดในการเจริญของเชื้อยีสต์ บนอาหาร wort agar พบว่าเชื้อยีสต์ *R. mucilaginosa* สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำสุดคือ 5 องศาเซลเซียส และสูงที่สุดคือ 38 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Spotholz (1956) ได้ศึกษาผลของค่าพีเอชต่อการเจริญของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula gracilis* ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ในอาหาร liquid inoculum medium พบว่าเชื้อยีสต์สามารถเจริญได้ในช่วงพีเอชค่อนข้างกว้าง ตั้งแต่ 2.5 จนถึง 7.5 โดยมีปริมาณการเจริญในช่วง 0.849-0.860 net dry weight of cell produced กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

การทดลองนี้พบเชื้อราหลายสายพันธุ์ที่ปนเปื้อนในกล้วยได้แก่ *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Absidia* spp., *Geotrichum* spp., *Paecilomyces* spp. และ *Acremonium* spp. โดยพบเชื้อรา *Penicillium* spp. มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Alemu (2014) ที่ได้ตรวจหาการเน่าเสียแบบ crown rot ในกล้วยจากตลาดใน Jimma town ประเทศเอธิโอเปีย ซึ่งพบการมีอยู่ของเชื้อร่าก่อโรคนี้สูงถึงร้อยละ 100 และได้จำแนกชนิดของเชื้อร่าก่อโรคทั้งหมด 6 สายพันธุ์ได้แก่ *Colletotrichum musae* (ร้อยละ 46.86) *Aspergillus flavus* (ร้อยละ 14.75) *Aspergillus niger* (ร้อยละ 13.85) *Fusarium* spp. (ร้อยละ 9.63) *Penicillium* spp. (ร้อยละ 5.39) และ *Rhizopus* spp. (ร้อยละ 4.40) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Marin และคณะ (1996) ซึ่งได้ศึกษาตัวอย่างกล้วยจากประเทศเม็กซิโก ประเทศกัวเตมาลา ประเทศคอซตาริกา และประเทศเอกวาดอร์ โดยพบว่าตัวอย่างกล้วยที่ขนส่งจากประเทศเอกวาดอร์ (ระยะเวลาการขนส่ง 7-14 วัน) มีเชื้อรา *Penicillium corylophilum* มากที่สุดเป็นจำนวนร้อยละ 50

นอกจากนี้ Deak (2008) ได้กล่าวว่าเชื้อยีสต์ *Candida* spp., *Cryptococcus* spp. และ *Rhodotorula* spp. เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลไม้เขตร้อนเน่าเสีย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่าในกล้วยเน่าเสียพบเชื้อยีสต์ *Candida* spp. มากที่สุด เช่นเดียวกับ Graham (2003) ที่กล่าวว่าในมะเขือเทศ กล้วย อะโวคาโด แอปเปิ้ล ฝรั่ง และผลไม้แถบเมซอนจะพบการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์ในช่วง 10^2 - 10^5 CFU ต่อกรัม โดยพบเชื้อยีสต์ *Cryptococcus* spp., *Rhodotorula* spp. และ *Candida* spp. จำนวนมากและเป็นสายพันธุ์ที่จะเกิดการหมักสูงหากเนื้อเยื่อผลไม้เกิดความเสียหาย

ในการทดลองนี้พบว่ากล้วยมีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.972 และมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.87 และตรวจพบเชื้อรา *Rhizopus* spp. และเชื้อยีสต์ *Candida* spp. การที่พบเชื้อราและยีสต์ทั้งสองสายพันธุ์นี้อาจเป็นไปได้ว่าปัจจัยภายในเช่น ค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าพีเอช รวมทั้งปัจจัยภายนอกเช่น อุณหภูมิที่เก็บรักษา มีความเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราและยีสต์ ซึ่ง Amiri และคณะ (2011) กล่าวว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์แรงจิโอสปอร์ (sporangiospore) ของเชื้อรา *R. stolonifer* อยู่ระหว่าง 3 ถึง 10 อีกทั้ง Kwon และคณะ (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้กล่าวว่า อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อรา *R. stolonifer* (ที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียของ cherry tomato) จะเจริญได้อยู่ที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียสตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และ Jay และคณะ (2005) ได้กล่าวว่าเชื้อราสายพันธุ์นี้มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำสุดที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 0.93 ดังนั้นจากปัจจัยทั้งหมดข้างต้นจึงอาจส่งผลให้เชื้อรา *Rhizopus* spp. เจริญได้ดีในกล้วย

นอกจากนี้การพบเชื้อยีสต์ในกล้วยอาจเกี่ยวข้องกับสารอาหารในกล้วยที่เหมาะสมต่อการเจริญและการหมักของเชื้อยีสต์ ซึ่ง United States Department of Agriculture (2016) กล่าวว่ากล้วยประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร น้ำตาล (ทั้งหมด) แป้ง แคลเซียม และเหล็ก ในปริมาณเท่ากับ 1.09, 0.33, 0.82, 22.84, 2.6, 12.23, 5.38, 5 และ 0.26 กรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากล้วยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลสูงซึ่งเป็นสับสเตรท (substrate) ที่เหมาะสมต่อการเจริญและการหมักของยีสต์ โดยมีรายงานของ Pitt และ Hocking (2005) ที่กล่าวว่าเชื้อยีสต์ *Candida krusei* สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสได้ อีกทั้ง Jay และคณะ (2005) ยังได้กล่าวว่าเชื้อยีสต์ *Candida utilis*, *Candida scottii* และ *Candida zeylanoides* มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำสุดที่เจริญได้เท่ากับ 0.94, 0.92 และ 0.90 ตามลำดับ ด้วยปัจจัยทั้งหมดนี้จึงอาจส่งผลให้เชื้อยีสต์ *Candida* spp. สามารถเจริญได้ดีในกล้วย

การทดลองนี้พบเชื้อราหลายสายพันธุ์ที่ปนเปื้อนในมะละกอได้แก่ *Penicillium* spp., *Aspergillus flavus*, *Acremonium* spp., *Absidia* spp และ *Paecilomyces* spp. โดยพบเชื้อรา *Penicillium* spp. มากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Llondu (2011) ที่ได้คัดแยกและจำแนกสายพันธุ์เชื้อรา รวมถึงศึกษาความสามารถในการก่อโรค (pathogenicity) ของเชื้อราที่เกี่ยวข้องกับโรคเน่าของมะละกอหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบว่ามะละกอที่ซื้อจากตลาด Abraka รัฐ Delta ประเทศไนจีเรียมีการปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium solani* มากที่สุดเป็นจำนวนร้อยละ 39.02 ของจำนวนไอโซเลตเชื้อราที่แยกได้ทั้งหมด เชื้อราที่พบรองลงมาได้แก่ *Botryodipidia theobromae* (ร้อยละ 31.71) *Aspergillus niger* (ร้อยละ 26.83) และ *Penicillium* sp. (ร้อยละ 2.44)

การเน่าเสียของมะละกอจากเชื้อรา มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อราในมะละกอตั้งแต่ในช่วงที่มะละกอยังไม่สุกและคงอยู่บนต้นโดยไม่แสดงโรค เช่น โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose), โรคจุดช็อคโกแลต (chocolate spot), โรคจุดดำ (*Cercospora* black spot) จากเชื้อ *Cercospora* และโรคผลเน่า (*Phytophthora* fruit rot) จากเชื้อรา *Phytophthora* หรือการติดเชื้อราเนื่องจากมะละกอเกิดบาดแผลในช่วงก่อนหรือระหว่างการเก็บเกี่ยว เช่น โรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Mycosphaerella*, *Phomopsis*, *Alternaria*, *Stemphylium*, *Fusarium* และ *Guignardia* โดยโรคแต่ละโรคมักมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ เช่น 1) โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) เป็นโรคที่เกิดจาก *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. มักเริ่มติดเชื้อตั้งแต่ผลไม้อยู่ในแปลงเกษตร และยังคงอยู่ในช่วงแรกของการพัฒนาผล แต่ยังไม่แสดงอาการของโรคจนกระทั่งถึงช่วงระยะบ่มสุก

โดยเชื้อราอาจเจาะผิวผลไม้เข้าไปโดยตรงโดยใช้ infection peg มีการปล่อย cutinolytic enzyme เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมาย่อยทำให้เชื้อราสามารถเข้าไปในผลไม้ที่ยังไม่สุกและไม่มีแผลได้ การติดเชื่อนั้นสามารถยับยั้งได้โดยใช้แอนติซีรัม (antiserum) และ organophosphorous ในการยับยั้งเอนไซม์ cutinase ผลไม้จะมีการปนเปื้อนเมื่อผลไม้เริ่มสุกโดยจะมียางจะออกมาที่ผิวของผลไม้และมีรอยจุดแผลที่ชุ่มน้ำ เมื่อการติดเชื้อพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ มะละกอก็จะแสดงลักษณะแผลเป็นหลุมวงกลมและบริเวณขอบแผลมีสีน้ำตาลโปร่งแสง นอกจากนี้เชื้อราจะผลิตสปอร์ที่มีสีส้มอ่อนหรือสีชมพูจำนวนมากบริเวณตรงกลางรอยแผล (รูปที่ ค.21A ในภาคผนวก ค) 2) โรคจุดช็อคโกแลต (chocolate spot) จะเริ่มแสดงอาการของโรคเริ่มต้นโดยเกิดจุดแผลสีน้ำตาลแดง (reddish brown lesion) ขนาดเล็กแผลตื้นไม่ลึก (รูปที่ ค.21C ในภาคผนวก ค) เมื่อผลไม้สุกแผลอาจจะยังอยู่แค่ผิวไม่ลึกเข้าไปในเนื้อผลไม้หรืออาจใหญ่ขึ้นและกลายเป็นหลุมที่บริเวณขอบเป็นรอยชุ่มน้ำ (รูปที่ ค.21D ในภาคผนวก ค) โดยทั้งโรคจุดช็อคโกแลตและโรคแอนแทรกโนสนั้นจัดเป็นโรคต่างชนิดกันและมีลักษณะอาการที่แตกต่างกัน เนื่องจากเชื้อราที่เป็นสาเหตุได้แก่ *C. gloeosporioides* นั้นมีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน 3) โรค dry rot เกิดจากเชื้อรา *Mycosphaerella* sp. ซึ่งไม่สามารถใช้เอนไซม์แทงผ่านชั้นคิวติเคิลได้ดังนั้นจึงต้องเกิดร่วมกับการบาดเจ็บทางกล (mechanical injury) ลักษณะอาการของโรคในระยะแรกคือมีรอยย่นขนาดเล็กบนผิวผลไม้ ต่อมาจะกลายเป็นแผลสีน้ำตาลบริเวณขอบโปร่งแสง (รูปที่ ค.21E ในภาคผนวก ค) 4) โรค wet rot เกิดจากเชื้อรา *Phomopsis* sp. ซึ่งพบได้ไม่บ่อยนักแต่สามารถก่อโรคได้อย่างร้ายแรง บริเวณที่ติดเชื้อทั้งหมดมีลักษณะนิ่ม โปร่งแสง และอาจสร้าง pycnidia สีดำบริเวณตรงกลางแผล (รูปที่ ค.21G ในภาคผนวก ค) โรคจะลามอย่างรวดเร็วจากผิวเข้าไปในโพรงผลไม้ (รูปที่ ค.21H ในภาคผนวก ค) และเนื้อผลไม้ส่วนที่ติดเชื้อจะยุบออกจากผลไม้ที่เหลือ เชื้อราสายพันธุ์นี้ยังก่อให้เกิดโรค stem-end rots ในมะละกอ 5) โรค *Alternaria* fruit spot ทำให้เกิดแผลลักษณะวงกลมหรือวงรีสีดำเนื่องจากแผลจะถูกปกคลุมด้วยสปอร์สีดำของเชื้อรา *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler จำนวนมาก (รูปที่ ค.22A ในภาคผนวก ค) โดยส่วนใหญ่เชื้อราจะทำให้เกิดแผลบริเวณเปลือกผลไม้เท่านั้นและจะไม่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียเพิ่มขึ้นในเนื้อเยื่อพาราเอนไคมา (parenchyma) อีกทั้งการแช่เย็นผลไม้ระหว่างขนส่งยังช่วยเพิ่มการเกิดโรคเมื่อเทียบกับผลไม้ที่ไม่ได้แช่เย็น 6) โรค *Stemphylium* fruit spot ทำให้เกิดแผลสีน้ำตาลเข้มลักษณะกลมขนาดเล็กในช่วงเริ่มต้นของการติดเชื้อรา *Stemphylium* ซึ่งในเวลาต่อมาแผลจะขยายขนาดใหญ่ขึ้น ขอบมีสีน้ำตาลแดงหรือม่วง (รูปที่ ค.22B ในภาคผนวก ค) มีสปอร์สีเขียวเข้มจำนวนมากปกคลุม อีกทั้งบริเวณกลางแผลมีการสร้างเส้นใยสีเทาหรือขาว โรคชนิดนี้เกิดจากเชื้อรา *Stemphylium lycopersici* Yamamoto (หรือ *S. floridanum* Hannon & Weber) ซึ่งเป็นเชื้อราอันดับต้น ๆ ที่ทำให้เกิดแผล (wound pathogen) โดยพบได้มากในผลไม้ที่เสียหายจากความร้อนหรือการแช่เย็น 7) โรค *Fusarium* rot ทำให้เกิดแผลขนาดเล็กบนผิวของเปลือกผลไม้ซึ่งต่อมาจะปกคลุมด้วยเส้นใยราสีขาวจำนวนมาก (รูปที่ ค.22C ในภาคผนวก ค) โดยเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคคือ *Fusarium solani* sensu Snyd.&Hans. ซึ่งอาจพบโรคนี้ได้ผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว 8) โรค Stem-end rots ในมะละกอก็จะเกิดขึ้นเมื่อเชื้อราบุกรุกบริเวณก้าน (peduncle) ที่แตกหักหลังการเก็บเกี่ยวและสปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจบุกรุกเข้าบริเวณรอยแยกระหว่างก้านกับเนื้อมะละกอหรือบุกรุกเข้าแผลขนาดเล็กที่เกิดจากการเก็บเกี่ยว สาเหตุของโรคนี้ในระยะแรกเริ่มนั้นมีสาเหตุจากเชื้อรา *Ascochyta* sp. เพียงสายพันธุ์เดียวเท่านั้น และในระยะถัดมาจึงจะพบเชื้อสายพันธุ์อื่นอีกในเนื้อเยื่อผลไม้ได้แก่ *Botryodiplodia* และ *Phomopsis* บางครั้งอาจพบเชื้อรา *Fusarium* ได้ และ 9) โรคติดเชื้อในเนื้อผลภายใน (Internal smut) ซึ่งคำว่า Internal smut ใช้เรียกเชื้อราที่สร้างมวลของสปอร์ (fungal spore masses) จำนวนมากภายในโพรงของผลไม้ (fruit cavity) โรคนี้เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวเมื่อปลายผล (blossom end) ปิดประสานกันไม่สนิท (รูปที่ ค.23 ในภาคผนวก ค) ทำให้เชื้อราเช่น *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. และ *Fusarium* spp. อาจเข้าภายในผลโดยผ่านทางช่องแคบที่นำไปสู่ช่องของเมล็ด (seed cavity) และเข้าทำลายเมล็ดรวมถึงเนื้อเยื่อผลไม้รอบข้าง ผลไม้ที่ติดเชื้อโดยส่วนใหญ่จะมีรูขนาดเล็กที่ด้านปลายผล (blossom end) และมักพบรอยสีเขียวอ่อนบริเวณรอบรอยแผล (light green halo) (Alvarez และ Nishijima, 1987)

การพบเชื้อรา *Aspergillus* ได้ในมะละกอที่ค่าพีเอชเฉลี่ย 5.56 และมีค่าปริมาณน้ำอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 0.980 นั้น Abubakar และคณะ (2013) ได้แนะนำแนวทางการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อรานี้ โดยได้ทำการศึกษาค่าพีเอชในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* ที่เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร (food rot) และสารพิษจากเชื้อราที่พบในพืช โดยทำการทดลองเลี้ยงเชื้อรา *A. parasiticus* ในอาหาร Potato dextrose broth ซึ่งปรับค่าพีเอชให้อยู่ระหว่าง 4 ถึง 10 บ่มเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ปรากฏว่าเชื้อรา *A. parasiticus* สามารถสร้างเส้นใยและสปอร์ได้ในช่วงพีเอชระหว่าง 4 ถึง 10 โดยพบจำนวนสปอร์มากที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 5 (8.333×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร) และน้อยที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 10 (2.833×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร) จากงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า อาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นต่างไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา *A. parasiticus* ดังนั้นสามารถใช้อาหารที่เป็นต่างบางชนิดในการยับยั้งการเจริญและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. parasiticus* เพื่อป้องกันการเข้าทำลายพืช

นอกจากนี้ในการทดลองครั้งนี้ยังพบเชื้อยีสต์จำนวนมากที่ปนเปื้อนในมะละกอเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ugboogu และ Ogodo (2015) ซึ่งได้ตรวจพบเชื้อยีสต์หลายสายพันธุ์ในน้ำมะละกอจากตลาด Nkwo Achara เมือง Uturu ประเทศไนจีเรีย ได้แก่ *Trichosporon asashii*, *Rhodotorula glutinis*, *Candida pseudotropicalis* และ *Saccharomyces cerevisiae* รวมทั้งเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ เชื้อ *Erwinia herbicola*, *Enterococcus faecium*, *Leuconostoc* sp., *Staphylococcus saprophyticus* และ *Serratia* sp.

4.3 ผลของสารประกอบเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา และยีสต์ในแครอท มะเขือเทศ กัญชง และมะละกอ

จากการวิเคราะห์หาความเข้มข้นต่ำสุดของสารประกอบเกลือและกรดในการควบคุมการเจริญของเชื้อราจำนวน 8 สายพันธุ์ซึ่งเป็นเชื้อราที่แยกได้จากมะเขือเทศ แครอท และมะละกอ จำนวน 4 ไอโซเลตได้แก่ *Culvuraria* spp. C7D7 (แยกได้จากแครอท) *Penicillium chrysogenum* P2D4 (แยกได้จากมะละกอ) *Rhizopus stolonifer* T6D5 (แยกได้จากมะเขือเทศ) และ *Aspergillus flavus* P8A6 (แยกได้จากจากมะละกอ) และเชื้อราอ้างอิงจำนวน 4 สายพันธุ์ได้แก่ *Alternaria alternata* TISTR 3282, *Pennicillium citrinum* TISTR 3437, *Rhizopus stolonifer* TISTR 3144 และ *Aspergillus flavus* TISTR 3041 พบว่า สารประกอบเกลือของกรดสามารถออกฤทธิ์ควบคุมการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA ได้ดีกว่ากรดอินทรีย์ (ตารางที่ 4.4) โดยพบว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต โซเดียมเบนโซเอต โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ และแอมโมเนียมคาร์บอเนต มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบได้ดีกว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตต โดยสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตและโซเดียมเบนโซเอตมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* T6D5 และ *R. stolonifer* TISTR 3144 (ค่า MIC ร้อยละ 0.01-0.1) สารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. chrysogenum* P2D4 ได้ดี (ค่า MIC ร้อยละ 0.1) สารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตและโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. alternata* TISTR 3282, *Culvuraria* spp. C7D7 และ *P. citrinum* TISTR 3437 ได้ (ค่า MIC ร้อยละ 0.5-1.0) สารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตและโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. alternata* TISTR 3282 (MIC ร้อยละ 0.5) ได้ดีกว่าการใช้สารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตและเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต (MIC ร้อยละ 1.0) ส่วนเชื้อรา *Culvuraria* spp. C7D7 นั้นไวต่อการถูกยับยั้งการเจริญโดยสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต โซเดียมเบนโซเอต และแอมโมเนียมคาร์บอเนต (MIC ร้อยละ 0.5) ส่วนเชื้อรา *A. flavus* TISTR 3041 และ *A. flavus* P8A6 ค่อนข้างต้านทานต่อการถูกยับยั้งโดยสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต โซเดียมเบนโซเอต และโพแทสเซียมอะซิเตตมากกว่าเชื้อราสายพันธุ์อื่น โดยสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ แอมโมเนียมคาร์บอเนต และโซเดียมเบนโซเอต ยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้งสองสายพันธุ์ได้ที่ค่า MIC ร้อยละ 1-2 แต่ค่อนข้างต้านทานต่อโพแทสเซียมซอร์เบต (ค่า MIC ร้อยละ 2-8) เมื่อทดสอบสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตพบว่าเชื้อราส่วนใหญ่ต้านทานต่อสารละลายเกลือชนิดนี้ ยกเว้น *R. stolonifer* TISTR 3144 (ค่า MIC ร้อยละ 2) สำหรับประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ทดสอบพบว่า เชื้อราส่วนใหญ่ถูกยับยั้งโดยกรดแลคติกได้ดีกว่ากรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกรดทาร์ทาริก (ตารางที่ 4.5) โดยกรดแลคติกยับยั้งการเจริญของ *P. chrysogenum* P2D4 ได้ดีมาก (ค่า MIC ร้อยละ 0.5) ส่วนกรดทาร์ทาริกและกรดแลคติกยับยั้ง *A. alternata*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TISTR 3282 และ *Culvuraria* spp. C7D7 ได้ดี (ค่า MIC ร้อยละ 1-2) และกรดซิตริกยับยั้ง *A. alternata* TISTR 3282 ได้ดีเช่นเดียวกัน (ค่า MIC ร้อยละ 2)

จากการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ 9 สายพันธุ์โดยสารละลายเกลือและกรดอินทรีย์ 9 ชนิดพบว่า สารประกอบเกลือสามารถออกฤทธิ์ควบคุมการเจริญของเชื้อยีสต์ได้ดีกว่ากรดอินทรีย์ (ตารางที่ 4.4) โดยสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตและโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ที่ทดสอบได้ดีกว่าสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอต โพแทสเซียมซอร์เบต และโพแทสเซียมอะซิเตต โดยสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *T. asahii* C9D7 (แยกได้จากแครอท) ได้ดีที่สุด (ค่า MIC ร้อยละ 0.1) ส่วนสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ยับยั้งการเจริญของ *C. guilliermondii* T7D5 (แยกได้จากมะเขือเทศ) และ *R. mucilaginosa* T7D4 (แยกได้จากมะเขือเทศ) ได้ดีที่สุด (ค่า MIC ร้อยละ 0.25) ซึ่งสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตและโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถยับยั้งการเจริญของ *C. lusitaniae* C1D3 (แยกได้จากแครอท) *C. parapsilosis* T1A3 (แยกได้จากมะเขือเทศ) *C. famata* C1A3 (แยกได้จากแครอท) และ *R. glutinis* TISTR 515 ได้ (ค่า MIC ร้อยละ 0.25-0.5) นอกจากนี้สารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *C. famata* C1A3 (แยกได้จากแครอท) ได้ดีที่สุด (ค่า MIC ร้อยละ 1) และสามารถยับยั้ง *C. guilliermondii* T7D5 (แยกได้จากมะเขือเทศ) *C. lusitaniae* C1D3 (แยกได้จากแครอท) *C. parapsilosis* B1A6 (แยกได้จากกล้วย) ได้ดี (ค่า MIC ร้อยละ 2-4) ซึ่งเชื้อ *Candida* spp. ส่วนใหญ่ที่ทดสอบไวต่อการถูกยับยั้งโดยสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตและโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มากกว่า *Rhodotorula* spp. และ *Trichosporon* spp. ที่ใช้ทดสอบ ส่วนสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตสามารถยับยั้งเชื้อยีสต์ *R. glutinis* TISTR 515, *R. mucilaginosa* T7D4 (แยกได้จากมะเขือเทศ) ได้ (ค่า MIC ร้อยละ 1) แต่ไม่มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อยีสต์ *R. minuta* C1A4 ที่แยกได้จากแครอท (ค่า MIC ร้อยละ 8) และพบว่าเชื้อยีสต์ทั้ง 9 สายพันธุ์นั้นต้านทานต่อสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตต (ค่า MIC มากกว่าร้อยละ 8)

สำหรับประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์พบว่ากรดแลคติกสามารถยับยั้งเชื้อยีสต์ได้ดีโดยเฉพาะเชื้อยีสต์ *Candida* ทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบ (ค่า MIC ร้อยละ 2-4) ซึ่งยับยั้งได้ดีกว่ากรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกรดทาร์ทาริก (ส่วนมากมีค่า MIC ร้อยละ 8 ขึ้นไป) ยกเว้นกรดทาร์ทาริกสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *C. lipolytica* TISTR 5655 ได้ที่ค่า MIC ร้อยละ 2 โดยเชื้อยีสต์ *Candida* สายพันธุ์ที่ไวต่อการถูกยับยั้งโดยกรดแลคติกมากที่สุดได้แก่ *C. guilliermondii* T7D5 ที่แยกได้จากมะเขือเทศ (ค่า MIC ร้อยละ 2) นอกจากนี้กรดทั้งสี่ชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *R. glutinis* TISTR 515 ได้ที่ค่า MIC ร้อยละ 4 ส่วนการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii* C9D7 (แยกได้จากแครอท) โดยสารละลายกรดทุกชนิดที่ทดสอบต้องใช้ที่ความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

สายพันธุ์	ค่า minimum inhibitory concentration (ร้อยละ)								
	สารประกอบเกลือ					กรดอินทรีย์			
	PS	SB	PA	PM	AC	AB	LT	CT	TA
เชื้อรา									
<i>Alternaria alternata</i> TISTR 3282	1	0.50	>8	0.50	1	8	1	2	2
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7	0.50	0.50	>8	1	0.50	8	2	8	2
<i>Penicillium citrinum</i> TISTR 3437	1	1	>8	0.50	1	8	2	>8	4
<i>Penicillium chrysogenum</i> P2D4	1	>8	>8	0.10	0.50	>8	0.50	8	4
<i>Rhizopus stolonifer</i> TISTR 3144	0.05	0.10	2	1	0.25	>8	4	>8	8
<i>Rhizopus stolonifer</i> T6D5	0.01	0.10	>8	1	1	>8	8	>8	>8
<i>Aspergillus flavus</i> TISTR 3041	2	2	>8	1	1	>8	4	>8	8
<i>Aspergillus flavus</i> P8A6	8	1	>8	1	1	>8	4	4	4
ยีสต์									
<i>Candida lipolytica</i> TISTR 5655	8	8	>8	0.5	2	8	4	8	2
<i>Candida guilliermondii</i> T7D4	>8	4	>8	0.25	1	>8	2	>8	>8
<i>Candida lusitanae</i> C1D3	8	2	>8	0.5	0.5	>8	4	>8	>8
<i>Candida parapsilosis</i> B1A6	2	2	>8	0.5	0.5	>8	4	>8	>8
<i>Candida famata</i> C1A3	8	1	>8	0.5	0.25	>8	4	>8	>8
<i>Rhodotorula glutinis</i> TISTR 515	1	1	>8	0.5	0.25	4	4	4	4
<i>Rhodotorula minuta</i> C1A4	8	8	>8	1	0.5	>8	>8	>8	>8
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> T7D5	1	2	>8	0.25	1	4	2	8	2
<i>Trichosporon asahii</i> C9D7	8	8	>8	1	0.1	>8	>8	>8	>8

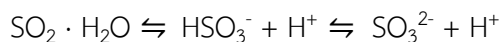
หมายเหตุ : PS = เกลือโพแทสเซียมซอร์เบต, SB = เกลือโซเดียมเบนโซเอต, PA = เกลือโพแทสเซียมอะซิเตต, PM = เกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์, AC = เกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต, AB = กรดแอสคอร์บิก, LT = กรดแลคติก, CT = กรดซิตริก, TA = กรดทาร์ทาริก

ในการทดลองพบว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kolaei และคณะ (2012) ที่ได้ทำการศึกษาผลของสารประกอบเกลือซัลไฟต์ (Sulfur-containing salt) หลายชนิดได้แก่ สารประกอบเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต แคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ โพแทสเซียมซัลเฟต โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และโซเดียมซัลเฟต ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพบว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* โดยมีค่า MIC เท่ากับ 10 มิลลิโมลาร์ (ร้อยละ 0.2) และ 5 มิลลิโมลาร์ (ร้อยละ 0.01) ตามลำดับ นอกจากนี้สารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ยังสามารถยับยั้งเชื้อราชนิดอื่น ๆ ได้ที่ระดับ MIC เท่ากับ 10 มิลลิโมลาร์ เช่น *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*, *Pythium sulcatum* และ *Fusarium sambucinum* และสารละลายเกลือโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถยับยั้งเชื้อราชนิดอื่นได้เช่นกัน ได้แก่ *Alternaria solani* (MIC 10 มิลลิโมลาร์) *Botrytis cinerea* (MIC 5 มิลลิโมลาร์) *Fusarium sambucinum* (MIC 5 มิลลิโมลาร์) และ *Pythium sulcatum* (MIC 1 มิลลิโมลาร์) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Mills และคณะ (2004) ซึ่งพบว่าสารละลายเกลือโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 0.002 โมลาร์ (ร้อยละ 0.04) 0.02 โมลาร์ (ร้อยละ 0.4) และ 0.2 โมลาร์ (ร้อยละ 4) ในอาหาร PDA สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการสร้างสปอร์ของเชื้อราที่แยกได้จากมันฝรั่งได้ เช่น *Phytophthora infestans*, *Verticillium albo-atrum*, *Verticillium dahlia*, *Alternaria alternata*, *Fusarium solani* var. *coeruleum*, *Phytophthora erythroseptica* และ *Botrytis cinerea* เช่นเดียวกับสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตที่สามารถควบคุมการเจริญของเส้นใยและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Alternaria alternata* ได้บางส่วนโดยพบการเจริญของเส้นใยเฉลี่ยร้อยละ 34 และการสร้างสปอร์เพียงร้อยละ 11

การนำสารประกอบเกลือซัลเฟอร์มาใช้เป็นสารเจือปนในอาหารนั้นมีหลายวัตถุประสงค์ เช่น การใช้สารประกอบโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมไบซัลไฟต์ และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพื่อเป็นสารถนอมอาหาร (เพื่อป้องกันหรือชะลอการเน่าเสียของอาหารซึ่งเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์กิจกรรมของเอนไซม์ หรือกระบวนการทางเคมี โดยสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์นั้นจะป้องกันการเจริญทั้งเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียที่พบในอาหาร) สารประกอบที่มีซัลเฟอร์ชนิดอื่น เช่น โซเดียมไบซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโพแทสเซียมซัลเฟตใช้เป็นสารปรับค่าพีเอชในอาหาร (โดยปรับลดเพิ่ม หรือคงสภาพความเป็นกรดในอาหารซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยา รสชาติ และเนื้อสัมผัสของอาหาร สารประกอบบางชนิดยังเป็นส่วนประกอบของสารทำให้ขึ้นฟู (leavening agents) ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีความเบาและขึ้นฟู) และการใช้สารประกอบเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต แมงกานีสซัลเฟต และซิงค์ซัลเฟตเพื่อเป็นสารอาหารสำหรับการเจริญของเชื้อยีสต์ที่ใช้ในการผลิตเบียร์และขนมปัง (Health Canada, 2006) นอกจากนี้ Chichester

และ Tanner (1972) ได้กล่าวว่า สารประกอบเมตาไบซัลไฟต์มีความเสถียรมากกว่าไบซัลไฟต์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไบซัลไฟต์นั้นมีความเสถียรมากกว่าซัลไฟต์ โดยเกลือซัลไฟต์ที่ค่าพีเอชต่ำจะแตกตัวได้ sulfurous acid ซึ่ง sulfurous acid จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ โดยการสลายพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide bound) และ Davidson และคณะ (1997) กล่าวว่า ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการออกฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ของสารเคมีซัลไฟต์นั้นคือค่าพีเอช โดยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเกลือของสารนี้จะทำให้เกิด pH-dependent equilibrium mixture เมื่อละลายในน้ำดังสมการ



ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามทฤษฎีจะให้กรดซัลฟูรัส (H_2SO_3) จากหลักฐานชี้ให้เห็นว่ารูปที่แท้จริงจะเป็น $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ มากกว่าเมื่อค่าพีเอชลดลงสัดส่วนของ $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ จะเพิ่มขึ้นในขณะที่ไอออนของไบซัลไฟต์ (HSO_3^-) มีความเข้มข้นลดลง อีกทั้ง King และคณะ (1981) ได้กล่าวว่ากรดซัลฟูรัส (H_2SO_3) รูปแบบที่ไม่แตกตัวนั้นเป็นเพียงรูปแบบเดียวที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของยีสต์ซึ่งต่างจาก HSO_3^- และ SO_3^{2-} ที่ไม่เกี่ยวข้องในความสามารถนี้ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เนื่องจากสัดส่วนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในรูปไม่แตกตัว (H_2SO_3) นั้นขึ้นอยู่กับค่าพีเอช ดังนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของยีสต์ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้สูงขึ้นได้โดยลดค่าพีเอชให้ต่ำลง ซึ่งสอดคล้องในการทดลองนี้ที่ได้วัดค่าพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบต์ซัลไฟต์พบว่ายิ่งเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายเกลือค่าพีเอชมีแนวโน้มลดต่ำลงและสามารถยับยั้งเชื้อราและยีสต์ได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Davidson และคณะ (1997) ได้กล่าวว่าสารเคมีซัลไฟต์นั้นจะยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โดยเข้าทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (disruption of cytoplasmic membrane) ชัดขวางการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ (inactivation of DNA replication) ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกาะติดอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ (inactivation of membrane-bound or cytoplasmic enzyme) หรืออาจทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบแต่ละชนิดในกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ ซึ่งการเสียหายของเซลล์นั้นอาจเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยสัมพันธ์กับหมู่ซัลไฟด์ไฮดริลของกลุ่มสารไทออล (thiol) ในโปรตีนโครงสร้าง (Inactivation with enzyme with SH group in structural proteins and interaction with enzyme) การเกิดปฏิกิริยสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์กับหมู่ซัลไฟด์ไฮดริล (Sulfhydryl) ในโปรตีนโครงสร้าง (structural proteins) และการเกิดปฏิกิริยสัมพันธ์กับเอนไซม์ โคแฟกเตอร์ วิตามิน กรดนิวคลีอิก และไขมัน

ในการทดลองพบว่าสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sivakumar และคณะ (2002) ซึ่งได้ทดลองพบว่าเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และร้อยละ 2 สามารถยับยั้งทั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* บนอาหาร PDA และการสร้างโคนิเดียบนแผ่นเมมเบรนได้ถึงร้อยละ 84.58-90 ซึ่งดีที่สุดเมื่อเทียบกับสารละลายเกลือชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือเกลือโซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต และโพแทสเซียมคาร์บอเนต จากนั้นจึงได้ประยุกต์ใช้สารละลายเกลือชนิดต่าง ๆ ควบคุมเชื้อรากับโรคเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

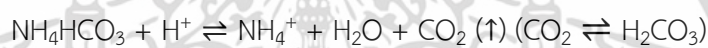
แอนแทรกโนส (anthracnose) ในมะละกอ โดยศึกษาผลของสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต เข้มข้นร้อยละ 3 หรือสารละลายเกลือโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 2 ที่เติมลงในแวกซ์ต่อ ความรุนแรงของโรคแอนแทรกโนส (anthracnose) บนมะละกอที่ใส่ (inoculate) เชื้อราก่อโรค anthracnose หรือบนมะละกอที่ติดเชื้อตามธรรมชาติ พบว่า สารละลายเกลือทั้งสองชนิดนี้ให้ ผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อการทดลอง แต่สารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตนั้นสามารถควบคุม เชื้อราก่อโรคแอนแทรกโนสได้ดีกว่าการใช้สารละลายเกลือโซเดียมไบคาร์บอเนต โดยการใช้ สารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต (ร้อยละ 3) ที่เติมลงในแวกซ์นั้นสามารถลดการก่อโรค แอนแทรกโนสได้สูงถึงร้อยละ 70 ในมะละกอที่ติดเชื้อตามธรรมชาติและสามารถยืดอายุการเก็บรักษา มะละกอได้โดยยังคงรักษาคุณภาพด้านความแน่นเนื้อ (firmness) สี และคุณภาพโดยรวมไว้ได้ ที่อุณหภูมิต่ำ (13.5 องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นเวลา 21 วัน รวมระยะเวลา อีก 2 วันภายใต้สภาวะแวดล้อมในตลาด ซึ่งการทำงาน (mode of action) ของเกลือแอมโมเนียม คาร์บอเนตในการควบคุมโรคแอนแทรกโนสพบว่าการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและ การงอกโคนิเดียของเชื้อราก่อโรคแอนแทรกโนสได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ Smilanick (1999) ยังพบว่าสารละลายเกลือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium digitatum* ได้ดีที่สุด โดยความเข้มข้นที่สารละลายเกลือชนิดดังกล่าวสามารถ ยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ร้อยละ 50 (ED_{50}) เท่ากับ 5.0 มิลลิโมลลาร์ ส่วนสารละลายเกลือ ที่มีประสิทธิภาพรองลงมาคือเกลือโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3 ; 6.2 มิลลิโมลลาร์) โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3 ; 14.1 มิลลิโมลลาร์) แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (NH_4HCO_3 ; 16.4 มิลลิโมลลาร์) และโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต (KHCO_3 ; 33.4 มิลลิโมลลาร์)

เกลือคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตสามารถถูกจัดว่าเป็นสารประกอบ GRAS (Generally Recognized as Safe; สารที่โดยทั่วไปแล้วถือว่าเป็นปลอดภัย) โดยองค์การอาหารและยาแห่ง สหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration; FDA) ไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็น วัตถุเจือปนในอาหารสำหรับทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ขึ้นฟู ควบคุมค่าพีเอช รสชาติ หรือปรับแต่ง เนื้อสัมผัส และควบคุมการเน่าเสียของอาหาร รวมถึงใช้ควบคุมเชื้อราก่อโรคในพืชหลายชนิด ซึ่งกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture; USDA) ได้รับรองว่าเกลือคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตหลายชนิดเป็นสารออร์แกนิก (organic) สามารถเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อย่างปลอดภัยตามหลักมาตรฐานทางการเกษตร (standardize agricultural practice) โดยการจุ่มผลไม้ตระกูลส้ม (citrus fruits) ลงในสารละลายเกลือโซเดียม ไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) หรือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) นั้นสามารถลดการก่อโรค หลังการเก็บเกี่ยวของเชื้อรา *Penicillium digitatum* ได้ (Smilanick, 1999) ซึ่งมีหลายงานวิจัย ที่กล่าวว่า ประจุลบ (anion) ของเกลือคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตมีบทบาทสำคัญ ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์มากกว่าประจุบวก (cation) (Barkai-Golan, 2001) ในขณะที่

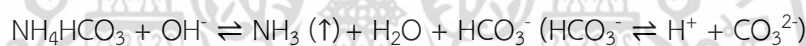
DePasquale และ Montville (1990) ได้กล่าวว่า ประจุลบของเกลือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ไบคาร์บอเนต) นั้นเพียงช่วยเพิ่มความเป็นด่าง (alkalinity) ให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนรูปของแอมโมเนียม (ประจุบวก) ให้กลายเป็นแอมโมเนียซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์ สอดคล้องกับ Punja และ Grogan (1981) ที่ได้รายงานว่า ในบรรดาประจุบวกทั้งหมดที่ทดสอบ Ca^{2+} , Na^{+} และ K^{+} มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้น้อยกว่า Li^{+} และ NH_4^{+} ส่วนประจุลบมีเพียงประจุลบของอะซิเตต ฟอर्मेट และฟอสเฟตที่สามารถลดการงอกของสปอร์ได้ ในขณะที่ไนเตรท ซัลเฟต และคลอไรด์ไม่มีผลกระทบต่อทางนัยสำคัญ และแม้ว่าเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนต (calcium propionate) แอมโมเนียมอะซิเตต (ammonium acetate) แอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate) โพแทสเซียมซอร์เบต (potassium sorbate) โซเดียมฟอर्मेट (sodium formate) ลิเทียมคลอไรด์ (lithium chloride) ทริสไฮดรอกซีเมทิลเอมีน (tris (hydroxymethyl) aminomethane) และเกลือคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตของแอมโมเนียม โพแทสเซียม โซเดียม และลิเทียม สามารถช่วยป้องกันการงอกของสปอร์ *S. rolfsii* ได้ แต่มีเฉพาะเกลือคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตเท่านั้นที่สามารถฆ่าเชื้อราสายพันธุ์นี้ได้ ซึ่งสมการแตกตัวของแอมโมเนียมคาร์บอเนต (NH_4HCO_3) มีดังนี้:

ในสภาวะค่าพีเอชต่ำ



ในสภาวะค่าพีเอชสูง



สัดส่วนของผลิตภัณฑ์จากทั้งสองข้างของสมการการแตกตัวนี้มีผลต่อค่าคงที่การแตกตัว (pKa) ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิและชนิดของสารละลาย อีกทั้งค่าพีเอชยังกำหนดสัดส่วนของโมเลกุลที่มีประจุ (NH_4^+) และโมเลกุลที่ไม่มีประจุ (NH_3 ; แอมโมเนีย (ammonia)) โดยแอมโมเนียจะมีความเป็นพิษมากกว่า (Warren, 1962)

ในการทดลองนี้สารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตและโพแทสเซียมซอร์เบตมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราและยีสต์ได้ดีเช่นกันจากผลงานวิจัยของ López-Malo และคณะ (2005) ที่ได้ศึกษาผลของปริมาณน้ำอิสระร่วมกับค่าพีเอชและสารยับยั้ง เช่น สารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตและโพแทสเซียมซอร์เบตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในอาหาร PDA ผลปรากฏว่าในสภาพพีเอชต่ำ (pH 3.5) ร่วมกับค่าปริมาณน้ำอิสระ (0.95 หรือ 0.99) ประสิทธิภาพของทั้งสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตและโพแทสเซียมซอร์เบตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. Flavus* นั้นสูงกว่าในสภาพค่าพีเอชสูง (pH 4.5) นอกจากนี้ Davidson (1997) ได้กล่าวว่ากรดเบนโซอิกเป็นสารเคมีชนิดแรกที่ถูกอนุญาตให้ใช้โดยองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drug Administration) ในธรรมชาติสามารถพบได้ในแครนเบอร์รี่ พลัม ลูกพรุน อบเชย กานพลู และผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ โซเดียมเบนโซเอตมีคุณสมบัติละลายน้ำได้สูง (66.0 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ในขณะที่กรดเบนโซอิกสามารถละลายน้ำได้น้อยกว่า (ร้อยละ 0.27 ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส) เนื่องจากรูปที่ไม่แตกตัว (undissociated form)

ของกรดเบนโซอิก (pKa เท่ากับ 4.19) เป็นสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้กรดเบนโซอิกสามารถออกฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดในช่วงค่าพีเอชตั้งแต่ 2.5 ถึง 4.5 กรดเบนโซอิกและโซเดียมเบนโซเอตนั้นใช้เป็นสารต้านเชื้อราซึ่งความเข้มข้นที่ใช้ยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์อยู่ที่ระดับ 20 ถึง 700 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับสภาพที่มีพีเอชต่ำกว่า 5 ส่วนระดับความเข้มข้นที่ใช้ยับยั้งการเจริญของเชื้อราอยู่ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 20 ถึง 2,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร อีกทั้งเชื้อยีสต์ *Zygosaccharomyces bailii* ต้านทานต่อการถูกยับยั้งโดยกรดเบนโซอิกและถึงแม้ว่าแบคทีเรียบางสายพันธุ์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษจะถูกยับยั้งการเจริญเมื่อใช้กรดเบนโซอิกที่ความเข้มข้น 1,000 ถึง 2,000 ไมโครกรัมของกรดในรูปแบบไม่แตกตัวต่อมิลลิลิตร แต่หากใช้กรดเบนโซอิกเพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียนั้นจะต้องใช้ที่ความเข้มข้นสูงกว่ามาก และยังสามารถกล่าวได้ว่า กลีโอบีโอบีเบนโซเอตสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดในเชื้อจุลินทรีย์ได้แก่ ปฏิกริยาออกซิเดทีฟออสฟอริเลชัน (oxidative phosphorylation) และเมตาบอลิซึมของกรดอะซิติก (acetic metabolism) อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-คีโตกลูตาเรท (α -ketoglutarate) เอนไซม์ซักซิเนตดีไฮโดรจีเนส (succinate dehydrogenase) และเอนไซม์ไตรเมทิลลามีน-เอ็น-ออกไซด์รีดักเตส (trimethylamine-n-oxide reductase) ของเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* รวมถึงยับยั้งการทำงานของสารแอลฟาที่ออกซินจากเชื้อรา *Aspergillus flavus* และเอนไซม์ 6-ฟอสโฟฟรุคโตไคเนส (6-phosphofructo-kinase) ในเชื้อรา นอกจากนี้ Jay และคณะ (2005) ได้กล่าวว่า กลีโอบีโอบีเบนโซเอตเมื่อใช้ในอาหารที่เป็นกรด เบนโซเอตจะทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์และเชื้อรา ถึงแม้ว่าที่ความเข้มข้น 50 ถึง 500 ppm จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิดแต่ถ้าใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ในสภาพพีเอชเท่ากับ 5 ถึง 6 จะต้องใช้กลีโอบีโอบีเบนโซเอตที่ความเข้มข้น 100 ถึง 500 ppm ในขณะที่เมื่อใช้ยับยั้งการเจริญของเชื้อราจะใช้ความเข้มข้นเพียง 30 ถึง 300 ppm แต่หากใส่กลีโอบีโอบีเบนโซเอตในอาหารเช่น น้ำผลไม้ ในระดับสูงที่สุดที่กำหนดไว้ (ร้อยละ 0.1) กลีโอบีโอบีเบนโซเอตอาจส่งผลกระทบต่อรสชาติอาหารให้ไม่เป็นที่ยอมรับได้คือมีรส peppery หรือ burning กลีโอบีโอบีเบนโซเอตมีกระบวนการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เหมือนกับกลีโอบีโอบีเบนโซเอต ซึ่งยับยั้งการนำ substrate เข้าสู่เซลล์ โดยขั้นตอนการงอกของสปอร์ในช่วงระหว่างการหลุดของผนังสปอร์เพื่อเจริญไปเป็น vegetative cell นั้นไวต่อการถูกยับยั้งโดยเบนโซเอตมากที่สุด และ Ray (2004) กล่าวว่า มีการนำกรดเบนโซอิกในรูปกรดหรือกลีโอบีโอบีเบนโซเอตที่ความเข้มข้น 500 ถึง 2000 ppm (ร้อยละ 0.05 ถึง 0.2) มาใช้ในอาหารที่มีค่าพีเอชต่ำเช่น เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ อาหารดอง (Pickles) ลูกกวาด (Confectioneries) มายองเนสและน้ำสลัด มัสตาร์ด และเนยแข็งคอตเทจ (cottage cheese) โดยกรดเบนโซอิกนั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์มากกว่าแบคทีเรีย ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของกลีโอบีโอบีเบนโซเอตนั้นมาจากทั้งโมเลกุลในรูปแบบไม่แตกตัว (undissociated form) และรูปแบบแตกตัว (dissociated form) โดยความเข้มข้นของกรดในรูปแบบไม่แตกตัวที่ใช้ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียเท่ากับร้อยละ 0.01 ถึง 0.02 แต่จะใช้ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 0.05 ถึง 0.1 เพื่อยับยั้งการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเชื้อราและยีสต์ เบนโซเอตยับยั้งการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดที่จำเป็นในปฏิกิริยา oxidative phosphorylation และเช่นเดียวกับกรดอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ เกลือเบนโซเอตจะทำลายศักยภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane potential) และยับยั้งการทำงานของโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane proteins) ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

ในการทดลองนี้ยังพบว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตมีประสิทธิภาพที่ดีในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ได้เช่นเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Yigit และ Korukluoglu (2007) ที่พบว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ทำให้เน่าเสียในมะกอกดำที่หมักตามธรรมชาติ (naturally fermented black olives) โดยที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Alternaria alternata* ในอาหาร MEA ที่ค่าพีเอชเท่ากับ 5 ได้อย่างสมบูรณ์ (ไม่พบการเจริญ) และที่ค่าพีเอช เท่ากับ 4.5 ความเข้มข้น 700 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium roqueforti* และ *Aspergillus niger* ตามลำดับ ได้อย่างสมบูรณ์ (ไม่พบการเจริญ) นอกจากนี้งานวิจัยของ Sukkasem และคณะ (2007) ได้พบว่าเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *Candida parapsilosis* และ *Zygosaccharomyces fermentati* ได้ สอดคล้องกับ Davidson (1997) ที่กล่าวว่าเกลือซอร์เบตสามารถยับยั้งเชื้อยีสต์ได้หลายสายพันธุ์ เช่น *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces*, *Byssochlamys*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* และ *Torulaspora* และ York และ Vaughn (1964) ได้รายงานว่ กระบวนการ oxidative assimilation ของกลูโคส อะซิเตต ซักซิเนต และฟูมาเรต โดยเชื้อ *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Saccharomyces cerevisiae* นั้น ถูกยับยั้งโดยกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 15 ถึง 105 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่านี้ในการยับยั้งกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) ของซับสเตรท (substrate) ข้างต้น และกระบวนการ oxidative phosphorylation โดยเชื้อ *E. coli* จะลดลงร้อยละ 30 เมื่อใช้กรดซอร์บิกความเข้มข้น 37 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร อีกทั้งเอนไซม์ที่มีหมู่ซัลไฟไฮดริล ได้แก่ เอนไซม์ฟูมาเรส (fumarase) เอนไซม์แอสปาร์เตส (aspartase) และซักซินิคดีไฮโดรจีเนส (succinic dehydrogenase) จะถูกยับยั้งโดยกรดซอร์บิกเช่นเดียวกัน ทำให้ชี้ให้เห็นว่ากลไกการยับยั้งของกรดซอร์บิกนั้นเกิดโดยกรดซอร์บิกทำปฏิกิริยากับหมู่ thiol ของกรดอะมิโน cysteine ซึ่งได้แนะนำว่าเป็นกลไกการยับยั้งการทำงานของกลุ่มเอนไซม์ sulfhydryl รวมถึง Jay (2005) ได้กล่าวว่ากรดซอร์บิกถูกใช้เป็นสารถนอมอาหารซึ่งโดยมากนิยมใช้ในรูปของเกลือแคลเซียม โซเดียม หรือโพแทสเซียม โดยใส่ในอาหารได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 และมีประสิทธิภาพในอาหารที่ค่าพีเอชเป็นกรดมากกว่าในอาหารที่ค่าพีเอชเป็นกลางเช่นเดียวกับโซเดียมเบนโซเอต อีกทั้งยังมีแนวโน้มว่าสามารถใช้เป็นสารต้านเชื้อราได้เท่ากับโซเดียมเบนโซเอต โดยค่า pKa ของเกลือซอร์เบตเท่ากับ 4.80 และที่ค่าพีเอชเท่ากับ 4.0 มีโมเลกุลไม่แตกตัว (undissociated) ร้อยละ 86 ในขณะที่เมื่อค่าพีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในสื่อออนไลน์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 6.0 มีโมเลกุลไม่แตกตัวเพียงแคร์้อยละ 6 โดยนิยมใช้เกลือซอร์เบตเพื่อต้านการเจริญของเชื้อราในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เนยแข็ง เบเกอรี่ น้ำผลไม้ เครื่องดื่ม น้ำสลัด และอื่น ๆ และสามารถใส่เกลือซอร์เบตเพื่อยืดอายุเนื้อสัตว์ปีกดิบ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกบรรจุถุงสุญญากาศ เนื้อพลาสติก และผลไม้ได้ การที่ซอร์เบตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อาจเป็นผลมาจากการยับยั้งระบบของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (inhibition of dehydrogenase enzyme system) และยับยั้งการงอกของเอนโดสปอร์โดยยับยั้งการเจริญของ vegetative cells นอกจากนี้ lipophilic acids เกลือซอร์เบต เกลือเบนโซเอต และเกลือโพธิโอเนตสามารถยับยั้งการเจริญโดยใช้กลไกทั่ว ๆ ไปเช่นเดียวกัน ซึ่งกลไกนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการ proton motive force (PMF) โดยไฮโดรเจนไอออน (โปรตอน) และไฮดรอกซิลไอออนถูกแยกออกจากกันโดยเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งไฮโดรเจนไอออนที่อยู่ภายนอกเซลล์ทำให้มีค่าพีเอชเป็นกรดและไฮดรอกซิลที่อยู่ภายในเซลล์จะทำให้ค่าพีเอชเพิ่มขึ้นใกล้เคียงค่าพีเอชเป็นกลาง ค่า membrane gradient นี้ทำให้เกิดเป็น electrochemical potential ที่เซลล์สามารถนำไปใช้ในกระบวนการขนส่ง (active transport) สารประกอบบางประเภท เช่น กรดอะมิโน กรดอ่อนที่ละลายได้ในไขมันจะทำหน้าที่เป็นตัว protonophore หลังจากที่แพร่ผ่านเยื่อหุ้มโมเลกุลที่ไม่แตกตัว (undissociated molecule) จะแตกตัว (ionize) ภายในเซลล์และทำให้ค่าพีเอชภายในเซลล์ลดต่ำลง ซึ่งส่งผลทำให้ transmembrane gradient อ่อนลงซึ่งส่งผลต่อการขนส่งกรดอะมิโนเป็นอย่างมาก อีกทั้ง Ray (2004) ยังได้กล่าวว่าผลการต้านจุลินทรีย์โดยเกลือซอร์เบตเกิดขึ้นโดยมีการยับยั้งเอนไซม์บางชนิดและยับยั้งวัฏจักรกรดซิตริก (citric acid cycle) บางส่วน และยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ผนังเซลล์ โปรตีน RNA และ DNA และเหมือนกับกรดอินทรีย์ชนิดอื่นคือขัดขวางศักยภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane potential) และยับยั้งการงอกของสปอร์

จากผลการทดลองพบว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตมีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaiser และคณะ (2011) ที่ได้รายงานไว้ว่าเมื่อใช้สารละลายเกลือแคลเซียมอะซิเตต แคลเซียมโพธิโอเนต โพแทสเซียมอะซิเตต และโพแทสเซียมซลิเกตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราพบว่า โพแทสเซียมอะซิเตตไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทุกสายพันธุ์ที่ใช้ทดสอบได้อย่างสมบูรณ์ได้แก่เชื้อรา *Helminthosporium solani*, *Phytophthora erythroseptica*, *P. cinnamomic*, *P. infestans*, *P. megasperma*, *P. cactorum*, *Pythium ultimum*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum* และ *Venturia inaequalis* แม้ใช้เกลือชนิดนี้ที่ความเข้มข้น 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ร้อยละ 0.12) หรือต่ำกว่า นอกจากนี้เกลืออะซิเตตยังมีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วย ดังรายงานของ Pundir และ Jain (2011) ที่พบว่าเกลือโซเดียมอะซิเตตมีประสิทธิภาพต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรดเบนโซอิก กรดอะซิติก กรดซิตริก และกรดแลคติก ซึ่งสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้เพียงชนิดเดียว (*Bacillus megaterium*) จากแบคทีเรียทั้งหมด 10 ชนิดที่นำมาทดสอบ

กระบวนการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของกรดอะซิติกนั้นอาจเกี่ยวข้องกับความสามารถในการลดค่าพีเอชของอาหารให้มีค่าต่ำกว่าค่าพีเอชที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับโมเลกุลที่ไม่แตกตัวของกรดอินทรีย์ซึ่งสามารถยับยั้งกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ได้ (Wiley, 2017) และการใช้กรดไขมันซึ่งรวมถึงกรดอะซิติก สามารถลดอัตราการใช้ออกซิเจนและยับยั้งการสร้าง ATP ผ่านระบบขนถ่ายอิเล็กตรอน (electron transport system) ในเซลล์แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ได้ (Sheu และ Freese, 1972)

สาเหตุที่สารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้ไม่ดี อาจเนื่องจากกรดอะซิติกมีค่า pKa เท่ากับ 4.76 แต่ด้วยเหตุผลที่กรดอะซิติกมีราคาถูก หาได้ง่าย และความเป็นพิษต่ำ ทำให้ยังนิยมนำกรดอะซิติก รวมถึงเกลือของกรดอะซิติก เช่น โซเดียมอะซิเตต มาใช้ในการถนอมอาหารและได้รับการรับรองว่าเป็นสารปลอดภัย (GRAS) (Banwart, 1989; Davidson, 1997) ซึ่งหากต้องการให้สารละลายเกลือชนิดนี้ออกฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาหารที่นำไปใช้นั้นต้องมีค่าพีเอชเท่ากับหรือต่ำกว่า 4.5 เนื่องจากกรดอะซิติกมีประสิทธิภาพที่ค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 หรือต่ำกว่า และถึงแม้ว่ากรดอะซิติกจะออกฤทธิ์กว้างในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แต่กรดอะซิติกนั้นมีประสิทธิภาพต่ำต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ โดยยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้ดีกว่ายับยั้งการเจริญของเชื้อรา (Banwart, 1989; Wiley, 2017) แต่อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่าพีเอชในอาหารตั้งแต่ 5.82 ถึง 7.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้นั้นมีค่าพีเอชสูงกว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมในการออกฤทธิ์ของสารละลายเกลือชนิดนี้ ส่งผลให้ในการทดลองนี้สารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตมีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ นอกจากนี้ Sheu และ Freese (1972) ได้พบว่าถึงแม้การใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.2 โมลลาร์ จะสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ได้ดี แต่เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์นี้สามารถกลับมาเจริญได้อีก

ในบรรดาสารละลายกรดชนิดต่าง ๆ กรดแลคติกเป็นกรดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้ดีที่สุด Betts และ Everis (2008) กล่าวว่า กรดอะซิติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดแลคติกและกรดแลคติกมีประสิทธิภาพดีกว่ากรดซิตริกและกรดทาร์ทาริก เช่นเดียวกับการรายงานของ Hassan และคณะ (2015) ที่ได้พบว่า กรดแลคติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Penicillium purpurogenum* และ *Aspergillus flavus* ได้ดีกว่ากรดทาร์ทาริกและกรดซิตริก โดย Ray (2004) และ Davidson (1997) ได้กล่าวว่า กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดเกี่ยวข้องกับค่าพีเอชและรูปที่ไม่แตกตัวของกรด (undissociated form) กรดอ่อนซึ่งมีค่า pKa (dissociation constant) สูงกว่ากรดแก่ (เช่น กรดแลคติกซึ่งเป็นกรดอ่อนมีค่า pKa เท่ากับ 3.8 และกรดอะซิติกมีค่า pKa เท่ากับ 4.8) มีประสิทธิภาพดีกว่า เนื่องจากที่ระดับค่าพีเอชเดียวกันกรดที่มีค่า pKa สูงกว่าจะมีโมเลกุลไม่แตกตัว (undissociated molecules) มากกว่า ซึ่งโมเลกุลที่ไม่แตกตัวนี้มีคุณลักษณะที่ชอบไขมันทำให้สามารถเข้าสู่เซลล์จุลินทรีย์ได้เมื่อเข้าไปอยู่ภายในเซลล์ กรดในรูปที่ยังไม่แตกตัวนี้จะแตกตัวภายในเซลล์เพราะภายในเซลล์มีค่าพีเอชสูงกว่าภายนอกเซลล์ ซึ่งการแตกตัวนี้จะปล่อยโปรตอน (H^+) ลงในไซโทพลาซึม (การปล่อยโปรตอนนี้จะสร้างศักย์ไฟฟ้าเคมีผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งเรียกว่า proton motive force; PMF) ซึ่งเป็นสาเหตุให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าพีเอชภายในเซลล์ลดลง โดยในที่สุดจะทำลาย proton gradient และ proton motive force ระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ และเพื่อปรับให้เซลล์มีค่าพีเอชใกล้เคียงเท่าเดิมเซลล์จะเร่งการขับโปรตอนส่วนเกินออกโดยใช้พลังงานของเซลล์จำนวนมาก หากค่าพีเอชในอาหารมีค่า 4.5 หรือต่ำกว่านั้นเซลล์อาจจะไม่สามารถขับโปรตอนส่วนเกินออกได้อีกต่อไป เพราะต้องใช้พลังงานจำนวนมากกว่าที่เซลล์จะสามารถผลิตได้ ทำให้ค่าพีเอชภายในลดลงเกิดความแตกต่างของค่าพีเอช (pH gradient) อีกทั้งเมื่อค่าพีเอชต่ำนั้นยังส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของเซลล์เช่น โปรตีนเยื่อหุ้มเซลล์ และโครงสร้างของเซลล์ (สลายพันธะไอออนิก) นอกจากนี้ยังส่งผลถึงการขนส่งสารอาหารและพลังงานซึ่งส่งผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยกรดแลคติกมีค่า pKa สูงกว่ากรดซิตริก ที่ค่าพีเอชเดียวกันกรดแลคติกจะมีโมเลกุลไม่แตกตัว (ร้อยละ 39.2) มากกว่ากรดซิตริก (ร้อยละ 19.9) ทำให้สามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ได้มากกว่า ซึ่งค่า pKa ของกรดแลคติกเท่ากับ 3.8 ค่า pKa ของกรดซิตริกเท่ากับ 3.1 และ ค่า pKa ของกรดทาร์ทาริกเท่ากับ 2.89 (Pasteur, 2006) ดังนั้นในการเลือกกรดอินทรีย์สำหรับใช้เป็นสารเจือปนอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ต้องพิจารณาถึงค่าพีเอชของอาหารและค่า pKa ของกรดด้วย ซึ่งการใช้กรดอินทรีย์โดยทั่วไปจำกัดให้ใช้กับอาหารที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า 5.5 เพราะกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่มีค่า pKa เท่ากับ 3.0 ถึง 5.0 (Davidson, 1997)

ส่วนประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อยีสต์ในการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Stanojević-Nikolic และคณะ (2016) ซึ่งกล่าวว่ากรดแลคติกที่มีค่า MIC ต่ำสุดที่ความเข้มข้น 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้หลายชนิดได้แก่ *Rhodotorula* spp., *Saccharomyces cerevisiae* และ *Candida albicans* ขณะที่กรดแลคติกที่มีค่า MIC ต่ำสุดที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ เช่นเดียวกับ Davidson (1997) ที่ได้กล่าวว่างกรดแลคติก (pKa เท่ากับ 3.79) ถูกผลิตโดยธรรมชาติในระหว่างการหมักอาหาร โดยแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ในขณะที่กรดแลคติกและเกลือของกรดแลคติกนั้นใช้เป็นสารถนอมอาหารของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ แต่การนำมาในเบื้องต้นนั้นกรดแลคติกถูกนำมาใช้เป็นเพียงสารควบคุมค่าพีเอชและสารปรับแต่งรสชาติของอาหาร กรดแลคติกสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ได้คือ *Staphylococcus aureus* และ *Yersinia enterocolitica* โดยกิจกรรมในการต้านจุลินทรีย์ของกรดแลคติกขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ในอาหารและจุลินทรีย์เป้าหมาย และกรดแลคติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus coagulans* ในมะเขือเทศมากกว่ากรดมาลิก กรดซิตริก กรดโพธิ์โอนิก หรือกรดอะซิติก นอกจากนี้ Ray (2004) ยังได้กล่าวว่ามีการใช้กรดแลคติกทั้งในรูปของกรดและสารประกอบเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ขึ้นไปในเครื่องต้มอัดลม น้ำสลัด ผักดอง (pickled vegetables) ผลิตภัณฑ์ของเนื้อที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยวิธีความร้อนต่ำ (low-heat-processed meat products) และซอส (sauce) ซึ่งกรดแลคติกมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรดอะซิติก กรดโพธิ์โอนิก กรดเบนโซอิก หรือกรดซอร์บิก แต่มีประสิทธิภาพดีกว่ากรดซิตริก โดยกรดแลคติกมีประสิทธิภาพในการต่อต้านแบคทีเรียแต่ค่อนข้างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อราและยีสต์ กรดแลคติกให้ผลการยับยั้งโดยทำให้ proton gradient บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์เป็นกลาง และสารประกอบเกลือโซเดียมของกรดแลคติกอาจส่งผลทำให้ ปริมาณน้ำอิสระลดลง โดยนิยมที่จะใช้ L-(+)-lactic acid มากกว่า D-(-)-lactic acid ในการใช้เป็น สารถนอมอาหาร และมีการแนะนำว่าให้ใช้กรดแลคติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 2 ในการล้างซากสัตว์ (ที่นำมาทำอาหาร) เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์

ในการทดลองพบว่ากรดแอสคอร์บิกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Doores (1993) ที่กล่าวว่า แม้กรดแอสคอร์บิกจะมีสภาพความเป็นกรดเหมือน กรดอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ที่นำมาใช้ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่จะไม่สามารถใช้ กรดแอสคอร์บิกเพียงชนิดเดียวในปรับสภาพอาหารให้เป็นกรดและไม่มีคุณสมบัติในการยับยั้ง การเจริญของจุลินทรีย์เหมือนกรดอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ อีกทั้ง Yan และคณะ (2009) ยังรายงานว่า เมื่อใช้กรดแอสคอร์บิกร่วมกับยาปฏิชีวนะฟลูโคนาโซล (fluconazole) พบว่ากรดแอสคอร์บิก ลดประสิทธิภาพยาฟลูโคนาโซลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ *Candida* หลายสายพันธุ์ ซึ่งอาจ เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant action) โดยกรดแอสคอร์บิกอาจลด ความสามารถของยาฟลูโคนาโซลในการกระตุ้นการสร้างโปรออกซิแดนซ์ที่เป็นสารประกอบที่มี ออกซิเจนในโมเลกุลภายในเซลล์จุลินทรีย์ (reactive oxygen species; ROS)

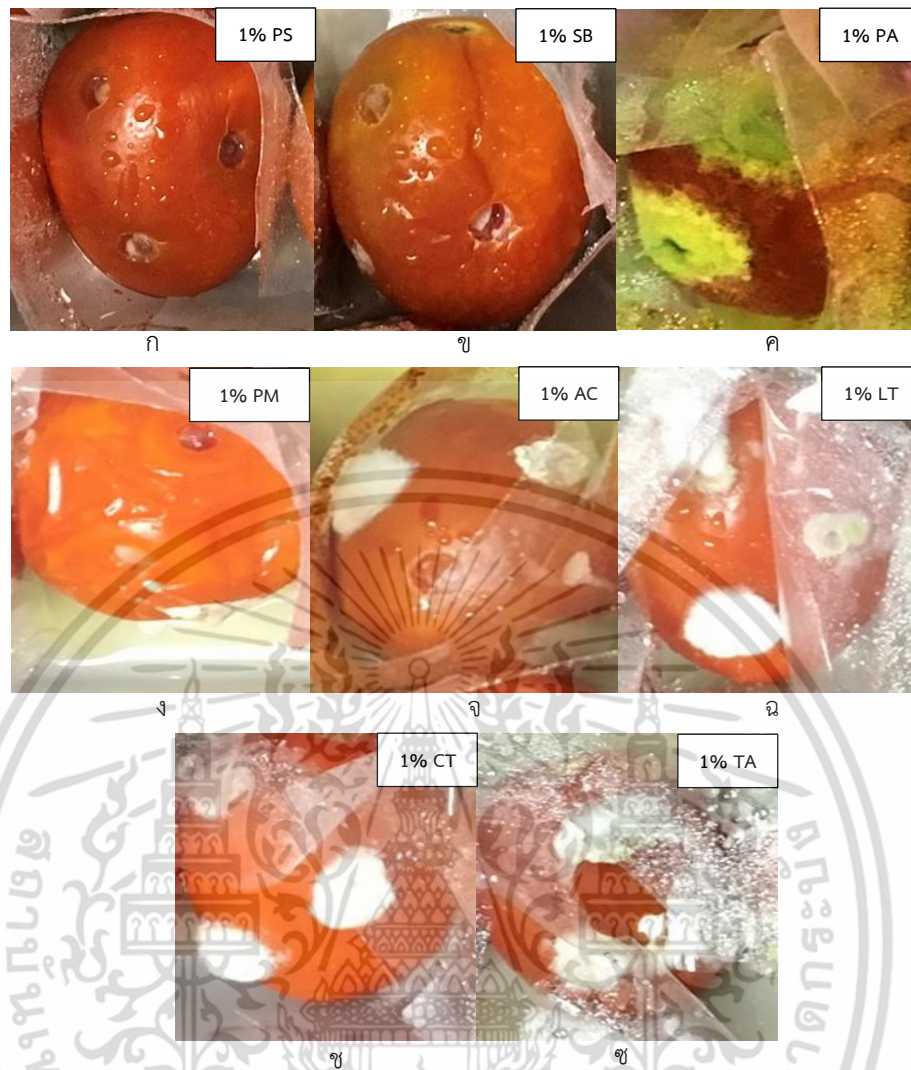
4.4 ผลการประยุกต์ใช้สารประกอบเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราในมะเขือเทศ

จากการทดลองประยุกต์ใช้สารประกอบเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อรา 2 สายพันธุ์ในมะเขือเทศ พบว่า การใช้สารละลายเกลือของกรดอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 2 สายพันธุ์นี้ในมะเขือเทศได้ดีกว่าการใช้สารละลายกรดอินทรีย์ (ตารางที่ 4.5) ในส่วนของสารประกอบเกลือที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* T6D5 และ *R. stolonifer* TISTR 3144 บนมะเขือเทศ คือ สารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ รองลงมาเป็นสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตและสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดลองในตารางที่ 4.5 การใช้สารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ทั้งที่ร้อยละ 1 และร้อยละ 3 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 2 สายพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์ขณะที่การใช้สายละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 สามารถยับยั้งเชื้อรา *R. stolonifer* TISTR 3144 ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* T6D5 ได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์ (เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเท่ากับ 0.6 เซนติเมตร) ส่วนสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง *R. stolonifer* TISTR 3144 และ *R. stolonifer* T6D5 ขณะที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตที่ร้อยละ 1 สามารถยับยั้งเชื้อรา *R. stolonifer* TISTR 3144 ได้สมบูรณ์ แต่ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* T6D5 ได้เพียงบางส่วน (เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเท่ากับ 1.4 เซนติเมตร) ส่วนการใช้สารละลายกรดอินทรีย์ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 2 สายพันธุ์นี้ได้ซึ่งจะเห็นได้จากกรุปที่ 4.12 รูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.11 ผลของสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* T6D5 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อราออกนอกรอยแผล (0.55 เซนติเมตร)

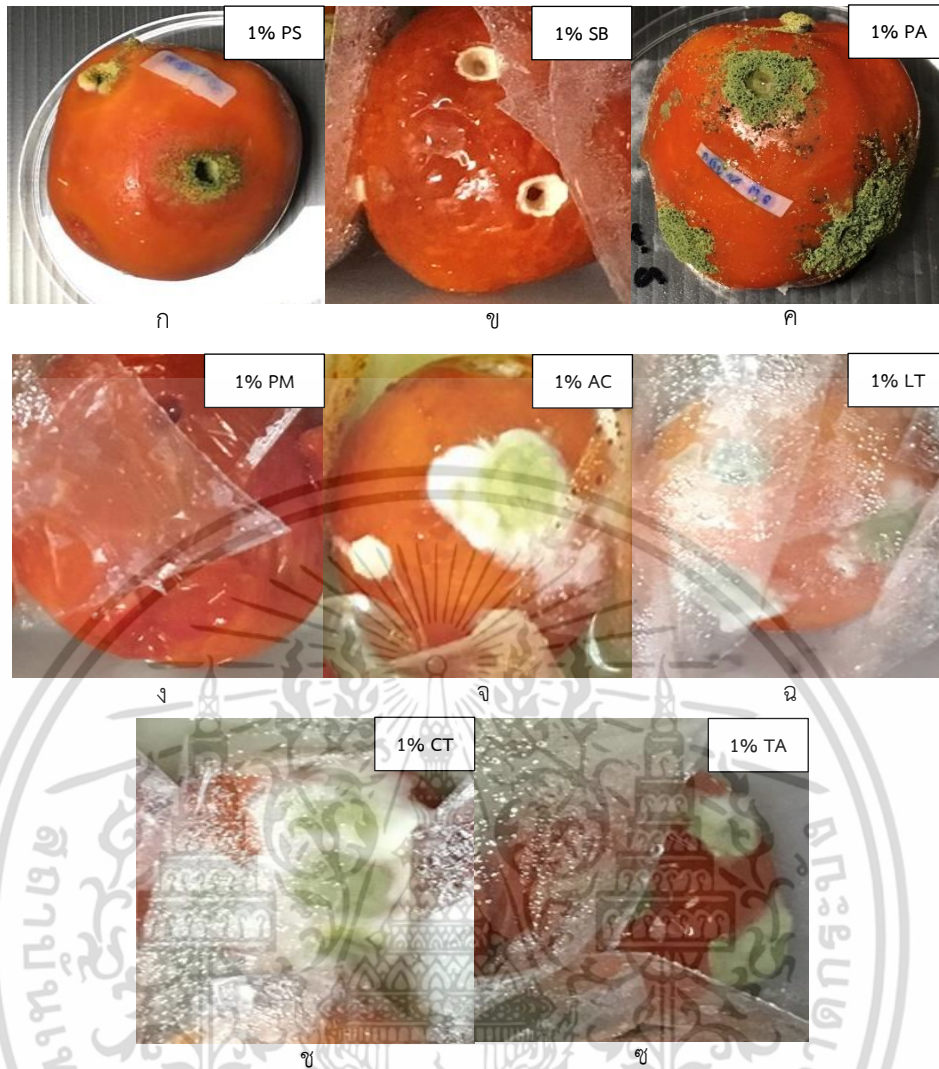
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* TISTR 3144 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

- ก) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นด้วยสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อราออกนอกรอยแผล
- ข) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อราออกนอกรอยแผล
- ค) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามากกว่า 5 เซนติเมตร
- ง) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อราออกนอกรอยแผล
- จ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่ามีการเจริญของเชื้อราเฉลี่ยประมาณ 4 เซนติเมตร
- ฉ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามากกว่า 5 เซนติเมตร
- ช) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามากกว่า 5 เซนติเมตร

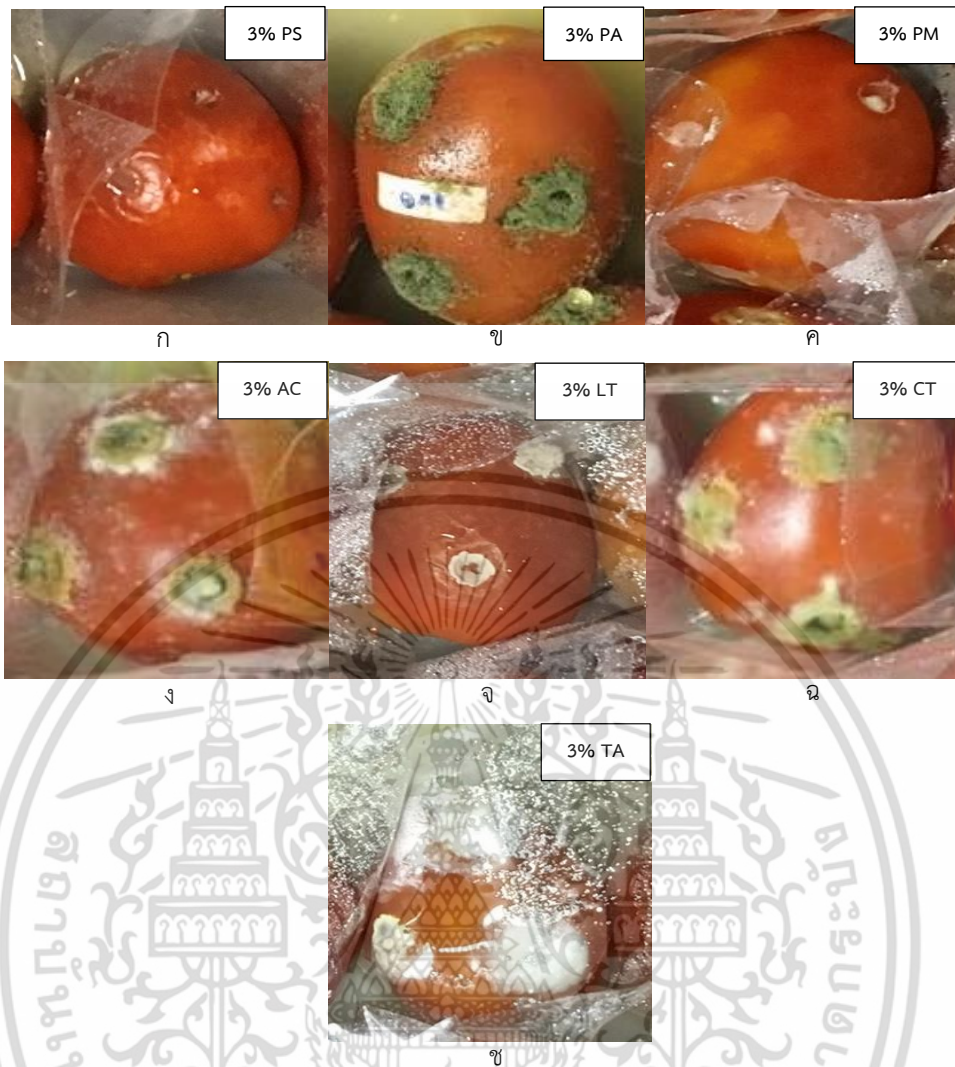
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* T6D5 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

- ก) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นด้วยสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าการเจริญของเชื้อประมาณ 1.3 เซนติเมตร
- ข) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าการเจริญของเชื้อประมาณ 0.85 เซนติเมตร
- ค) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าการเจริญของเชื้อมากกว่า 5 เซนติเมตร
- ง) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกรอยแผล
- จ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าการเจริญของเชื้อเฉลี่ยประมาณ 3.5 เซนติเมตร
- ฉ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าการเจริญของเชื้อมากกว่า 5 เซนติเมตร
- ช) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าการเจริญของเชื้อมากกว่า 5 เซนติเมตร
- ซ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าการเจริญของเชื้อมากกว่า 5 เซนติเมตร

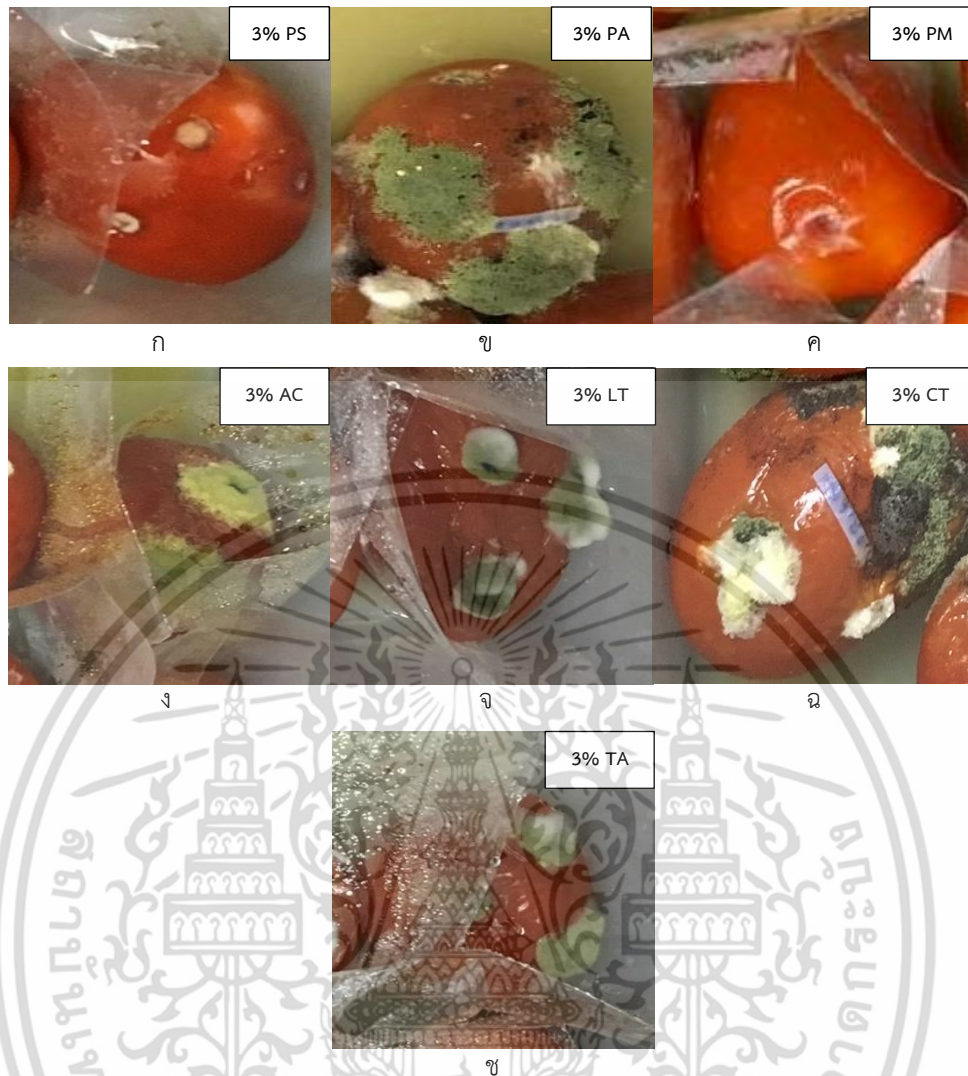
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* TISTR 3144 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

- ก) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นด้วยสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อราออกนอกรอยแผล
- ข) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.9 เซนติเมตร
- ค) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อราออกนอกรอยแผล
- ง) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 เซนติเมตร
- จ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 เซนติเมตร
- ฉ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.2 เซนติเมตร
- ช) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดทาร์ทาริกความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.4 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ผลของสารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* T6D5 ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

- ก) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นด้วยสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อรา ออกนอกรอยแผล
- ข) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.3 เซนติเมตร
- ค) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่าไม่มีการเจริญของเชื้อรา ออกนอกรอยแผล
- ง) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 เซนติเมตร.
- จ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6 เซนติเมตร
- ฉ) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 เซนติเมตร
- ช) มะเขือเทศที่ใส่เชื้อราและฉีดพ่นสารละลายกรดทาร์ทาริกความเข้มข้นร้อยละ 3 พบว่ามีการเจริญของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการประยุกต์ใช้สารละลายเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* บนมะเขือเทศ

ชนิดของสารละลายเกลือหรือกรด	การเจริญโดยเฉลี่ยของเชื้อรา	
	<i>Rhizopus stolonifer</i> TISTR 3144	<i>Rhizopus stolonifer</i> T6D5
PS		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	-	++
ความเข้มข้นร้อยละ 3	-	-
SB		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	-	+
ความเข้มข้นร้อยละ 3	N	N
PA		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	++++	++++
ความเข้มข้นร้อยละ 3	++++	++++
PM		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	-	-
ความเข้มข้นร้อยละ 3	-	-
AC		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	+++	++++
ความเข้มข้นร้อยละ 3	+++	+++
LT		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	++++	++++
ความเข้มข้นร้อยละ 3	++++	++++
CT		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	++++	++++
ความเข้มข้นร้อยละ 3	++++	++++
TA		
ความเข้มข้นร้อยละ 1	++++	++++
ความเข้มข้นร้อยละ 3	++++	++++

หมายเหตุ : PS = เกลือโพแทสเซียมซอร์เบต, SB = เกลือโซเดียมเบนโซเอต, PA = เกลือโพแทสเซียมอะซิเตต, PM = เกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์, AC = เกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต, AB = กรดแอสคอร์บิก, LT = กรดแลคติก, CT = กรดซิตริก, TA = กรดทาร์ทาริก, N = ไม่มีการทดสอบ

- : - = ไม่พบการเจริญของเชื้อราเพิ่มขึ้นจากรอยแผล (0.55 เซนติเมตร),
- : + = การเจริญของเชื้อราที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.55 เซนติเมตร ถึง 1 เซนติเมตร,
- : ++ = การเจริญของเชื้อราที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 เซนติเมตร ถึง 3 เซนติเมตร,
- : +++ = การเจริญของเชื้อราที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 เซนติเมตร ถึง 5 เซนติเมตร,
- : ++++ = การเจริญของเชื้อราที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไปจนถึงทั่วผลมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์และโพแทสเซียมซอร์เบต มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* TISTR 3144 และ *R. stolonifer* T6D5 บนผลไม้แช่เหตได้ดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mecteau และคณะ (2002) ที่ทดลองประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อรา (preventive application) บนมันฝรั่ง โดยนำหัวมันฝรั่งจุ่มลงในสารละลายเกลือ 22 ชนิด (ความเข้มข้น 0.2 โมลลาร์) เป็นเวลา 10 นาทีและทิ้งให้แห้งในอากาศเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนที่จะถ่าย macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium sambucinum* ลงไป 25 ไมโครลิตร (ความเข้มข้น 5×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร) จากนั้นเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงตรวจสอบความรุนแรงของโรค พบว่าในบรรดาเกลือทั้งหมดที่ทดลองมีเพียงเกลือ 3 ชนิดที่มีประสิทธิภาพที่ดี โดยมีผลในเชิงป้องกัน (preventive effect) คือเกลือโซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่สามารถช่วยลดความรุนแรงของโรค dry rot ได้ถึงร้อยละ 36 ร้อยละ 32 และร้อยละ 39 ตามลำดับ และ Obenauf และคณะ (1982) ที่ได้ทำการทดสอบโดยนำมะเดื่อฝรั่ง (*profichi caprifigs*) มาจุ่มลงสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต ความเข้มข้น 21,825 ไมโครกรัมต่อลิตร เวลา 20 นาที เมื่อเก็บรักษาครบ 5 วัน พบว่ามีมะเดื่อฝรั่งที่พบการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* มีเพียงร้อยละ 20 ซึ่งหากใช้ร่วมกับสารเคมีชนิดอื่น ๆ เช่น benomyl, DCNA และ chlorothalonil พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสายพันธุ์นี้ได้ อย่างสมบูรณ์เนื่องจากไม่พบมะเดื่อฝรั่งที่มีการเจริญของเชื้อราสายพันธุ์ดังกล่าว นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Youssef และคณะ (2012) ซึ่งพบว่าเมื่อใช้โพแทสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ร่วมกับแว็กซ์ที่ประกอบด้วยของแข็งร้อยละ 18 (เซลแล็ก (shellac), โพลีเอทิลีนออกไซด์ (polyethylene oxide) และ coadjuvant) และ carrier solvent (กรดไขมัน แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide) เคซีน (casein) ไดเมทิลโพลีซิลอกเซน (dimethyl polysiloxane, MPS) และน้ำปราศจากไอออน) สามารถควบคุมการก่อโรคจากเชื้อรา *Penicillium* sp. ในส้มสายพันธุ์ Clementines และ Valencia late ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 เดือนและที่อุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียสต่อเป็นเวลาก่อนอีก 1 สัปดาห์ได้ค่อนข้างดีกว่าการใช้เกลือชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต โพแทสเซียมคาร์บอเนต และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต โดยเฉพาะในส้มสายพันธุ์ Valencia late ที่เกลือโพแทสเซียมซอร์เบตร่วมกับแว็กซ์สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์โดยไม่พบการเน่าเสียของส้ม

กรดอินทรีย์ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราดีกว่าเกลือของกรดอินทรีย์ อาจเนื่องจากการออกฤทธิ์ของกรดอินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของการแตกตัว (pKa) และค่าพีเอชของอาหาร (Ray, 2004; Davidson, 1997) ซึ่งในการทดลองนี้มะเดื่อเทศมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.15 และ Doores (1993) กล่าวว่า ค่า pKa ของกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่มีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 5 และสัดส่วนของโมเลกุลที่ไม่แตกตัวนั้นมีผลต่อการต้านจุลินทรีย์ ดังนั้นหากต้องการให้กรดอินทรีย์ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี อาหารที่นำกรดอินทรีย์ไปใช้นั้นต้องมีค่าพีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในวงการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงกับค่า pKa ของกรดอินทรีย์ที่ใช้ เนื่องจากที่พีเอชนั้นกรดที่อยู่ในรูปไม่แตกตัวนั้นจะมีปริมาณมากกว่ากรดในรูปแตกตัว

นอกจากนี้การทดลองครั้งนี้ยังพบว่าเกลือโพแทสเซียมอะซิเตตไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. stolonifer* ได้ สอดคล้องกับ Ray (2004) ที่กล่าวว่า กรดอะซิติกและเกลือของกรดอะซิติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียมากกว่าการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์

ค่าพีเอชและค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของมะเขือเทศในการทดลองนี้เท่ากับ 4.15 และ 0.986 ตามลำดับ รวมถึงอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ส่วนเชื้อรา *R. stolonifer* มีค่าพีเอชต่ำที่สุดที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 2.5 (Amiri และคณะ, 2011) ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำสุดที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 0.93 (Jay และคณะ, 2005) และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส (Kwon และคณะ, 2001) ดังนั้นจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ได้แก่ ค่าพีเอช ค่าปริมาณน้ำอิสระ และอุณหภูมิ ทำให้ในการทดลองนี้เชื้อรา *R. stolonifer* สามารถเจริญเติบโตได้ดีมากในมะเขือเทศ สอดคล้องกับ Pitt และ Hocking (2009) ที่กล่าวว่าเชื้อราสกุล *Rhizopus* นั้นสามารถเข้าทำลายผักและผลไม้ได้เกือบทุกชนิดรวมถึงมะเขือเทศด้วย ซึ่งจะทำให้ผักและผลไม้เหล่านั้นสามารถสังเกตเห็นเส้นใยสีเทา มีกลิ่นหมัก และมีสปอร์สีขาวหรือดำได้เป็นจำนวนมาก ซึ่ง Bautista-Baños และคณะ (2008) ได้กล่าวว่า การติดสปอร์และเส้นใยของเชื้อรา *R. stolonifer* บนมะเขือเทศโดยปกติแล้วจะเกิดที่แผลของมะเขือเทศ หากมีสภาวะที่เหมาะสม คือ มีอุณหภูมิสูงเพียงพอ เชื้อราจะบุกรุกและเจริญแพร่กระจายทั่วมะเขือเทศอย่างรวดเร็ว และแสดงอาการของโรคหลังติดเชื้อตั้งแต่ 24 ถึง 48 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามได้มีรายงานเช่นเดียวกันว่า เชื้อรายังสามารถก่อโรคได้บนมะเขือเทศที่ไม่เสียหายหรือมีแผล

โดยทั่วไปมะเขือเทศจะถูกทำลายได้ยากโดยจุลินทรีย์หากไม่ถูกทำให้เสียหายทางกลก่อน ดังรายงานของ Pavlović และคณะ (2013) ที่ได้พบว่า สารสกัดจากมะเขือเทศสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์หลายสายพันธุ์ได้ดี อาจเนื่องจาก Gaafar และคณะ (2015) ได้รายงานการพบสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากมะเขือเทศที่สกัดด้วยน้ำ เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 80 และอะซิโตนเข้มข้นร้อยละ 80 โดยสารประกอบที่พบ ได้แก่ กรดเอลลาจิก (ellagic acid) กรดแทนนิก (tannic acid) กรดแกลลิก (gallic acid) กรดคลอโรจีนิก (chlorogenic acid) ไพโรแกลลอล (pyrogallol) กรดวานิลลิก (vanillic acid) จินิสทีน (genistein) กรดเบนโซอิก (benzoic acid) และอะคาเซติน (acacetin) ซึ่งสารเหล่านี้มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Davidson, 1997; Ghudhaib และคณะ, 2010; Borges และคณะ, 2013) นอกจากนี้ยังอาจพบสารฟลาโวนอยด์และแทนนิน ซึ่งสามารถต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้เช่นกัน (Gaafar และคณะ, 2015; Cushnie และคณะ, 2005; Scalbert และคณะ, 1991)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอด้วยวิธี Dilution plating พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อราและยีสต์สูงทั้งในแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ โดยในมะละกอพบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Penicillium* spp. ได้มากที่สุดเช่นเดียวกับในกัลฉ่ายและมะเขือเทศ แต่พบเชื้อยีสต์เพียงชนิดเดียวคือ *Trichosporon mucoides* ส่วนในแครอทเชื้อราที่พบมากที่สุดคือ *Geotrichum* spp. และยีสต์ที่พบมากที่สุดคือ *Candida* spp. เช่นเดียวกับในกัลฉ่าย และในมะเขือเทศพบเชื้อยีสต์ *Rhodotorula* spp. มากที่สุด

ในการศึกษาผลของสารละลายกรดอินทรีย์ เกลือของกรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและยีสต์ที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ พบว่าสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตและโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ทุกสายพันธุ์ที่ใช้ทดสอบมากกว่าสารละลายกรดอินทรีย์และเกลือชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ทดสอบ อีกทั้งสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizopus stolonifer* T6D5 ได้อย่างสมบูรณ์เมื่อนำมาทดสอบประยุกต์ใช้บนมะเขือเทศ

จากการทดลองทำให้ทราบว่าสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ได้ค่อนข้างดี จึงอาจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงโดยอาจใช้การฉีดพ่นหรือการจุ่มสารละลายเกลือดังกล่าว ซึ่งอาจมีประสิทธิภาพสูงขึ้นหากประยุกต์ร่วมกับความร้อนหรือสารเคมีชนิดอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตร.
- นิตดา หงษ์วิวัฒน์ และ ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์. (2548). ผัก ๓๓๓ ชนิด. กรุงเทพฯ: แสงแดด.
- ศุภลักษณ์ ฮอกะวัต. (2536). โรคผักตระกูลพริกและมะเขือเทศ. ขอนแก่น: ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมชาย กล้าหาญ. (2543). วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สายชล เกตุษา. (2528). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ชลบุรี: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติสำนักส่งเสริมและฝึกอบรม.
- อุไร จิรมงคลการ. (2547). ผลไม้ในสวน (Fruits). กรุงเทพฯ: บ้านและสวน.
- Abubakar, A., Suberu, H. A., Bello, I. M., Abdulkadir, R., Daudu, O. A., & Lateef, A. A. (2013). Effect of pH on mycelial growth and sporulation of *Aspergillus parasiticus*. *Journal of Plant Sciences*, 1(4), 64-67.
- Akhtari, K., Ashirbad, M., & Bihari, S. K. (2016). Studies on fungi associated with storage rot of carrot (*Daucus carota* L.) and radish (*Raphanus sativas* L.) in Odisha, India. *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 4(10B), 880-885.
- Alemu, K. (2014). Importance and pathogen spectrum of crown rot of banana in Jimma town, southwestern Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4, 106-111.
- Alvarez, A. M., & Nishijima, W. T. (1987). Postharvest disease of papaya. *Plant Disease*, 71, 681-686.
- Amiri, A., Chai, W., & Schnabel, G. (2011). Effect of nutrient status, pH, temperature and water potential on germination and growth of *Rhizopus stolonifer* and *Gilbertella persicaria*. *Journal of Plant Pathology*, 93(3), 603-612.
- Babic, I., Hilbert, G., Nguyen-the, C., & Guiraud, J. (1992). The yeast flora of stored ready-to-use carrots and their role in spoilage. *International Journal of Food Science and Technology*, 27(4), 473-484.
- Banwart, J. G. (1989). *Basic food microbiology* (2nd ed.). New York, NY: Chapman & Hall.
- Barkai-Golan, R. (2001). *Postharvest diseases of fruits and vegetables : development and control*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Barnett, J. A., Payne, R. W., & Yarrow, D. (2000). *Yeasts : characteristics and identification* (3rd ed.). Cambridge, UK Cambridge University Press.
- Bautista-Baños, S., Velaquez-Del Valle, M. G., Hernandez-Lauzardo, A. N., & Barka, E. A. (2008). The *Rhizopus stolonifer*-tomato interaction. *Plant-Microbe Interactions*, 269-289.
- Betts, G. , & Everis, L. (2008). Hurdle techniques. In G. S. Tucker (Ed.), *Food biodeterioration and preservation* (pp. 193-208). Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Borges, A., Ferrari, C., Saavedra, M. J., & Simoes, M. (2013). Antibacterial activity and mode of action of ferulic and gallic acids against pathogenic bacteria. *Microbial Drug Resistance*, 00, 1-10.
- Bosund, L. (1962). The action of benzoic and salicylic acids on the metabolism of microorganisms. *Food Research International*, 11, 331-353.
- Boutrou, R., & Guéguen, M. (2005). Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology. *International Journal of Food Microbiology*, 102, 1-20.
- Butler, E. E. (1960). Pathogenicity and taxonomy of *Geotrichum candidum*. *Phytopathology*, 50, 665-672.
- Chichester, D. F., & Tanner, F. W. J. (1972). Antimicrobial food additives. In T. E. Furia (Ed.), *CRC Handbook of food additives* (2nd ed., pp. 115-184). Boca Raton, Florida: CRC Press LLC.
- Collins, C. H., Lyne, P. M., & Grange, J. M. (2001). *Collins and Lyne's microbiological methods* (7th ed.). New York, USA: Oxford University Press., Inc.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), 343-356.
- Davidson, P. M. (1997). Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In M. P. Doyle, L. R. Beuchat, & T. J. Montville (Eds.), *Food microbiology : fundamentals and frontiers* (pp. 520-556). Washington, DC: ASM Press.
- Davidson, P. M., & Branen, A. L. (1980). Antimicrobial mechanisms of butylated hydroxyanisole against two *pseudomonas* species. *Journal of Food Science*, 45, 1607-1613.
- Deak, T. (2008). *Handbook of food spoilage yeasts* (2nd ed.). New York: CRC Press.

- DePasquale, D. A. , & Montville, T. J. (1990). Mechanism by which ammonium bicarbonate and ammonium sulfate inhibit mycotoxigenic fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, 56(12), 3711-3717.
- Derbyshire, D. M. , & Shipway, M. R. (1978). Control of post-harvest deterioration in vegetables in the U.K. *Outlook on Agriculture*, 9, 246-252.
- Doores, S. (1993). Organic acids. In P. M. Davidson & A. L. Branen (Eds.), *Antimicrobial in foods* (2nd ed., pp. 95-136). New York: Marcel Dekker.
- Eklund, T. (1989). Organic acids and esters. In G. W. Gould (Ed.), *Mechanisms of action of food preservation procedures* (pp. 161-200). London: Elsevier Applied Science.
- El-Mougy, N. S., Abdel-Kader, M. M., & Lashin, S. M. (2013). Financial benefit of using fungicides alternatives over systematic fungicide spraying strategies against foliar diseases of some vegetables grown under protected cultivation system in Egypt. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 3(6), 50-58.
- Finne, G., & Matches, J. R. (1976). Spin-labeling studies on the lipids of psychrophilic, psychrotrophic, and mesophilic clostridia. *Journal of Bacteriology*, 125, 211-219.
- Frakas, J. (1997). Physical methods of food preservation. In M. P. Doyle, L. R. Beuchat, & T. J. Montville (Eds.), *Food microbiology fundamentals and frontiers* (pp. 497). Washington, DC: ASM Press.
- Frazier, W. C. (1958). *Food microbiology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Gaafar, A. A., Asker, M. S., Salama, Z. A., Bagato, O., & Ma, A. (2015). *In-vitro*, antiviral, antimicrobial and antioxidant potential activity of tomato pomace. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 32(2), 262-272.
- Ghudhaib, K. K., Hanna, E. R., & Jawad, A. H. (2010). Effect of ellagic acid on some types of pathogenic bacteria. *Journal of Al Nahrain University*, 13(2), 79-85.
- Government Publishing Office. (1997). Electronic code of federal regulations. Retrieved July 14, 2017 <https://www.ecfr.gov/cgi-bin>
- Graham, H. F. (2003). Yeast in fruit and fruit products. In T. Boekhout & V. Robert (Eds.), *Yeasts in food : beneficial and detrimental aspects* (pp. 267-287). Boca Raton: CRC Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Harwig, J., Scott, P. M., Stoltz, D. R., & Blanchfield, B. J. (1979). Toxins of molds from decaying tomato fruit. *Applied and Environmental Microbiology*, 38, 267-274.
- Hassan, R., El-Kadi, S., & Sand, M. (2015). Effect of some organic acids on some fungal growth and their toxin production. *International Journal of Advances in Biology*, 2, 1-11.
- Health Canada. (2006). Food additive dictionary. Retrieved May 13, 2560 <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-safety/food-additive/dictionary.html>
- Horita, H., & Hatta, Y. (2016). Sour rot of carrot caused by *Geotrichum candidum* in Japan. *Journal of General Plant Pathology*, 82 (1), 65-68.
- Janisiewicz, W. J., & Krosten, L. (2002). Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annual Review of Phytopathology*, 40, 411-441.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). New York, NY: Springer Science+Business Media Inc.
- Jechova, V. (1963). New species of the genus *Nigrospora* causing rots of southern fruits. *Ceska Mykologie*, 17, 12-20.
- Jenzen, A. (1971). Storage diseases of carrots, especially *Rhizoctonia* crater rot. *Acta Horticulturae*, 20, 125-129.
- Kaiser, C., Hamm, P. B., Gieck, S., David, N., Long, L., Meland, M., & Christensen, J. M. (2011). *In vitro* fungicidal activity of calcium and potassium salts on several commercially significant plant pathogens. *HortScience*, 46(6), 913-916.
- King, A. D., Ponting, J. D., Sanshuck, D. W., Jackson, R., & Mihara, K. (1981). Factors affecting death of yeast by sulfur dioxide. *Journal of Food Protection*, 44(2), 92-97.
- Kolaei, E. A. (2012). Antifungal activity of sulfur-containing salts against the development of carrot cavity spot and potato dry rot. *Postharvest Biology and Technology*, 63, 55-59.
- Kolaei, E. A., Tweddell, R. J., & Avis, T. J. (2012). Antifungal activity of sulfur-containing salts against the development of carrot cavity spot and potato dry rot. *Postharvest Biology and Technology*, 63, 55-59.
- Kushalappa, A. C., Cerkauskas, R., Punja, Z. K., & Cerkauskas, R. F. (1994). Fungal disease. In J. H. Ronald, J. A. Garland, & W. S. Lloyd (Eds.), *Diseases and pests of vegetable crops in Canada* (pp. 128-140).

- Kwon, J. H., Kang, S. W., Kim, J. S., & Park, C. S. (2001). *Rhizopus* soft rot on cherry tomato caused by *Rhizopus stolonifer* in Korea. *Mycobiology*, 29(3), 176-178.
- Leistner, L., Rodel, W., & Krispien, K. (1981). Microbiology of meat products in high and intermediate-moisture ranges. In L. B. Rockland & G. F. Stewart (Eds.), *Water activity : influences on food quality* (pp. 855-916). New York: Academic press, INC.
- Llondu, E. M. (2011). Evaluation of some aqueous plant extracts used in the control of pawpaw fruit (*Carica papaya* L.) rot fungi. *Journal of Applied Biosciences*, 37, 2419-2424.
- López-Malo, A., Alzamora, S. M., & Palou, E. (2005). *Aspergillus flavus* growth in the presence of chemical preservatives and naturally occurring antimicrobial compounds. *International Journal of Food Microbiology*, 99, 119-128.
- Marin, D. H., Sutton, T. B., Blankenship, S. M., & Swallow, W. H. (1996). Pathogenicity of fungi associated with crown rot of bananas in latin america on grande naine and disease-resistant hybrid bananas. *Plant Disease*, 80, 525-528.
- Mbajiuka, S., Chinedu, Enya, & Emmanuel. (2014). Isolation of microorganisms associated with deterioration of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and pawpaw (*Carica papaya*) fruits. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3, 501-512.
- McColloch, L. P., Ramsey, G. B., Wright, W. R., & Cook, H. T. (1968). *Market diseases of tomatoes, peppers, and eggplants*. Washington: United States Government Publishing Office.
- Mecteau, M. R., Arul, J., & Tweddell, R. J. (2002). Effect of organic and inorganic salts on the growth and development of *Fusarium sambucinum*, a causal agent of potato dry rot. *Mycological Research*, 106(6), 688-696.
- Miller, M. W., & Mrak, E. M. (1953). Yeasts associated with dried-fruit beetles in figs. *Journal of Applied Microbiology*, 1(4), 174-178.
- Mills, A. A. S., Platt, H. W., & Hurta, R. A. R. (2004). Effect of salt compounds on mycelial growth, sporulation and spore germination of various potato pathogens. *Postharvest Biology and Technology*, 34, 341-350.
- Moss, M. O. (1987). Morphology and physiology of *Penicillium* and *Acremonium* In J. F. Peberdy (Ed.), *Penicillium and Acremonium* (pp. 37-72). New York: Plenum Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Mukula, J. (1957). On the decay of stored carrots in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 2.
- Murihead, I. F., & Jones, D. R. (2000). Fungal diseases of banana fruit : postharvest diseases. In D. R. Jones (Ed.), *Diseases of banana, abaca and enset* (pp. 173-206). USA: Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI).
- Nikkhah, M., Hashemi, M., Najafi, M. B. H., & Farhoosh, R. (2017). Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit. *International Journal of Food Microbiology*, 1-4.
- Obenauf, G. L., Ogawa, J. M., Kathylee, & Frate, C. A. (1982). Fungicide control of molds that attack caprifigs. *Plant Disease*, 66, 566-567.
- Pavlović, R., Mladenović, J., Radovanović, B., Mašković, P., & Aćamović-Đoković, G. (2013). *In vitro* antimicrobial activity of ethanol tomato extracts. Paper presented at the environment, agriculture, horticulture, food production and processing, Biotechnical Centre Naklo.
- Pitt, I. J., & Hocking, D. A. (2009). *Fungi and food spoilage* (3rd ed.). New York: Springer Science+Business Media, LLC.
- Plaza, P., Usall, J., Teixido, N., & Viñas, I. (2003). Effect of water activity and temperature on germination and growth of *Penicillium digitatum*, *P. italicum* and *Geotrichum candidum*. *Journal of Applied Microbiology*, 94, 549-554.
- Pundir, R. M., & Jain, P. (2011). Evaluation of five chemical food preservatives for their antibacterial activity against bacterial isolates from bakery products and mango pickles. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 3(1), 24-31.
- Punja, Z. K., & Grogan, R. G. (1982). Effect of inorganic salts, carbonate-bicarbonate anions, ammonia, and the modifying influence of pH on sclerotial germination of *sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*, 72, 635-639.
- Rader, W. E. (1952). Diseases of stored carrots in New York State. *New York Agricultural Experiment Station Geneva Bulletin*, 899, 10-14.
- Ray, B. (2004). *Fundamental food microbiology* (3rd ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press LLC.
- Samson, R. A., Hoekstra, E. S., & Frisvad, J. C. (2004). *Introduction to food borne fungi* (7th ed.). Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Saude, C., & Hausbeck, M. (2006). Black rot of carrots. Retrieved January 7, 2016 [http://msue.anr.msu.edu/news/black rot of carrots](http://msue.anr.msu.edu/news/black_rot_of_carrots)

- Scalbert, A. (1991). Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30(12), 3875-3883.
- Sheu, C. W., & Freese, E. (1972). Effects of fatty acids on growth and envelope proteins of *Bacillus subtilis*. *Journal of Bacteriology*, 111(2), 516-524.
- Sivakumar, D., Hewarathgamae, N. K., Wijeratnam, R. S. W., & Wijesundera, R. L. C. (2002). Effect of ammonium carbonate and sodium bicarbonate on anthracnose of papaya. *Phytoparasitica*, 30(5), 486-492.
- Smilanick, J. L., Margosan, D. A., Mlikota, F., Usall, J., & Michael, I. F. (1999). Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. *Plant Disease*, 83, 139-145.
- Spotholz, C. H., Litchfield, J. H., & Ordal, Z. J. (1956). The effect of pH, temperature, and composition of the medium on growth characteristics of *Rhodotorula gracilis*. *Journal of Applied Microbiology*, 4, 285-288.
- Stanojević-Nikolic, S., Dimić, G., Mojović, L., Pejin, J., Djukić-Vuković, A., & Kocić-Tanackov, S. (2016). Antimicrobial activity of lactic against pathogen and spoilage microorganisms. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40, 990-998.
- Stratford, M., & Eklund, T. (2003). Organic acids and esters. In N. J. Russell & G. G. W. (Eds.), *Food preservatives* (2nd ed., pp. 48-84). Spring street, NY: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Sukkasem, D., Hongpattarakere, T., & H-Kittikun, A. (2007). Combined effect of crude herbal extracts, pH and sucrose on the survival of *Candida parapsilosis* and *Zygosaccharomyces fermentati* in orange juice. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 29(3), 793-800.
- Tournas, V., Stack, M. E., Mislivec, P. B., Koch, H. A., & Bandler, R. (2016). Yeasts, molds, and mycotoxins. In *Bacteriological analytical Manual (BAM)*. Retrieved January 5, 2016 <https://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm071435.htm>
- Ugbogu, O. C., & Ogodu, A. C. (2015). Microbial flora, proximate composition and vitamin content of juices of three fruits bought from a local market in Nigeria. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 6, 440-443.

- Ukeh, J. A., & Chiejina, N. V. (2012). Preliminary investigations of the cause of post-harvest fungal rot of tomato. *IORS Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 4(5), 36-39.
- United States Department of Agriculture. (2016). Nutrient values and weights are for edible portion. Retrieved July 10, 2017 <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2159fgcd>
- Warren, K. S. (1962). Ammonia toxicity and pH. *Nature*, 195, 47-49.
- Wiley, R. C. (2017). Preservation methods for minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In F. Yildiz & R. C. Wiley (Eds.), *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables* (2nd ed., pp. 187-238). New York, NY: Springer Science+ Business Media LLC.
- Wyder, M. T. F. (2003). Yeast in dairy products. In T. Boekhout & V. Robert (Eds.), *Yeast in food beneficial and detrimental aspects* (pp. 209-237). New York: CRC Press.
- Yan, W., Xin-Ming, J., Jian-Hui, J., Ming-Bang, L., Ying-Ying, C., Ping-Hui, G., . . . Yuan-Ying, J. (2009). Ascorbic acid decreases the antifungal effect of fluconazole in the treatment of candidiasis. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 36, e40–e46.
- Yigit, A., & Korukluoglu, M. (2007). The effect of potassium sorbate, NaCl and pH on the growth of food spoilage fungi. *Annals of Microbiology*, 57(2), 209-215.
- York, G. K., & Vaughn, R. H. (1964). Mechanisms in the inhibition of microorganisms by sorbic acid. *Journal of Bacteriology*, 88(2), 411-417.
- Youssef, K., Ligorio, A., Nigro, F., & Lppolito, A. (2012). Activity of salts incorporated in wax in controlling postharvest diseases of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 65, 39-43.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. สูตรอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อ วิธีการเตรียม และสารละลาย

1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

ส่วนประกอบ

Potato infusion	200	กรัม
Dextrose	20	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Potato Dextrose Agar (PDA)

เตรียม potato infusion โดยหั่นมันฝรั่งเป็นชิ้นเล็ก ๆ ไม่ต้องปอกเปลือก ซึ่งน้ำหนักมันฝรั่ง 200 กรัม ใส่ในภาชนะเติมน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปต้ม 30 นาที กรองผ่านผ้าขาวบางนำมันฝรั่งที่กรองได้คือ potato infusion เติมวุ้น และ dextrose ลงไปต้มจนวุ้นละลายบรรจุลงในขวดหรือหลอดทดลองนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar, Acidified (aPDA)

วิธีเตรียม Acidified Potato Dextrose Agar

เตรียมอาหาร PDA นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติมกรดทาร์ทริกความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 1.85 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในอาหาร PDA ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทิ้งให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 48 องศาเซลเซียส เขย่าเบา ๆ เพื่อให้กรดผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศจะทำให้ค่าพีเอชของอาหาร PDA ลดลงถึง 3.5

1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ Gorodkova Agar

ส่วนประกอบ

Glucose	1	กรัม
Peptone	10	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Gorodkova Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 อาหาร Czapek Yeast extract agar (CYA)

ส่วนประกอบ

NaNO ₃	3	กรัม
K ₂ HPO ₄	1	กรัม
KCl	0.5	กรัม
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.5	กรัม
FeSO ₄ .7H ₂ O	0.01	กรัม
Yeast extract	5	กรัม
Sucrose	30	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

1.5 อาหาร Malt Extract Agar (MEA)

ส่วนประกอบ

Malt extract	20	กรัม
Peptone	6	กรัม
กลูโคส	20	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำ	1	ลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Malt Extract Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที อย่าใช้เวลาฆ่าเชื้อมานานเกินไปเนื่องจากอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้จะอ่อนตัวถ้าให้ความร้อนนานเกินไปหรือให้ความร้อนซ้ำหลายครั้ง

1.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ 50% (w/w) Glucose Yeast extract Agar

ส่วนประกอบ

Glucose	500	กรัม
Yeast extract	24.6	กรัม
วุ้น	24.6	กรัม
น้ำกลั่น	500	มิลลิลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 50% (w/w) Glucose Yeast extract Agar

ชั่ง glucose 500 กรัม yeast extract 24.6 กรัม วุ้น 24.6 กรัม และน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนวุ้นละลายแบ่งใส่หลอดประมาณหลอดละ 5 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อด้วยความดัน 10 ปอนด์ 15 นาที หรืออาจนำไปต้มในน้ำเดือด นาน 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 สารละลายน้ำตาล 5 ชนิด

ส่วนประกอบ

Glucose	2	กรัม
Maltose	2	กรัม
Galactose	2	กรัม
Lactose	2	กรัม
Sucrose	2	กรัม
Yeast extract	0.5	กรัม

วิธีเตรียม ลายละลายน้ำตาล

สารละลายน้ำตาลแต่ละชนิดประกอบด้วย น้ำตาล 2% และ yeast extract 0.5% บรรจุลงในหลอดทดลองที่มีหลอดดักแก๊สอยู่หลอดละ 6 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่ความดัน 10 ปอนด์ 15 นาที

1.8 อาหารเลี้ยงเชื้อ 2% Glucose Yeast extract Peptone Agar

ส่วนประกอบ

Glucose	20	กรัม
Peptone	10	กรัม
Yeast extract	5	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 2% Glucose Yeast extract Peptone Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.9 อาหารเลี้ยงเชื้อ Corn Meal Agar (CMA)

ส่วนประกอบ

Yellow Corn Meal	12.5	กรัม
วุ้น	3.8	กรัม
น้ำกลั่น	300	มิลลิลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Corn Meal Agar

ชั่ง yellow corn meal 12.5 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วนำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง ปรับปริมาตรของสารละลายที่กรองได้ จนมีปริมาตร 300 มิลลิลิตร เติมวุ้น 3.8 กรัม ทำให่วุ้นละลายแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที กรองผ่านสำลีขณะร้อนแล้วนำไปฆ่าเชื้ออีกครั้งที่ความดัน 15 ปอนด์ 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.10 อาหารเลี้ยงเชื้อ McClary's Acetate Agar

ส่วนประกอบ

Glucose	1	กรัม
Potassium chloride	1.8	กรัม
Sodium acetate trihydrate	8.2	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ McClary's Acetate Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.11 อาหารเลี้ยงเชื้อ 2% Glucose Yeast Extract Peptone Water

ส่วนประกอบ

Glucose	20	กรัม
Peptone	10	กรัม
Yeast extract	5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 2% Glucose Yeast extract Peptone Water

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อน นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.12 อาหาร Yeast Malt Extract Agar (YMA)

ส่วนประกอบ

ซูโครส	10	กรัม
Peptone	5	กรัม
Malt extract	3	กรัม
Yeast extract	3	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast Malt Extract Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.13 อาหาร Creatine Sucrose agar (CREA)

ส่วนประกอบ

Creatine	3	กรัม
ซูโครส	30	กรัม
$K_2HPO_4 \cdot 3 H_2O$	1.3	กรัม
KCl	0.5	กรัม
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.5	กรัม
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.01	กรัม
Bromocresol purple	0.05	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ปรับ pH = 8.0 ± 0.2 (หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว)

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Creatine Sucrose agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.15 อาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC)

ส่วนประกอบ

Glucose	10	กรัม
Peptone	5	กรัม
KH_2PO_4	1	กรัม
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.5	กรัม
Chloramphenicol	100	มิลลิกรัม
Dichloran (0.2% ในเอทานอล)	1	มิลลิลิตร
Rose bengal (5% ในน้ำ)	0.5	มิลลิลิตร
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran rose Bengal chloramphenicol agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดให้เข้ากัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย ฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่อเตรียมไว้แล้วยังไม่ใช้ทันที ให้เก็บไว้ในที่มืด เนื่องจากเมื่อสัมผัสกับแสง rose bengal จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราบางชนิดได้สูงโดยเฉพาะยีสต์ สามารถเก็บได้นานเป็นเดือนในที่มืด

1.16 อาหารเลี้ยงเชื้อ *Aspergillus flavus/A. parasiticus* selective medium (Oxoid)

ส่วนประกอบ

Peptone	10	กรัม
Yeast extract	20	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.5	กรัม
Dichloram	0.002	กรัม
Chloramphenical	0.1	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ปรับ pH 6.3 ± 0.2

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ *Aspergillus flavus/A. parasiticus* selective medium

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.16 อาหารเลี้ยงเชื้อ Czapek agar (CZ agar)

ส่วนประกอบ

ซูโครส	30	กรัม
NaNO ₃	3	กรัม
K ₂ HPO ₄	1	กรัม
KCl	0.5	กรัม
MgSO ₄ •7H ₂ O	0.5	กรัม
FeSO ₄ •7H ₂ O	0.01	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำ	1	ลิตร

วิธีการเตรียม Czapek agar (CZ agar)

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.17 อาหาร Malt Extract Yeast extract 20% Glucose (MY20G) Agar

ส่วนประกอบ

Malt extract	10	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Glucose	200	กรัม
วุ้น	10	กรัม
น้ำกลั่น	500	มิลลิลิตร

วิธีเตรียม Malt Extract Yeast extract 20% Glucose (MY20G) Agar

เติม malt extract, yeast extract และวุ้นลงในน้ำกลั่น 450 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย ปรับปริมาตรให้ได้ 500 กรัมด้วยน้ำกลั่น เติมกลูโคสขณะร้อนคนอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันกลูโคสโมโนไฮเดรตเกาะกันเป็นก้อน ถ้าเกาะกันเป็นก้อนนำไปให้ความร้อนสักครู่ ฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำ หรือต้มในหม้อน้ำเดือดนาน 30 นาที

1.18 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมกรด Glacial Acetic ความเข้มข้นร้อยละ 1

ส่วนประกอบ

Glucose	10	กรัม
Tryptone	1	กรัม
Yeast extract	1	กรัม
Glacial acetic	1	มิลลิลิตร
วุ้น	2	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

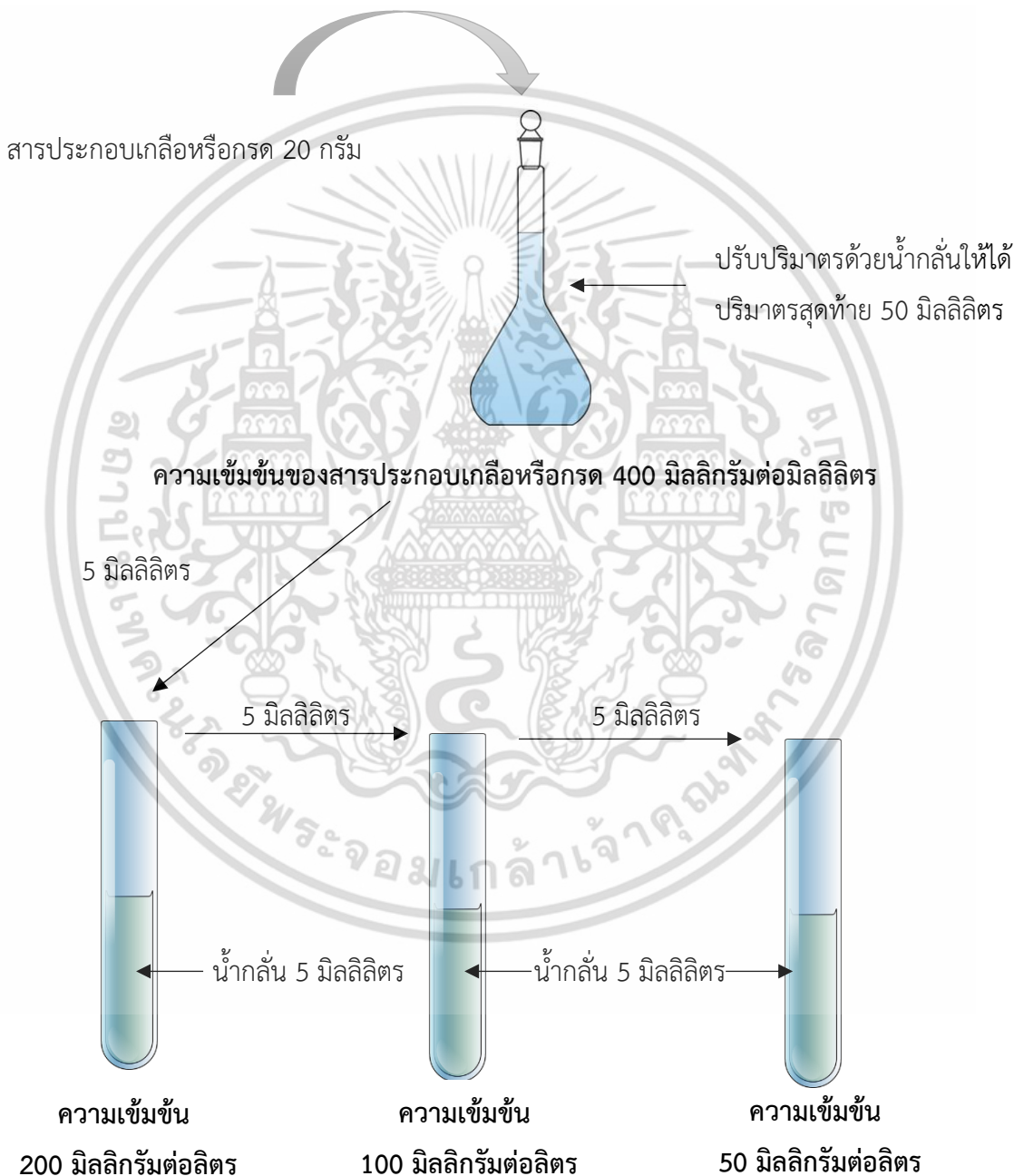
วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมกรด Glacial Acetic ความเข้มข้น 1%

ชั่ง glucose 10 กรัม tryptone 1 กรัม yeast extract 1 กรัม วุ้น 2 กรัม และน้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที ทิ้งให้เย็น จนมีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จึงเติมกรด glacial acetic 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

ภาคผนวก ข

1. วิธีการเตรียมสารประกอบเกลือและกรดสำหรับการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Minimum inhibitory concentration, MIC) โดยวิธี Agar dilution

1.1 เตรียม stock solution ของสารประกอบเกลือและกรดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ดังขั้นตอนต่อไปนี้



จากนั้นนำ stock solution ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มาผสมกับน้ำกลั่นและอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้ระดับความเข้มข้นที่ต้องการทดสอบดังตารางที่ ข.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 การเตรียมสารประกอบเกลือและกรดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Stock ของ สารประกอบเกลือ (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	ปริมาณของ สารประกอบเกลือ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรของ น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	ปริมาตรของ อาหารเลี้ยงเชื้อ (มิลลิลิตร)	ความเข้มข้น สุดท้าย (ร้อยละ)
50	0.04	0.86	19	0.010
	0.10	0.90	19	0.025
	0.20	0.80	19	0.050
	0.40	0.60	19	0.100
100	0.50	0.50	19	0.250
	1.00	0	19	0.500
200	1.00	0	19	1.000
400	1.00	0	19	2.000
	2.00	0	18	4.000
	4.00	0	16	8.000

2. สารเคมีที่ใช้ทดสอบ (reagents)

2.1 สารละลายกรดแลคติกผสม cotton blue หรือ aniline blue

ส่วนประกอบ

Cotton blue หรือ aniline blue 1 กรัม

DL-lactic acid ความเข้มข้นร้อยละ 85 1 ลิตร

2.2 Shear's mounting fluid

ส่วนประกอบ

Potassium acetate 3 กรัม

Glycerin 60 มิลลิลิตร

สารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 90 กรัม

น้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร DRBC

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
1	1	0	0	0	25 × 10 × 1/10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	8	0	0		
2	1	TNTC	18	3	47 × 10 × 1/10 ⁴	4.7 × 10 ⁶
	2	TNTC	47	5		
3	1	TNTC	17	ND	25 × 10 × 1/10 ⁴	< 2.5 × 10 ⁶ ESPC
	2	TNTC	13	ND		
4	1	TNTC	TNTC	189	(189 + 197)/2 × 10 × 1/10 ⁵	1.93 × 10 ⁸
	2	TNTC	TNTC	197		
5	1	TNTC	TNTC	223	(223+246)/2 × 10 × 1/10 ⁵	2.35 × 10 ⁸
	2	TNTC	TNTC	246		
6	1	165	37	2	165 + 147 + 37 + 28 0.1 × (2+(0.1×2))×10 ⁻³	1.71 × 10 ⁶
	2	147	28	1		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
7	1	TNTC	34	3	34.5 × 10 × 10 ⁻⁴	3.45 × 10 ⁶
	2	TNTC	35	2		
8	1	TNTC	64	2	66 × 10 × 10 ⁻⁴	6.6 × 10 ⁶
	2	TNTC	68	1		
9	1	TNTC	51	4	(42 + 57)/2 × 10 × 10 ⁴	4.5 × 10 ⁶
	2	TNTC	78	14		
10	1	TNTC	120	24	(120+134)/2 × 10 × 10 ⁴	1.27 × 10 ⁶
	2	TNTC	134	24		

ตารางที่ ค.2 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร APDA

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
1	1	1	0	0	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	0	0	0		
2	1	TNTC	19	10	25 × 10 × 10 ⁴	2.5 × 10 ⁶ ESPC
	2	TNTC	14	7		
3	1	TNTC	12	3	25 × 10 × 10 ⁴	< 2.5 × 10 ⁶ ESPC
	2	TNTC	13	4		
4	1	TNTC	TNTC	167	(167+210)/2 × 10 × 10 ⁵	1.89 × 10 ⁸
	2	TNTC	TNTC	210		
5	1	TNTC	TNTC	241	(241+221)/2 × 10 × 10 ⁵	2.31 × 10 ⁸
	2	TNTC	TNTC	221		
6	1	68	26	ND	$\frac{68 + 102 + 26 + 32}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-3}$	1.03 × 10 ⁶
	2	102	32	1		
7	1	136	26	3	$\frac{136 + 134 + 26 + 31}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-3}$	1.48 × 10 ⁶
	2	134	31	2		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
8	1	148	34	0	$\frac{148 + 163 + 34 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-3}}$	1.70 × 10 ⁶
	2	163	28	0		
9	1	TNTC	42	6	$(42 + 57) / 2 \times 10 \times 10^4$	4.5 × 10 ⁷
	2	TNTC	57	11		
10	1	TNTC	98	26	$\frac{98 + 75 + 26 + 29}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	1.03 × 10 ⁷
	2	TNTC	75	29		

ตารางที่ ค.3 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร MY50G

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU / g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
1	1	0	0	0	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	0	0	0		

ตารางที่ ค.4 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะละกอบนอาหาร MY20G

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-3}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-4}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-5}		
2	1	TNTC	TNTC	26	$26 \times 10 \times 10^5$	2.6×10^7
	2	TNTC	14	7		
3	1	TNTC	TNTC	94	$94 \times 10 \times 10^5$	9.4×10^7
	2	TNTC	TNTC	3		
4	1	TNTC	TNTC	167	$(167+210)/2 \times 10 \times 10^5$	1.89×10^8
	2	TNTC	TNTC	210		
5	1	TNTC	TNTC	241	$(241+221)/2 \times 10 \times 10^5$	2.31×10^8
	2	TNTC	TNTC	221		
6	1	98	24	0	$\frac{98 + 112 + 36}{0.1 \times (2+(0.1 \times 1)) \times 10^{-3}}$	1.17×10^6
	2	112	36	0		
7	1	108	24	0	$(108+121)/2 \times 10 \times 10^3$	1.14×10^6
	2	121	23	0		
8	1	120	40	1	$\frac{120 + 167 + 40 + 44}{0.1 \times (2+(0.1 \times 2)) \times 10^{-3}}$	1.69×10^7
	2	167	44	0		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
9	1	TNTC	47	0	(47+59)/2 × 10 × 10 ⁴	5.3 × 10 ⁷
	2	TNTC	59	2		
10	1	TNTC	45	7	(45+34)/2 × 10 × 10 ⁴	3.95 × 10 ⁶
	2	TNTC	34	6		

ตารางที่ ค.5 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในแครอทบนอาหาร DRBC

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
1	1	62	30	7	$\frac{62 + 144 + 30 + 35}{0.1 \times (2+(0.1 \times 2)) \times 10^{-3}}$	1.23 × 10 ⁶
	2	144	35	8		
2	1	TNTC	201	80	$\frac{201 + 220 + 80 + 90}{0.1 \times (2+(0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	1.78 × 10 ⁷
	2	TNTC	220	90		
3	1	TNTC	178	60	$\frac{178 + 169 + 60 + 68}{0.1 \times (2+(0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	2.16 × 10 ⁷
	2	TNTC	169	68		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g																																																															
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵																																																																	
4	1	TNTC	199	109	$\frac{199 + 185 + 109 + 98}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	2.24×10^7																																																															
	2	TNTC	185	98			5	1	TNTC	202	111	$\frac{202 + 204 + 111 + 154}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	3.05×10^7	2	TNTC	204	154	6	1	TNTC	148	11	$147.5 \times 10 \times 10^4$	1.48×10^6	2	TNTC	147	8	7	1	TNTC	165	15	$(165 + 143) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.54×10^7	2	TNTC	143	13	8	1	TNTC	137	10	$(137 + 121) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.29×10^7	2	TNTC	121	12	9	1	TNTC	120	14	$(120 + 108) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.14×10^7	2	TNTC	108	17	10	1	TNTC	160	24	$(160 + 224) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.92×10^7	2
5	1	TNTC	202	111	$\frac{202 + 204 + 111 + 154}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	3.05×10^7																																																															
	2	TNTC	204	154			6	1	TNTC	148	11	$147.5 \times 10 \times 10^4$	1.48×10^6	2	TNTC	147	8	7	1	TNTC	165	15	$(165 + 143) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.54×10^7	2	TNTC	143	13	8	1	TNTC	137	10	$(137 + 121) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.29×10^7	2	TNTC	121	12	9	1	TNTC	120	14	$(120 + 108) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.14×10^7	2	TNTC	108	17	10	1	TNTC	160	24	$(160 + 224) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.92×10^7	2	TNTC	224	22								
6	1	TNTC	148	11	$147.5 \times 10 \times 10^4$	1.48×10^6																																																															
	2	TNTC	147	8			7	1	TNTC	165	15	$(165 + 143) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.54×10^7	2	TNTC	143	13	8	1	TNTC	137	10	$(137 + 121) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.29×10^7	2	TNTC	121	12	9	1	TNTC	120	14	$(120 + 108) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.14×10^7	2	TNTC	108	17	10	1	TNTC	160	24	$(160 + 224) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.92×10^7	2	TNTC	224	22																			
7	1	TNTC	165	15	$(165 + 143) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.54×10^7																																																															
	2	TNTC	143	13			8	1	TNTC	137	10	$(137 + 121) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.29×10^7	2	TNTC	121	12	9	1	TNTC	120	14	$(120 + 108) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.14×10^7	2	TNTC	108	17	10	1	TNTC	160	24	$(160 + 224) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.92×10^7	2	TNTC	224	22																														
8	1	TNTC	137	10	$(137 + 121) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.29×10^7																																																															
	2	TNTC	121	12			9	1	TNTC	120	14	$(120 + 108) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.14×10^7	2	TNTC	108	17	10	1	TNTC	160	24	$(160 + 224) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.92×10^7	2	TNTC	224	22																																									
9	1	TNTC	120	14	$(120 + 108) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.14×10^7																																																															
	2	TNTC	108	17			10	1	TNTC	160	24	$(160 + 224) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.92×10^7	2	TNTC	224	22																																																				
10	1	TNTC	160	24	$(160 + 224) / 2 \times 10 \times 10^4$	1.92×10^7																																																															
	2	TNTC	224	22																																																																	

ตารางที่ ค.6 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในแครอทบนอาหาร APDA

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-3}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-4}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-5}		
1	1	26	0	0	$26.5 \times 10 \times 10^{-3}$	2.56×10^5
	2	27	0	0		
2	1	TNTC	100	30	$\frac{100 + 220 + 30 + 90}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	2.00×10^7
	2	TNTC	220	90		
3	1	TNTC	170	45	$\frac{170 + 192 + 45 + 63}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	2.14×10^7
	2	TNTC	192	63		
4	1	TNTC	165	71	$\frac{165 + 143 + 71 + 44}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	1.92×10^7
	2	TNTC	143	44		
5	1	TNTC	240	135	$\frac{240 + 210 + 135 + 118}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	3.20×10^7
	2	TNTC	210	118		
6	1	TNTC	95	43	$\frac{95 + 101 + 43}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1)) \times 10^{-4}}$	1.14×10^7
	2	TNTC	101	21		
7	1	TNTC	111	26	$\frac{111 + 112 + 26}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1)) \times 10^{-4}}$	1.19×10^7
	2	TNTC	112	15		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10^{-3}	ความเจือจางที่ 10^{-4}	ความเจือจางที่ 10^{-5}		
8	1	TNTC	108	31	$\frac{108 + 104 + 31 + 27}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	1.23×10^7
	2	TNTC	104	27		
9	1	TNTC	152	34	$\frac{159 + 129 + 34}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1)) \times 10^{-4}}$	1.53×10^7
	2	TNTC	129	20		
10	1	TNTC	178	31	$\frac{178 + 152 + 31 + 35}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	1.80×10^7
	2	TNTC	152	35		

ตารางที่ ค.7 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะเขือเทศบนอาหาร DRBC

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10^{-3}	ความเจือจางที่ 10^{-4}	ความเจือจางที่ 10^{-5}		
1	1	4	0	0	$25 \times 10 \times 10^3$	$< 2.5 \times 10^5$ ESPC
	2	1	0	0		
2	1	TNTC	205	21	$(205 + 253) / 2 \times 10 \times 10^4$	2.29×10^6
	2	TNTC	253	16		

ตัวอย่างที่	งานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g																																																																										
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵																																																																												
3	1	TNTC	247	25	$\frac{247 + 25 + 34}{0.1 \times (1 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.55 × 10 ⁷																																																																										
	2	TNTC	TNTC	34			4	1	TNTC	TNTC	73	$(73 + 108) / 2 \times 10 \times 10^5$	1.81 × 10 ⁸	2	TNTC	TNTC	108	5	1	TNTC	TNTC	105	$(105 + 113) / 2 \times 10 \times 10^5$	1.09 × 10 ⁸	2	TNTC	TNTC	113	6	1	TNTC	TNTC	37	$(37 + 48) / 2 \times 10 \times 10^5$	4.25 × 10 ⁷	2	TNTC	TNTC	48	7	1	TNTC	TNTC	30	$\frac{247 + 30 + 31}{0.1 \times (1 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.57 × 10 ⁷	2	TNTC	247	31	8	1	TNTC	142	22	$(142 + 127) / 2 \times 10 \times 10^4$		2	TNTC	127	21	9	1	TNTC	95	17	$\frac{95 + 75 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1))} \times 10^{-4}$	9.42 × 10 ⁶	2	TNTC	75	28	10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷	2
4	1	TNTC	TNTC	73	$(73 + 108) / 2 \times 10 \times 10^5$	1.81 × 10 ⁸																																																																										
	2	TNTC	TNTC	108			5	1	TNTC	TNTC	105	$(105 + 113) / 2 \times 10 \times 10^5$	1.09 × 10 ⁸	2	TNTC	TNTC	113	6	1	TNTC	TNTC	37	$(37 + 48) / 2 \times 10 \times 10^5$	4.25 × 10 ⁷	2	TNTC	TNTC	48	7	1	TNTC	TNTC	30	$\frac{247 + 30 + 31}{0.1 \times (1 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.57 × 10 ⁷	2	TNTC	247	31	8	1	TNTC	142	22	$(142 + 127) / 2 \times 10 \times 10^4$		2	TNTC	127	21	9	1	TNTC	95	17	$\frac{95 + 75 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1))} \times 10^{-4}$	9.42 × 10 ⁶	2	TNTC	75	28	10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷	2	TNTC	212	57								
5	1	TNTC	TNTC	105	$(105 + 113) / 2 \times 10 \times 10^5$	1.09 × 10 ⁸																																																																										
	2	TNTC	TNTC	113			6	1	TNTC	TNTC	37	$(37 + 48) / 2 \times 10 \times 10^5$	4.25 × 10 ⁷	2	TNTC	TNTC	48	7	1	TNTC	TNTC	30	$\frac{247 + 30 + 31}{0.1 \times (1 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.57 × 10 ⁷	2	TNTC	247	31	8	1	TNTC	142	22	$(142 + 127) / 2 \times 10 \times 10^4$		2	TNTC	127	21	9	1	TNTC	95	17	$\frac{95 + 75 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1))} \times 10^{-4}$	9.42 × 10 ⁶	2	TNTC	75	28	10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷	2	TNTC	212	57																			
6	1	TNTC	TNTC	37	$(37 + 48) / 2 \times 10 \times 10^5$	4.25 × 10 ⁷																																																																										
	2	TNTC	TNTC	48			7	1	TNTC	TNTC	30	$\frac{247 + 30 + 31}{0.1 \times (1 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.57 × 10 ⁷	2	TNTC	247	31	8	1	TNTC	142	22	$(142 + 127) / 2 \times 10 \times 10^4$		2	TNTC	127	21	9	1	TNTC	95	17	$\frac{95 + 75 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1))} \times 10^{-4}$	9.42 × 10 ⁶	2	TNTC	75	28	10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷	2	TNTC	212	57																														
7	1	TNTC	TNTC	30	$\frac{247 + 30 + 31}{0.1 \times (1 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.57 × 10 ⁷																																																																										
	2	TNTC	247	31			8	1	TNTC	142	22	$(142 + 127) / 2 \times 10 \times 10^4$		2	TNTC	127	21	9	1	TNTC	95	17	$\frac{95 + 75 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1))} \times 10^{-4}$	9.42 × 10 ⁶	2	TNTC	75	28	10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷	2	TNTC	212	57																																									
8	1	TNTC	142	22	$(142 + 127) / 2 \times 10 \times 10^4$																																																																											
	2	TNTC	127	21			9	1	TNTC	95	17	$\frac{95 + 75 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1))} \times 10^{-4}$	9.42 × 10 ⁶	2	TNTC	75	28	10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷	2	TNTC	212	57																																																				
9	1	TNTC	95	17	$\frac{95 + 75 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 1))} \times 10^{-4}$	9.42 × 10 ⁶																																																																										
	2	TNTC	75	28			10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷	2	TNTC	212	57																																																															
10	1	TNTC	233	43	$\frac{233 + 212 + 43 + 57}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.47 × 10 ⁷																																																																										
	2	TNTC	212	57																																																																												

ตารางที่ ค.8 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในมะเขือเทศบนอาหาร APDA

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-3}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-4}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-5}		
1	1	2	0	0	$25 \times 10 \times 10^{-3}$	$< 2.5 \times 10^5$ ESPC
	2	2	0	0		
2	1	TNTC	168	26	$\frac{168 + 183 + 26 + 25}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	1.83×10^7
	2	TNTC	183	25		
3	1	TNTC	TNTC	27	$(27 + 32) / 2 \times 10 \times 10^5$	2.95×10^7
	2	TNTC	TNTC	32		
4	1	TNTC	TNTC	80	$(80 + 91) / 2 \times 10 \times 10^5$	8.55×10^6
	2	TNTC	TNTC	91		
5	1	TNTC	TNTC	149	$(149 + 121) / 2 \times 10 \times 10^5$	1.35×10^8
	2	TNTC	TNTC	121		
6	1	TNTC	245	27	$\frac{245 + 231 + 27 + 29}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.42×10^7
	2	TNTC	231	29		
7	1	TNTC	217	31	$\frac{217 + 209 + 31 + 33}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	2.23×10^7
	2	TNTC	209	33		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
8	1	TNTC	198	15	(198+175)/2 × 10 × 10 ⁴	1.87 × 10 ⁷
	2	TNTC	175	16		
9	1	TNTC	89	8	(89+75)/2 × 10 × 10 ⁴	8.20 × 10 ⁶
	2	TNTC	75	7		
10	1	TNTC	110	3	(110+99)/2 × 10 × 10 ⁴	1.05 × 10 ⁷
	2	TNTC	99	11		

ตารางที่ ค.9 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร DRBC

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
1	1	TNTC	TNTC	TNTC	207 × 10 × 10 ⁵	2.07 × 10 ⁸
	2	TNTC	TNTC	207		
2	1	10	ND	ND	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	9	ND	ND		

ตัวอย่างที่	งานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
3	1	14	4	ND	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	12	1	ND		
4	1	TNTC	77	10	(77+100)/2 × 10 × 10 ⁴	1.7 × 10 ⁶
	2	TNTC	100	12		
5	1	TNTC	116	9	(116+123)/2 × 10 × 10 ⁴	1.20 × 10 ⁶
	2	TNTC	123	10		
6	1	75	1	0	(75+89)/2 × 10 × 10 ³	8.2 × 10 ⁵
	2	89	1	0		
7	1	112	19	7	(112+120)/2 × 10 × 10 ³	1.16 × 10 ⁵
	2	120	23	1		
8	1	TNTC	TNTC	27	$\frac{142 + 128 + 27 + 27}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	1.47 × 10 ⁷
	2	TNTC	TNTC	27		
9	1	65	3	0	(65+78)/2 × 10 × 10 ³	7.15 × 10 ⁵
	2	78	4	0		
10	1	TNTC	198	12	(198+222)/2 × 10 × 10 ³	2.10 × 10 ⁶
	2	TNTC	222	19		

ตารางที่ ค.10 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร APDA

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ระดับ ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
1	1	TNTC	TNTC	130	(130+100)/2 × 10 × 10 ⁵	2.15 × 10 ⁸
	2	TNTC	TNTC	100		
2	1	3	3	0	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	1	0	0		
3	1	7	5	0	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	1	0	0		
4	1	TNTC	75	11	(75+85)/2 × 10 × 10 ⁴	7.85 × 10 ⁶
	2	TNTC	85	12		
5	1	TNTC	107	21	(107+98)/2 × 10 × 10 ⁴	1.02 × 10 ⁶
	2	TNTC	98	20		
6	1	3	0	0	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	1	0	0		
7	1	10	0	0	25 × 10 × 10 ³	< 2.5 × 10 ⁵ ESPC
	2	15	0	0		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
8	1	TNTC	142	27	$\frac{142 + 128 + 27 + 27}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2))} \times 10^{-4}$	1.47×10^7
	2	TNTC	128	27		
9	1	65	3	0	$(65 + 78) / 2 \times 10 \times 10^3$	7.15×10^5
	2	78	4	0		
10	1	TNTC	89	9	$(89 + 101) / 2 \times 10 \times 10^4$	9.5×10^6
	2	TNTC	101	15		

ตารางที่ ค.11 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร MY50G

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการคำนวณ (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ	ระดับ	ระดับ		
		ความเจือจางที่ 10 ⁻³	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁴	ความเจือจางที่ 10 ⁻⁵		
1	1	0	0	0	$25 \times 10 \times 10^3$	$< 2.5 \times 10^5$ ESPC
	2	0	0	0		

ตารางที่ ค.12 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราในกล้วยบนอาหาร MY20G

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการทดลอง (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-3}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-4}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-5}		
2	1	10	0	0	$25 \times 10 \times 10^3$	$< 2.5 \times 10^5$ ESPC
	2	9	0	0		
3	1	4	2	0	$25 \times 10 \times 10^3$	$< 2.5 \times 10^5$ ESPC
	2	19	3	0		
4	1	TNTC	198	71	$\frac{198 + 209 + 71 + 74}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	2.51×10^7
	2	TNTC	209	74		
5	1	TNTC	212	86	$\frac{212 + 243 + 86 + 80}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	2.82×10^7
	2	TNTC	243	80		
6	1	24	0	0	$25 \times 10 \times 10^3$	$< 2.5 \times 10^5$ ESPC
	2	21	0	0		
7	1	25	0	0	$(25 + 29) / 2 \times 10 \times 10^3$	2.7×10^5
	2	29	0	0		
8	1	TNTC	175	37	$\frac{175 + 239 + 37 + 28}{0.1 \times (2 + (0.1 \times 2)) \times 10^{-4}}$	2.17×10^7
	2	TNTC	239	28		

ตัวอย่างที่	จานที่	จำนวนโคโลนี			วิธีการทดลอง (CFU/g)	CFU/g
		ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-3}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-4}	ระดับ ความเจือจางที่ 10^{-5}		
9	1	89	15	2	$(89+101)/2 \times 10 \times 10^3$	9.5×10^5
	2	101	17	0		
10	1	210	54	3	$\frac{210 + 189 + 54 + 45}{0.1 \times (2+(0.1 \times 2))} \times 10^{-3}$	2.26×10^6
	2	189	45	2		

ตารางที่ ค.13 ผลการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กหล่ำย และมะละกอ

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
1	B6D5	กหล่ำย	DRBC	✓		Sporangiospore	สร้าง Zygosporangium	สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ในถุงสปอร์แรงเจียรูบลูกแพร์ และมีอะโปไฟซิส (apophysis) ชัดเจน	MEA agar - โคลนีสีขาว	<i>Absidia</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2b,3a
2	C2A2	แครอท	APDA	✓		Sporangiospore	สร้าง Zygosporangium	สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ในถุงสปอร์แรงเจียรูบลูกแพร์ และมีอะโปไฟซิส (apophysis) ชัดเจน	MEA agar - โคลนีสีขาว	<i>Absidia</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2b,3a
3	C2A3	แครอท	APDA	✓		Sporangiospore	สร้าง Zygosporangium	สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ในถุงสปอร์แรงเจียรูบลูกแพร์ และมีอะโปไฟซิส (apophysis) ชัดเจน	MEA agar - โคลนีสีขาว	<i>Absidia</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2b,3a
4	C6A5	แครอท	APDA	✓		Sporangiospore	สร้าง Zygosporangium	สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ในถุงสปอร์แรงเจียรูบลูกแพร์ และมีอะโปไฟซิส (apophysis) ชัดเจน	MEA agar - โคลนีสีขาว	<i>Absidia</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2b,3a
5	P2D3	มะละกอ	DRBC	✓		Sporangiospore	สร้าง Zygosporangium	สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ในถุงสปอร์แรงเจียรูบลูกแพร์ และมีอะโปไฟซิส (apophysis) ชัดเจน	MEA agar - โคลนีสีขาว	<i>Absidia</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2b,3a

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
6	B4A4	กล้วย	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่ รูปร่าง กลมหรือวงรี	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก มีคอสั้นและมีขนาดเล็ก โคนิติโอฟอร์ เป็นแบบแตกแขนงเป็นแบบ quaterverticillate และมีผิวเรียบ	MEA agar - โคลินีสีน้าเงิน เขียวเป็นปุย คล้ายกำมะหยี่ ด้านหลังอาหาร มีสีเหลือง	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
7	B4A5	กล้วย	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
8	B5D4	กล้วย	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
9	B6D6	กล้วย	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่ รูปร่าง กลมหรือวงรี	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก มีคอสั้นและมีขนาดเล็ก โคนิติโอฟอร์ เป็นแบบแตกแขนงเป็นแบบ quaterverticillate และมีผิวเรียบ	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียวเป็นปุย คล้ายกำมะหยี่ ด้านหลังอาหาร มีสีเหลือง	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนัง	มีผนัง						
10	B6M5	กล้วย	MY20G		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
11	B7A7	กล้วย	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
12	C6A7	แครอท	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
13	C8D7	แครอท	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
14	P1A3	มะละกอ	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนัง	มีผนัง						
15	P2D2	มะละกอ	DRBC		✓	สร้างโคนินเดีย ต่อกันเป็นโซ่ รูปร่าง กลมหรือวงรี	-	โคนินเดียเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก มีคอสั้นและมีขนาดเล็ก โคนินดิโอฟอร์ เป็นแบบแตกแขนงเป็นแบบ quaterverticillate และมีผิวเรียบ	MEA agar - โคลินีสีน้าเงิน เขียวเป็นปุย คล้ายกำมะหยี่ ด้านหลังอาหาร มีสีเหลือง	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b Key <i>Penicillium</i> 1b,3b,4b,5b,9b, 11a,12b,14a
16	P2D4	มะละกอ	DRBC		✓	สร้างโคนินเดีย ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนินเดียเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
17	P2M3	มะละกอ	MY20G		✓	สร้างโคนินเดีย ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนินเดียเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
18	P6A6	มะละกอ	APDA		✓	สร้างโคนินเดีย ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนินเดียเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
19	P6A7	มะละกอ	APDA		✓	สร้างโคนินเดีย ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนินเดียเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนัง	มีผนัง						
20	P6D6	มะละกอ	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่ รูปร่าง กลมหรือวงรี	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ มีคอสั้นและมีขนาดเล็ก โคนิติโอฟอร์ เป็นแบบแตกแขนง เป็นแบบ quaterverticillate และมีผิวเรียบ	MEA agar - โคลินีสีน้าเงิน เขียวเป็นปุย คล้ายกำมะหยี่ ด้านหลังอาหาร มีสีเหลือง	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b Key <i>Penicillium</i> 1b,3b,4b,5b,9b, 11a,12b,14a
21	P8D7	มะละกอ	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้า เงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
22	T1D3	มะเขือ เทศ	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่ รูปร่าง กลมหรือวงรี	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ มีคอสั้นและมีขนาดเล็ก โคนิติโอฟอร์ เป็นแบบแตกแขนง เป็นแบบ quaterverticillate และมีผิวเรียบ	MEA agar - โคลินีสีน้าเงิน เขียวเป็นปุย คล้ายกำมะหยี่ ด้านหลังอาหาร มีสีเหลือง	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
23	T2D2	มะเขือ เทศ	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีน้าเงิน เขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนัง	มีผนัง						
24	T3D3	มะเขือเทศ	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
25	T6D6	มะเขือเทศ	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
26	T7A6	มะเขือเทศ	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
27	T7A7	มะเขือเทศ	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก และมีคอสั้น	MEA agar - โคลินีสีนน้ำเงินเขียว	<i>Penicillium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
28	B1A4	กล้วย	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนเดี่ยวแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเป็นเดี่ยว โคนเดี่ยวใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนเดี่ยวกลางเส้นใย	MEA agar - โคลินีสีนขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b
29	B3M4	กล้วย	MY20G		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนเดี่ยวแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเป็นเดี่ยว โคนเดี่ยวใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนเดี่ยวกลางเส้นใย	MEA agar - โคลินีสีนขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2a,4b,5b,6b,7b,9b

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
30	B5M5	กล้วย	DRBC		✓	สร้างโคนินเดียต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนินเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนินเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนินเดียกลางเส้นใย	MEA agar - โคโลนีสีขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromyces</i> 1b,2b,14b.15a,16b,17a
31	C2D3	แครอท	DRBC		✓	สร้างโคนินเดียต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนินเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนินเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนินเดียกลางเส้นใย	MEA agar - โคโลนีสีขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromyces</i> 1b,2b,14b.15a,16b,17a
32	C2D4	แครอท	DRBC		✓	สร้างโคนินเดียต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนินเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนินเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนินเดียกลางเส้นใย	MEA agar - โคโลนีสีขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromyces</i> 1b,2b,14b.15a,16b,17a
33	C2D5	แครอท	DRBC		✓	สร้างโคนินเดียต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนินเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนินเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนินเดียกลางเส้นใย	MEA agar - โคโลนีสีขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromyces</i> 1b,2b,14b.15a,16b,17a
34	C3D3	แครอท	DRBC		✓	สร้างโคนินเดียต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนินเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนินเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนินเดียกลางเส้นใย	MEA agar - โคโลนีสีขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromyces</i> 1b,2b,14b.15a,16b,17a
35	T2D3	มะเขือเทศ	DRBC		✓	สร้างโคนินเดียต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนินเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนินเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนินเดียกลางเส้นใย	MEA agar - โคโลนีสีขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromyces</i> 1b,2b,14b.15a,16b,17a

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
36	T3D2	มะเขือเทศ	DRBC		✓	สร้างโคนิเดียต่อกันเป็นโซ่	-	สร้างโคนิเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนิเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนิเดียกลางเส้นใย	MEA agar - โคนินีสีขาวเรียบ	<i>Geotrichum</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,14b,15a,16b,17a
37	P1D4	มะละกอ	DRBC		✓	พัฒนาโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic)	-	โคนิดีโอฟอร์ (conidiophores) แดกแขนงโดยรอบ ไม่โป่งพองที่ปลาย โคนิเดียต่อยาวเป็นนายโซ่ ผิวเรียบกลม เพียไลต์มีคอยาว	MEA agar - โคนินีสีน้ำตาลเหลืองคล้ายแป้ง	<i>Paecilomyces</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,3a,4b,5b,6b,7b,8b,9a
38	B2A5	กล้วย	APDA		✓	พัฒนาโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic)	-	โคนิดีโอฟอร์ (conidiophores) แดกแขนงโดยรอบ ไม่โป่งพองที่ปลาย โคนิเดียต่อยาวเป็นนายโซ่ ผิวเรียบกลม เพียไลต์มีคอยาว	MEA agar - โคนินีสีน้ำตาลเหลืองคล้ายแป้ง	<i>Paecilomyces</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,3a,4b,5b,6b,7b,8b,9a
39	B2A4	กล้วย	APDA		✓	พัฒนาโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic)	-	โคนิเดียรวมเป็นกลุ่มในสารเหนียว เพียไลต์ยาวรูปร่างคล้ายสว่าน ไม่อยู่เป็นกลุ่ม	MEA agar - โคนินีสีส้มฟูคล้ายกำมะหยี่	<i>Acremonium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,3a,10a
40	B2A3	กล้วย	APDA		✓	พัฒนาโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic)	-	โคนิเดียรวมเป็นกลุ่มในสารเหนียว เพียไลต์ยาวรูปร่างคล้ายสว่าน ไม่อยู่เป็นกลุ่ม	MEA agar - โคนินีสีส้มฟูคล้ายกำมะหยี่	<i>Acremonium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,3a,10a

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
41	B2M3	กล้วย	MY20G		✓	พัฒนาโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic)	-	โคนิเดียรวมเป็นกลุ่มในสารเหนียว เพียไลด์ยารูปร่างคล้ายสว่าน ไม่อยู่เป็นกลุ่ม	MEA agar - โคโลนีสีส้ม ฟูคล้าย กำมะหยี่	<i>Acremonium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,3a,10a
42	P4A5	มะละกอ	APDA		✓	พัฒนาโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic)	-	โคนิเดียรวมเป็นกลุ่มในสารเหนียว เพียไลด์ยารูปร่างคล้ายสว่าน ไม่อยู่เป็นกลุ่ม	MEA agar - โคโลนีสีส้ม ฟูคล้าย กำมะหยี่	<i>Acremonium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,3a,10a
43	B4D4	กล้วย	DRBC		✓	พัฒนาโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic)	-	โคนิเดียรวมเป็นกลุ่มในสารเหนียว เพียไลด์ยารูปร่างคล้ายสว่าน ไม่อยู่เป็นกลุ่ม	MEA agar - โคโลนีสีส้ม ฟูคล้าย กำมะหยี่	<i>Acremonium</i> spp.	Key <i>Deuteromycetes</i> 1b,2b,3a,10a
44	T6D5	มะเขือเทศ	DRBC	✓		สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ (sporangiospores)	-	สปอร์แรงเจีย (sporangia) และสปอร์แรงจีโอฟอร์ มีสีเข้ม ไม่ติดสี สปอร์แรงจีโอฟอร์ ส่วนใหญ่ไม่แตกแขนง สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม ไม่เจริญที่อุณหภูมิ 37° C ในสโตรนไม่พบคลาไมโดสปอร์	MEA agar - โคโลนีสีดำ	<i>Rhizopus</i> spp.	Key <i>Zygomycetes</i> 1b,2a

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
45	T6D7	มะเขือเทศ	DRBC	✓		สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ (sporangiospores)	-	สปอร์แรงเจีย (sporangia) และสปอร์แรงจีโอฟอร์ มีสีเข้ม ไม่ติดสี สปอร์แรงจีโอฟอร์ ส่วนใหญ่ไม่แตกแขนง สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม ไม่เจริญที่อุณหภูมิ 37° C ในสโตรนไม่พบคลาไมโดสปอร์	MEA agar - โคโลนีสีดำ	<i>Rhizopus</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2a
46	B7M7	กล้วย	MY20G	✓		สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ (sporangiospores)	-	สปอร์แรงเจีย (sporangia) และสปอร์แรงจีโอฟอร์ มีสีเข้ม ไม่ติดสี สปอร์แรงจีโอฟอร์ ส่วนใหญ่ไม่แตกแขนง สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม ไม่เจริญที่อุณหภูมิ 37° C ในสโตรนไม่พบคลาไมโดสปอร์	MEA agar - โคโลนีสีดำ	<i>Rhizopus</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2a
47	T7D5	มะเขือเทศ	DRBC	✓		สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ (sporangiospores)	-	สปอร์แรงเจีย (sporangia) และสปอร์แรงจีโอฟอร์ มีสีเข้ม ไม่ติดสี สปอร์แรงจีโอฟอร์ส่วนใหญ่ไม่แตกแขนง สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม	MEA agar - โคโลนีสีดำ	<i>Rhizopus</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2a

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
48	B8D7	กล้วย	DRBC	✓		สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ (sporangiospores)	-	สปอร์แรงเจีย (sporangia) และสปอร์แรงจีโอฟอร์มีสี่เหลี่ยมไม่ติดสี่เหลี่ยม สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม	MEA agar - โคโลนีสีดำ	<i>Rhizopus</i> spp.	Key Zygomycetes 1b,2a
49	T8A7	มะเขือเทศ	APDA	✓		สร้างสปอร์แรงจีโอสปอร์ (sporangiospores)	-	สปอร์แรงเจีย (sporangia) และสปอร์แรงจีโอฟอร์มีสี่เหลี่ยมไม่ติดสี่เหลี่ยม สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม ไม่เจริญที่อุณหภูมิ 37° C ในสโตรนไม่พบคลาไมโดสปอร์	MEA agar - โคโลนีสีดำ	<i>Rhizopus stolonifer</i>	Key Zygomycetes 1b,2a
50	T8D7	มะเขือเทศ	DRBC		✓	สร้างโคนิเดียต่อกันเป็นโซ่	-	โคนิเดียเกิดจากเพียไลด์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาสก์ (Flask shape) หรือหัวทอก (lanceolate) เพียไลด์มีคอสั้น โคนิดีโอฟอร์มีลักษณะโป่งพองที่ปลาย (Apical swelling)	MEA agar - โคโลนีสีเขียว	<i>Aspergillus</i> spp.	Key Deuteromyces 1b,2a,3a,4b,5b,6a

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนัง	มีผนัง						
51	P8A6	มะละกอ	APDA		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาस्क (Flask shape) หรือหัวทอก (lanceolate) เพียไลต์มีคอสั้น โคนิดิโอฟอร์มีลักษณะโป่งพองที่ปลาย (apical swelling) โคนิดิโอฟอร์ตีสของสี่เหลี่ยม (สี่น้ำเงิน) โคนิดิยลเซดมีสี่เหลี่ยมและน้ำเงิน และเป็นแบบ uniseriate และ biseriate โคนิดิยมีผิวเป็นหนาม	MEA agar - โคลนีสีเขียว มีลักษณะแฟร์ กระจาย ประมาณ 1.5 เซนติเมตร AFPA agar - สีของโคลน หลังอาหาร เลี้ยงเชื้อเป็นสี ส้ม	<i>Aspergillus flavus</i>	Key Deuteromyces 1b,2a,3a,4b,5b,6a Key Aspergillus 1b,8b,9b,12b,13a,14b,15a
52	C9D7	แครอท	DRBC		✓	สร้างโคนเดี่ยว ต่อกันเป็นโซ่	-	โคนเดี่ยวเกิดจากเพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลาस्क (Flask shape) หรือหัวทอก (lanceolate) เพียไลต์มีคอสั้น โคนิดิโอฟอร์มีลักษณะโป่งพองที่ปลาย (Apical swelling)	MEA agar - โคลนีสีเขียว	<i>Aspergillus spp.</i>	Key Deuteromyces 1b,2a,3a,4b,5b,6a

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การสร้างเส้นใย		การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ	การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ	คุณสมบัติที่ใช้จำแนก	ลักษณะบนอาหารแข็ง	สายพันธุ์	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
				ไม่มีผนังกัน	มีผนังกัน						
53	C7D7	แครอท	DRBC		✓	โคนเดี่ยว ไม่ได้เกิดจากเซลล์พิเศษซึ่งเป็นแบบลาสติก (blastic) เท่านั้น	-	โคนเดี่ยวแบบลาสติก (blastic) มีการเจริญแบบ nonsynchronous เกิดขึ้นเดี่ยว ๆ ไม่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีผนังกันตามขวางเท่านั้น ผนังเรียบ (โค้งเล็กน้อย)	MEA agar - โคลนีสีดำอมเขียว	<i>Culvuraria</i> spp.	Key Deuteromyces 1b,2b,14b,15b,18b,19b, 20b,22b,23b,24b,25a



ก)

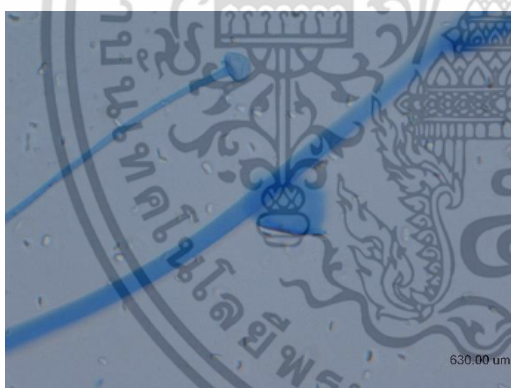


ข)

รูปที่ ค.1 ลักษณะของเชื้อรา *Culvuraria* spp.

ก) ลักษณะของเชื้อรา *Culvuraria* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเชื้อรามีโคนิเดียเป็นแบบบลาสติก (Blastic) มีการเจริญแบบ nonsynchronous เกิดขึ้นเดี่ยวๆ ไม่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีผนังกันตามขวางเท่านั้น ผนังเรียบ (โค้งเล็กน้อย)

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Culvuraria* spp. โคโลนีของเชื้อรามีสีด้าอมเขียวเมื่อเจริญบนอาหาร MEA



ก)



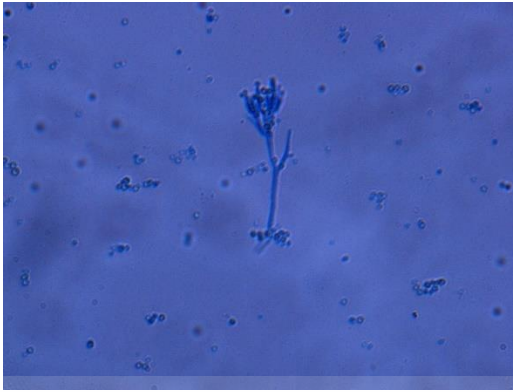
ข)

รูปที่ ค.2 ลักษณะของเชื้อรา *Absidia* spp.

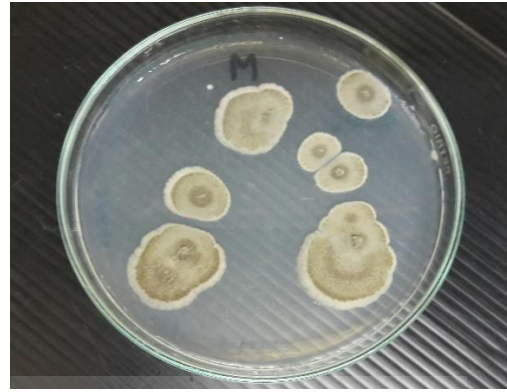
ก) ลักษณะของเชื้อรา *Absidia* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นใยไม่มีผนังกัน สร้าง sporangiospores อยู่ในถุง sporangia รูปลูกแพร์ มี apophysis ชัดเจน และ sporangiophore แตกแขนง

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Absidia* spp. โคโลนีมีสีขาวที่เจริญบนอาหาร MEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)



ข)

รูปที่ ค.3 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* spp.

ก) ลักษณะของเชื้อรา *Penicillium* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นใยมีผนังกัน โคนินเดีย เกิดจากเซลล์พิเศษคือ phialides ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปฟลอสก์ โดยเพียไลด์จะมีคอสน์

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Penicillium* spp. โคโลนีมีสีน้ำเงินเขียวบนอาหาร MEA



ก)



ข)

รูปที่ ค.4 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Geotrichum* spp.

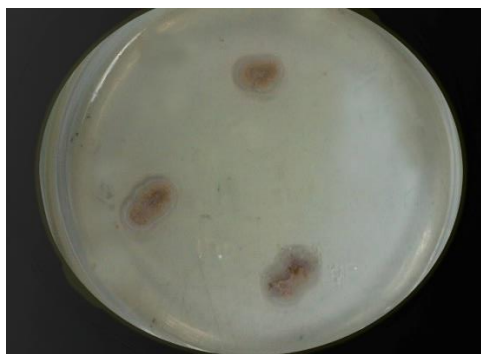
ก) ลักษณะของเชื้อรา *Geotrichum* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นใยมีผนังกัน สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศต่อกันเป็นโซ่ สร้างโคนินเดียแบบอาร์ทริก (arthric) อย่างเดียว โคนินเดียใส ผิวเรียบ ไม่มีโคนินเดียกลางเส้นใย

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Geotrichum* spp. โคโลนีสีขาวเรียบบนอาหาร MEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)



ข)

รูปที่ ค.5 ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Paecilomyces* spp.

ก) ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Paecilomyces* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะการสร้างเส้นใยแบบมีผนังกัน มีการสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศพัฒนาแบบโคนิเดียแบบเพียลิดิก (phialidic) โคนิดิโอฟอร์ (conidiophores) แตกแขนงโดยรอบ ไม่โป่งพองที่ปลาย โคนิเดียต่อเป็นสายยาวเป็นสายโซ่ ผิวเรียบ กลม เพียไลต์มีคยาว

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Paecilomyces* spp. โดยโคโลนีมีสีน้ำตาลเหลือง คล้ายแป้งบนอาหาร MEA



ก)

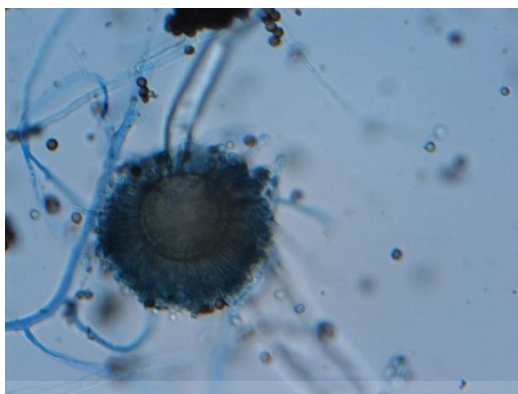


ข)

รูปที่ ค.6 ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Acremonium* spp.

ก) ลักษณะของเชื้อรา *Acremonium* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นใยมีผนังกัน การสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศเป็นแบบเพียลิดิก (phialidic) โคนิเดียรวมเป็นกลุ่มในสารเหนียว เพียไลต์ยาวรูปร่างคล้ายสว่านและไม่อยู่เป็นกลุ่ม

ข) ลักษณะของเชื้อรา *Acremonium* spp. โคโลนีสีส้มฟูคล้ายกำมะหยี่บนอาหาร MEA



ก)



ข)

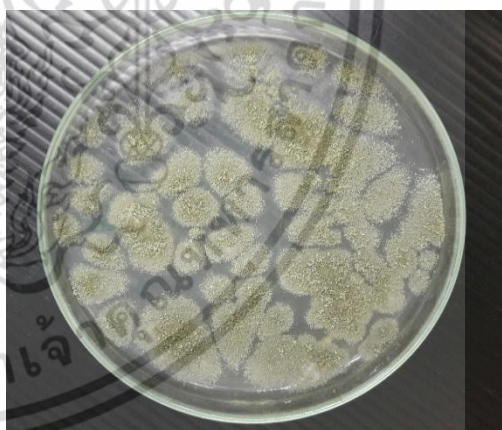
รูปที่ ค.7 ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Rhizopus* spp.

ก) ลักษณะของเชื้อรา *Rhizopus* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นใยไม่มีผนังกัน สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศเป็น sporangiospores โดย sporangia และ sporangiospores มีสีเข้ม (ไม่ติดสี) sporangiophores ส่วนใหญ่ไม่แตกแขนง สปอร์มีผิวขรุขระและเป็นวงกลม

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Rhizopus* spp. โคโลนีสีดำบนอาหาร MEA



ก)



ข)

รูปที่ ค.8 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus* spp.

ก) ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะการสร้างเส้นใยเป็นแบบมีผนังกัน สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศโดยสร้างโคนิเดียต่อกันเป็นโซ่ โคนิเดียเกิดจากเซลล์พิเศษ เพียไลต์ (phialides) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพลาสติก (Flask shape) หรือหัวดอก (lanceolate) เพียไลต์มีคอสั้น โคนิดีโอฟอร์มีลักษณะโป่งพองที่ปลาย (Apical swelling)

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ซึ่งโคโลนีสีเขียวบนอาหาร MEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.14 ผลการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการตรวจสอบทางสรีรวิทยาของเชื้อยีสต์ที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กัลฉ่าย และมะละกอ

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การเกิดตะกอนเซลล์	การเกิดฝ้า	การเกิดขบ	การสืบพันธุ์		ลักษณะโคโลนี	การสร้าง mycelium	การศึกษาการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	การเจริญบนอาหารที่มีน้ำตาลสูง	การเจริญที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	การเจริญใน 1 % acetic	เชื้อที่คาดว่าจะ เป็น	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
							Budding	Binary								
1	P3D3	มะละกอ	DRBC	เกิด	เกิด	เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีขาว ผิวหน้าแห้ง	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	+	+	-	<i>Trichosporon mucoides</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14b,41B,43B,46B,50B,51B
2	T2A4	มะเขือเทศ	APDA	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีชมพู ผิวหน้ามัน	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	+	-	-	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	1D,2C,8A,9B,11B,12B,14B,41B,43B,46A,47B,48B
3	T7D5	มะเขือเทศ	DRBC	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีชมพู ผิวหน้ามัน	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	+	-	-	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	1D,2C,8A,9B,11B,12B,14B,41B,43B,46A,47B,48B
4	C9D7	แครอท	DRBC	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีขาว ผิวหน้าแห้ง	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	-	+	+	<i>Trichosporon asahii</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14b,41B,43B,46B,50B,51B

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การเกิดตะกอนเซลล์	การเกิดฝ้า	การเกิดวงขอบ	การสืบพันธุ์		ลักษณะโคโคโคนี	การสร้าง mycelium	การศึกษาการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	การเจริญบนอาหารที่มีน้ำตาลสูง	การเจริญที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	การเจริญใน 1 % acetic	เชื้อที่คาดว่าจะ เป็น	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
							Budding	Binary								
5	C1A3	แครอท	APDA	เกิด	เกิด	เกิด	✓		มีโคโคโคนี ลักษณะกลม สีชมพู ผิวหน้ามัน	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	+	-	-	<i>Candida famata</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14B,41B,43B,46B,50C,52B,53B
6	B1A5	กล้วย	APDA	เกิด	เกิด	เกิด	✓		มีโคโคโคนี ลักษณะกลม สีขาว ผิวหน้ามัน	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	-	+	+	<i>Candida ciferrii</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14B,41B,43B,46B,50C,52B,53B
7	B1D3	กล้วย	DRBC	เกิด	เกิด	เกิด	✓		มีโคโคโคนี ลักษณะกลม จุดตรงกลาง เป็นสีขาว รอบๆ สีเหลือง ผิวหน้าแห้ง	สร้าง pseudo-mycelium	ไม่สร้าง	+	+	-	<i>Cryptococcus humicola</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14B,41B,43B,46B,50C,52B,53A
8	C1A4	แครอท	APDA	เกิด	เกิด	เกิด	✓		มีโคโคโคนี ลักษณะรูปรี สีขาวและมีขอบสีเทา	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	+	+	-	<i>Rhodotorula minuta</i>	1D,2C,8A,9B,11B,12B,14B,41B,43B,46A,47B,48B

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การเกิดตะกอนเซลล์	การเกิดฝ้า	การเกิดขบ	การสืบพันธุ์		ลักษณะโคโลนี	การสร้าง mycelium	การศึกษาการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	การเจริญบนอาหารที่มีน้ำตาลสูง	การเจริญที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	การเจริญใน 1 % acetic	เชื้อที่คาดว่าจะ เป็น	เกณฑ์ในการจัดจำแนก
							Budding	Binary								
9	T7D4	มะเขือเทศ	DRBC	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีขาว ผิวหน้ำมัน	สร้าง True-mycelium	ไม่สร้าง	+	+	-	<i>Candida guilliermondii</i>	1C,2C,8B,11B,12B,14B,41B,43B,46B,50C,52B,53B
10	C1D3	แครอท	DRBC	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีขาว ผิวหน้ำมัน	สร้าง pseudo-mycelium	ไม่สร้าง	+	-	-	<i>Candida lusitanae</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14B,41B,43B,46B,50C,52B,53B
11	T2D3	มะเขือเทศ	DRBC	เกิด	เกิด	เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีขาว ผิวหนาแห้ง	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	+	+	-	<i>Cryptococcus laurentii</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14B,41B,43B,46B,50C,52B,53A
12	B1A6	กล้วย	APDA	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	✓		มีโคโลนีลักษณะกลมสีขาว ผิวหน้ำมัน	สร้าง True-mycelium	ไม่สร้าง	+	-	-	<i>Candida parapsilosis</i>	1D,2C,8B,11B,12B,14B,41B,43B,46B,50C,52B,53B

หมายเหตุ : + คือ สามารถเจริญได้, - คือ ไม่สามารถเจริญได้

ตารางที่ ค.15 การหมักสารประกอบคาร์บอนของเชื้อยีสต์ที่แยกได้จากแครอท มะเขือเทศ กล่ำย และมะละกอ

ลำดับ	รหัส	แหล่ง	อาหาร	การหมักสารประกอบคาร์บอน				
				น้ำตาลกลูโคส	น้ำตาลกาแลคโตส	น้ำตาลแลคโตส	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลมอลโตส
1	P3D3	มะละกอ	DRBC	+	-	+vw	-	+w
2	T2A4	มะเขือเทศ	APDA	+w	-	-	-	-
3	T7D5	มะเขือเทศ	DRBC	+w	-	-	-	+w
4	C9D7	แครอท	DRBC	+w	-	+vw	+vw	+w
5	C1A3	แครอท	APDA	+w	+w	+vw	-	-
6	B1A5	กล่ำย	APDA	+	+w	-	+w	-
7	B1D3	กล่ำย	DRBC	+w	+w	-	-	-
8	C1A4	แครอท	APDA	+vw	+w	-	+	+
9	T7D4	มะเขือเทศ	DRBC	+w	+w	-	-	-
10	C1D3	แครอท	DRBC	+w	+w	-	-	+w
11	T2D3	มะเขือเทศ	DRBC	+	-	+w	-	+w
12	B1A6	กล่ำย	APDA	+w	+w	-	-	-

หมายเหตุ : + คือ เกิดแก๊สเต็มหลอดภายใน 3 วัน, - คือ ไม่เกิดแก๊สเลย, +w คือ บ่ม 2 สัปดาห์เกิดแก๊สไม่เต็มหลอด, +vw คือ บ่ม 2 สัปดาห์เกิดแก๊สเพียง 1 ฟอง

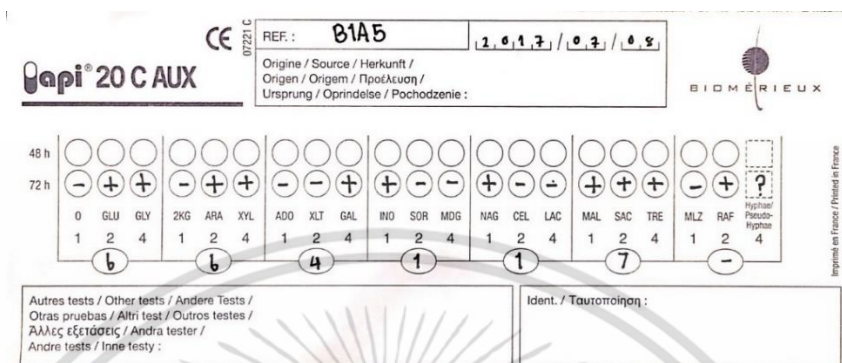
ตารางที่ ค.16 องค์ประกอบของ API 20 C AUX strip และผลการทดสอบ

หลอดที่	อักษรย่อ	ชนิดของสารประกอบในหลอด (cupules) แต่ละหลอด	รหัสไอโซเลตของเชื้อยีสต์													
			B1A5	B1A6	B1D3	C1A3	C1A4	C1D3	C9D7	P3D3	T2A4	T2D3	T7D4	T7D5		
0	0	None	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	GLU	D-glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	GLY	Glycerol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
3	2 KG	Calcium 2-keto-gluconate	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
4	ARA	L-arabinose	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
5	XYL	D-xylose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	ADO	Adonitol	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	XLT	Xylitol	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
8	GAL	D-galactose	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
9	INO	Inositol	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
10	SOR	D-sorbitol	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+
11	MDG	Methyl- α -D-glucopyranoside	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-
12	NAG	N-acetyl-glucosamine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
13	CEL	D-cellobiose	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-
14	LAC	D-lactose (bovine origin)	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-
15	MAL	D-maltose	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	SAC	D-saccharose (sucrose)	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
17	TRE	D-trehalose	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
18	MLZ	D-melezitose	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
19	RAF	D-raffinose	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อยีสต์ใน cupules, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อยีสต์ใน cupule



ก



ข

API 20 C AUX V5.0

Strip	API 20 C AUX V5.0			
Profile	- + + + - + - + - + - + - + - + - + - + - ?			
Note				
Significant taxa	% ID	T	Tests against	
<i>Candida ciferrii</i>	99.9	0.61	2KG	80%
Next taxon	% ID	T	Tests against	
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> 2	0.1	0.0	INO 0% NAG 0% MLZ 86%	

ค

รูปที่ ค.9 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส B1A5 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ B1A5 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ B1A5 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส B1A5 คือเชื้อ *Candida ciferrii* ร้อยละ 99.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก

REF: **B1A6** 2017 / 07 / 08

Origine / Source / Herkunft / Origen / Προέλευση / Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie :

07231 C

API 20 C AUX

BIDMERIEUX

48 h

72 h

0	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	Hyp/par/Pseudo-Hyphae
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4

Autres tests / Other tests / Andere Tests / Outras pruebas / Altri test / Outros testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση :

ข

API 20 C AUX V5.0

ACCEPTABLE IDENTIFICATION

Strip	API 20 C AUX V5.0		
Profile	6 5 4 2 1 3 5		
Note			

Significant taxa	% ID	T	Tests against			
<i>Candida parapsilosis</i>	89.6	0.35	ARA 89%	ADO 93%	MDG 89%	TRE 93%

Next taxon	% ID	T	Tests against		
<i>Candida lusitanae</i>	6.9	0.28	ADO 95%	CEL 80%	TRE 100%

ค

รูปที่ ค.10 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส B1A6 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ B1A6 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ B1A6 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส B1A6 คือเชื้อ *Candida parapsilosis* ร้อยละ 89.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก

API 20 C AUX REF: B1D3 1,0,1,3 / 0,3 / 0,8

Origine / Source / Herkunft / Origen / Origen / Προέλευση / Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie: BIOMERIEUX

48 h
72 h

+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
0	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4

Autres tests / Other tests / Andere Tests / Otras pruebas / Altri test / Outros testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy: Ident. / Ταυτοποίηση:

ข

API 20 C AUX V5.0

-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
O	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	H/PH*

LOW DISCRIMINATION

Strip	API 20 C AUX V5.0	
Profile	6 7 5 7 7 7 7	
Note		

Significant taxa	% ID	T	Tests against			
<i>Cryptococcus humicola</i>	79.9	0.92				
<i>Trichosporon mucoides</i>	19.5	0.93				

Next taxon	% ID	T	Tests against			
<i>Cryptococcus laurentii</i>	0.4	0.64	GLY 6%	XLT 76%	HYPH 25%	

Complementary test(s)	ESC (HYD.)
<i>Cryptococcus humicola</i>	20%
<i>Trichosporon mucoides</i>	+

ค

รูปที่ ค.11 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส B1D3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ B1D3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ B1D3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส B1D3 คือเชื้อ *Cryptococcus humicola* ร้อยละ 79.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก

API 20 C AUX V5.0 REF.: C1A3 1 0 1 3 / 0 3 / 0 3

Origne / Source / Herkunft / Origen / Origen / Προέλευση / Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie:

48 h 72 h

0	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	H/PH*
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	?
	6		5		7		6		7		7		7		7		7		7	

Autres tests / Other tests / Andere Tests / Otras pruebas / Altri test / Outras testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση :

ข

API 20 C AUX V5.0

1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	?
0	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	H/PH*	
	6		5		7		6		7		7		7		7		7		7		

VERY GOOD IDENTIFICATION

Strip	API 20 C AUX V5.0	
Profile	- + + + - + + + - + + + + + + + + + ?	
Note	POSSIBILITY OF <i>Candida tropicalis</i>	

Significant taxa	% ID	T	Tests against
<i>Candida famata</i>	99.0	0.73	RAF 75%
Next taxon	% ID	T	Tests against
<i>Candida lusitanae</i>	0.7	0.37	XLT 20% LAC 1%

Complementary test(s)	ESC (HYD.)
<i>Candida famata</i>	65%
<i>Candida tropicalis</i>	0%

ค

รูปที่ ค.12 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส C1A3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ C1A3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ C1A3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส C1A3 คือเชื้อ *Candida famata* ร้อยละ 99.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก

API 20 C AUX

REF: C1A4 2, 0, 1, 3 / 0, 3 / 1, 8

Origine / Source / Herkunft /
Origen / Origen / Προέλευση /
Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie :

48 h 72 h

0	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	H/PH*			
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
6			7			0			0			1			4			1					

Autres tests / Other tests / Andere Tests /
Otras pruebas / Altri test / Outros testes /
Άλλες εξετάσεις / Άλλα tester /
Andre tests / Imne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση :

ข

API 20 C AUX V5.0

EXCELLENT IDENTIFICATION

Strip	API 20 C AUX V5.0		
Profile	6 7 0 0 1 4 1		
Note	Rhodotorula: RED, PINK OR ORANGE PIGMENT		

Significant taxa	% ID	T	Tests against			
Rhodotorula minuta	99.9	0.77	SAC	95%		

Next taxon	% ID	T	Tests against							
Cryptococcus uniguttulatus	0.1	0.0	GLY	3%	INO	99%	MDG	99%	MAL	100%
			SAC	100%						

ค

รูปที่ ค.13 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส C1A4 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ C1A4 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

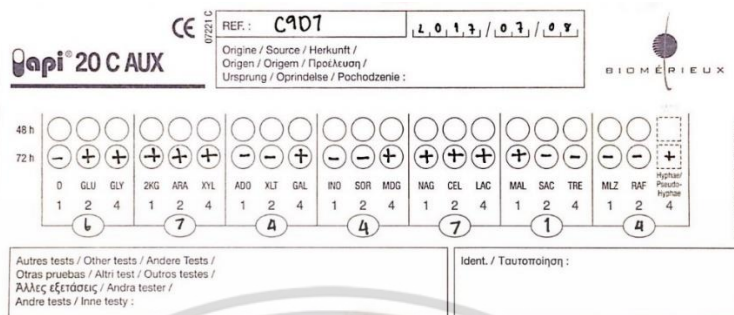
ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ C1A4 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส C1A4 คือเชื้อ *Rhodotorula minuta* ร้อยละ 99.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก



ข

API 20 C AUX V5.0

VERY GOOD IDENTIFICATION	
Strip	API 20 C AUX V5.0
Profile	6 7 4 4 7 1 4
Note	

Significant taxa	% ID	T	Tests against			
<i>Trichosporon asahii</i>	99.9	0.6	GLY	20%	SAC	98%

Next taxon	% ID	T	Tests against			
<i>Trichosporon mucoides</i>	0.1	0.0	INO	92%	SOR	78%
			MLZ	82%	RAF	99%

ค

รูปที่ ค.15 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส C9D7 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ C9D7 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ C9D7 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส C9D7 คือเชื้อ *Trichosporon asahii* ร้อยละ 99.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก

API 20 C AUX REF: P3D3 2, 0, 1, 1, 1 / 0, 1, 1 / 0, 1, 1

Origin / Source / Herkunft / Origen / Origen / Προέλευση / Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie : BIOMERIEUX

48 h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
72 h	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+		
	0	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	Hyphae/ Pseudo-Hyphae
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4

Autres tests / Other tests / Andere Tests / Otras pruebas / Altri test / Outros testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy : Ident. / Ταυτοποίηση :

ข

API 20 C AUX V5.0

-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+		
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	H/PH*

DOUBTFUL PROFILE

Strip	API 20 C AUX V5.0		
Profile	6 7 5 5 7 1 6		
Note			

Significant taxa	% ID	T	Tests against
<i>Trichosporon mucoides</i>	95.7	0.31	SOR 78% SAC 100% TRE 78% MLZ 82%

Next taxon	% ID	T	Tests against
<i>Cryptococcus humicola</i>	3.1	0.0	SOR 95% SAC 99% TRE 99% MLZ 95%

ค

รูปที่ ค.16 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส P3D3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ P3D3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

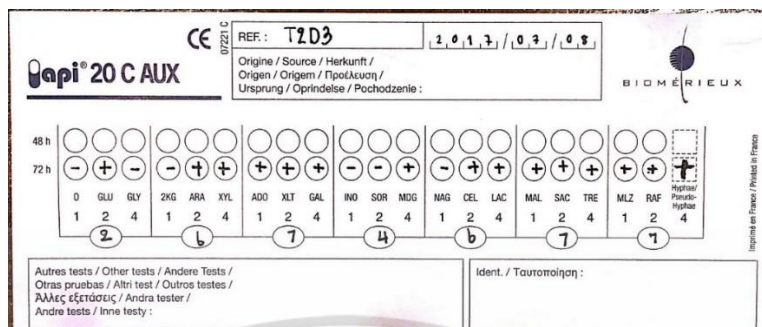
ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ P3D3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส P3D3 คือเชื้อ *Trichosporon mucoides* ร้อยละ 95.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก



ข

API 20 C AUX V5.0

LOW DISCRIMINATION	
Strip	API 20 C AUX V5.0
Profile	2 6 7 4 6 7 7
Note	

Significant taxa	% ID	T	Tests against
<i>Cryptococcus laurentii</i>	94.3	0.46	2KG 92% INO 84% NAG 92% HYPH 25%
<i>Trichosporon mucoides</i>	5.6	0.27	2KG 99% INO 92% SOR 78% NAG 94%

Next taxon	% ID	T	Tests against
<i>Cryptococcus humicola</i>	0.1	0.0	GLY 82% 2KG 100% INO 100% SOR 95% NAG 100%

Complementary test(s)	ACTIDION.R	dILACTATEa
<i>Cryptococcus laurentii</i>	20%	24%
<i>Trichosporon mucoides</i>	100%	100%

ค

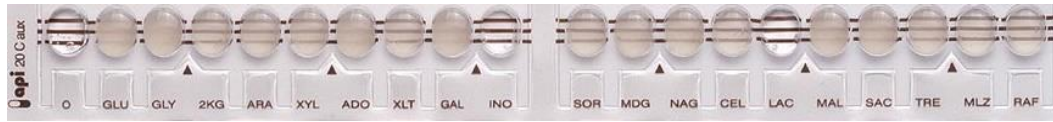
รูปที่ ค.18 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส T2D3 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ T2D3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ T2D3 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส T2D3 คือเชื้อ *Cryptococcus laurentii* ร้อยละ 94.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก

API 20 C AUX REF.: T7D4 1, 0, 1, 7 / 0, 7 / 0, 7

Origine / Source / Herkunft /
 Origen / Origen / Πρωτολευση /
 Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie :

48 h
 72 h

0	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAF	HYPH Pseudo-Hyphae			
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4			
b										7			b			3			7			7	

Autres tests / Other tests / Andere Tests /
 Otras pruebas / Altri test / Outros testes /
 Άλλες εξετάσεις / Andra tester /
 Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση :

ข

API 20 C AUX V5.0

Strip	API 20 C AUX V5.0
Profile	6 7 7 6 3 7 7
Note	

Significant taxa	% ID	T	Tests against
<i>Candida guilliermondii</i>	99.7	0.99	
Next taxon	% ID	T	Tests against
<i>Candida famata</i>	0.2	0.61	HYPH 1%

ค

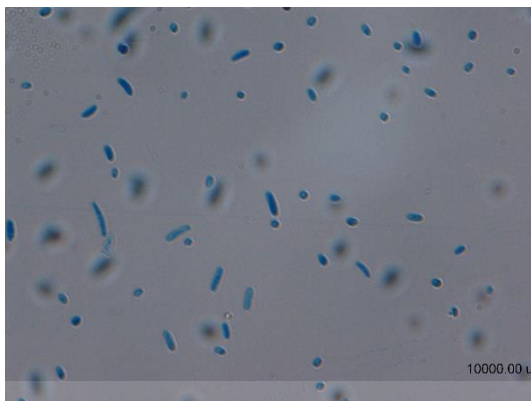
รูปที่ ค.19 ผลการทดสอบเชื้อยีสต์รหัส T7D4 ด้วยชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0

ก) ผลการทดสอบเชื้อยีสต์ T7D4 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ข) แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบเชื้อยีสต์ T7D4 ที่ถ่ายเชื้อลงในชุดทดสอบ API 20 C AUX V5.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ค) การแปลผลโดยใช้โปรแกรม apiweb พบว่าเชื้อยีสต์ที่ทดสอบรหัส T7D4 คือเชื้อ *Candida guilliermondii* ร้อยละ 99.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)



ข)

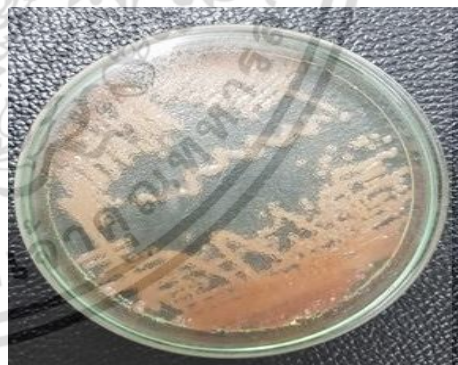
รูปที่ ค.21 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Trichosporon mucooides*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Trichosporon mucooides* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Trichosporon mucooides* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวและผิวหน้าแห้ง



ก)



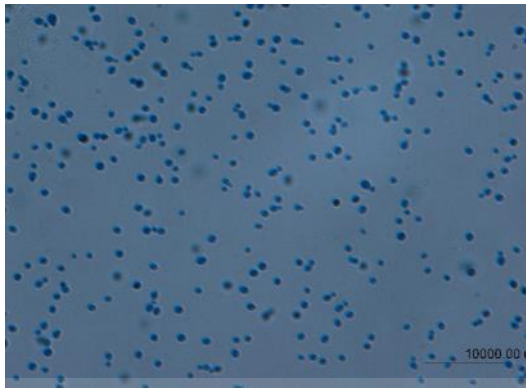
ข)

รูปที่ ค.22 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosus*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosus* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosus* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีชมพูและผิวหน้ามัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)



ข)

รูปที่ ค.23 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosa*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosa* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula mucilaginosa* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีชมพูและผิวหน้ำมัน



ก)



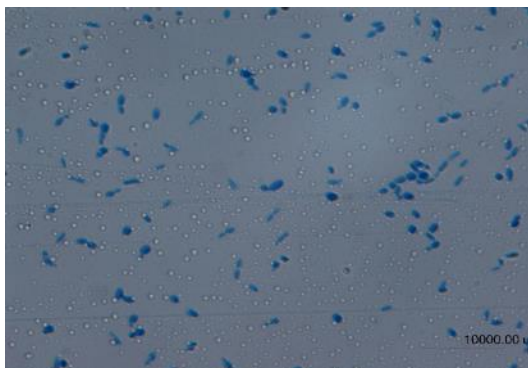
ข)

รูปที่ ค.24 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Trichosporon asahii* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวและผิวหน้าแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)



ข)

รูปที่ ค.25 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida famata*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida famata* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Candida famata* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีชมพูและผิวหน้ำมัน



ก)

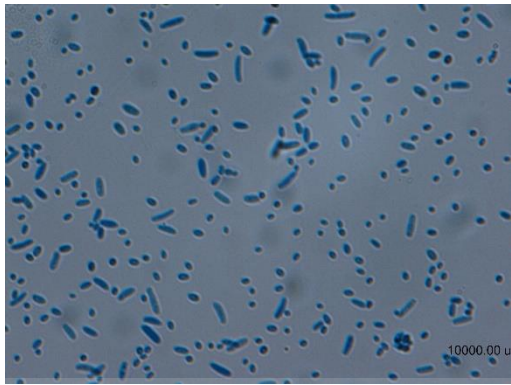


ข)

รูปที่ ค.26 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida ciferrii*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida ciferrii* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Candida ciferrii* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวและผิวหน้ำมัน



ก)



ข)

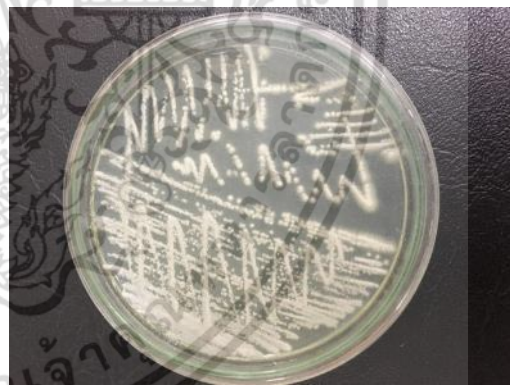
รูปที่ ค.27 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Cyptococcus humicola*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Cyptococcus humicola* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Cyptococcus humicola* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวขุ่น มีจุดตรงกลางสีขาวรอบๆเป็นสีเหลือง ผิวหน้าแห้ง



ก)

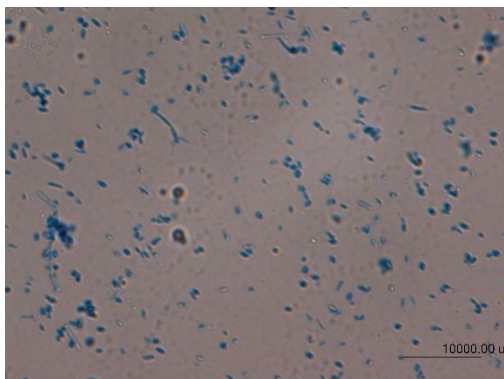


ข)

รูปที่ ค.28 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula minuta*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula minuta* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่สร้าง mycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Rhodotorula minuta* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีมีสีขาวขุ่นด้านในวงเป็นสีขาวและมีขอบสีเทา



ก)



ข)

รูปที่ ค.29 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida guilliermondii*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida guilliermondii* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และมีการสร้าง mycelium แบบ Truemycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Candida guilliermondii* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวและมีผิวหน้ำมัน



ก)

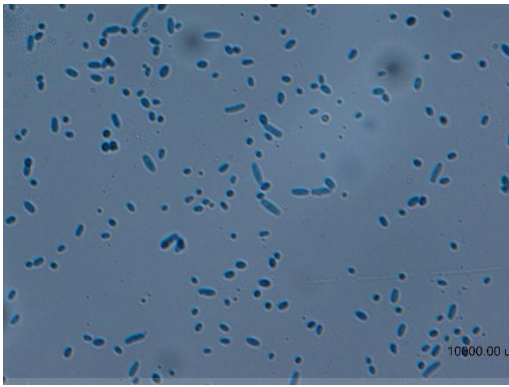


ข)

รูปที่ ค.30 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida lusitanae*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida lusitanae* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และมีการสร้าง mycelium แบบ pseudomycelium

ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อยีสต์ *Candida lusitanae* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวและผิวหน้าแห้ง



ก)

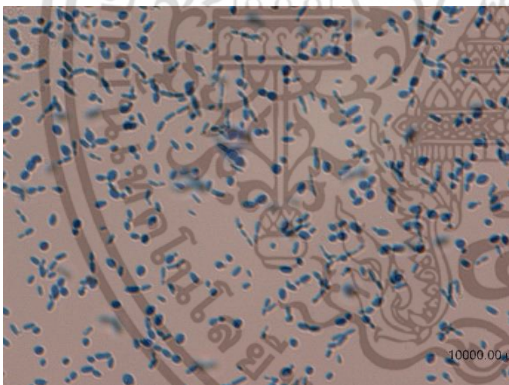


ข)

รูปที่ ค.31 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Cryptococcus laurentii*

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Cryptococcus laurentii* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และไม่มีการสร้าง mycelium

ข) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Cryptococcus laurentii* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวและผิวหน้าแห้ง



ก)



ข)

รูปที่ ค.32 ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida* spp. (*Candida parapsilosis*)

ก) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida parapsilosis* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (budding) ไม่มีการสร้าง ascospore และมีการสร้าง mycelium แบบ Truemycelium

ข) ลักษณะของเชื้อยีสต์ *Candida parapsilosis* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีโคโลนีสีขาวและผิวหน้ามัน

ตารางที่ ค.17 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

หมายเหตุ : + คือมีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.18 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโซเดียมเบนโซเอต																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : + คือมีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.19 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือของเกลือโพแทสเซียมอะซิเตดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโพแทสเซียมอะซิเตด																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-			
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			

หมายเหตุ : + คือมีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.20 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์																																			
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : + คือมีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.21 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.22 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแอสคอร์บิกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นกรดแอสคอร์บิก																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชิ้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.24 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดซิตริกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นกรดซิตริก																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.25 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของกรดทาร์ทาริกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นกรดทาร์ทาริก																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>A. terreus</i> TISTR 3109		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. niger</i> TISTR 3245		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N
<i>A. versicolor</i> TISTR 3460		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. alternata</i> TISTR 3282		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Culvuraria</i> spp. C7D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>P. citrinum</i> TISTR 3437		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>P. chrysogenum</i> P2D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>R. stolonifer</i> TISTR 3144		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. stolonifer</i> T6D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. candidum</i> TISTR 3442		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N
<i>A. flavus</i> TISTR 3041		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>A. flavus</i> P8A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> TISTR 3276		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>A. ochraceus</i> TISTR 3557		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>F. moniliforme</i> TISTR 3175		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.26 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมซอร์เบตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโพแทสเซียมซอร์เบต																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>C. lipolytica</i> TISTR 5655		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>C. guilliermondii</i> T7D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. lusitanae</i> C1D3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>C. parapsilosis</i> B1A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>C. famata</i> C1A3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>R. glutinis</i> TISTR 515		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. minuta</i> C1A4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>R. mucilaginosa</i> T7D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. asahii</i> C9D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.27 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโซเดียมเบนโซเอตในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโซเดียมเบนโซเอต																																			
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
<i>C. lipolytica</i> TISTR 5655		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-				
<i>C. guilliermondii</i> T7D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-			
<i>C. lusitanae</i> C1D3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>C. parapsilosis</i> B1A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>C. famata</i> C1A3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>R. glutinis</i> TISTR 515		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
<i>R. minuta</i> C1A4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
<i>R. mucilaginosa</i> T7D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-		
<i>T. asahii</i> C9D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.28 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมอะซิเตดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโพแทสเซียมอะซิเตด																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>C. lipolytica</i> TISTR 5655		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. guilliermondii</i> T7D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. lusitanae</i> C1D3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. parapsilosis</i> B1A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. famata</i> C1A3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. glutinis</i> TISTR 515		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. minuta</i> C1A4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. mucilaginosa</i> T7D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>T. asahii</i> C9D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.29 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นเกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>C. lipolytica</i> TISTR 5655		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>C. guilliermondii</i> T7D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>C. lusitanae</i> C1D3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>C. parapsilosis</i> B1A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>C. famata</i> C1A3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>R. glutinis</i> TISTR 515		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>R. minuta</i> C1A4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>R. mucilaginosa</i> T7D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>T. asahii</i> C9D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายเกลือ (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.31 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดแอสคอร์บิกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก																																
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>C. lipolytica</i> TISTR 5655		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>C. guilliermondii</i> T7D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. lusitanae</i> C1D3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. parapsilosis</i> B1A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. famata</i> C1A3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. glutinis</i> TISTR 515		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>R. minuta</i> C1A4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. mucilaginosa</i> T7D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>T. asahii</i> C9D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายกรด (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.32 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดแลคติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นของกรดแลคติก																																			
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
<i>C. lipolytica</i> TISTR 5655		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
<i>C. guilliermondii</i> T7D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. lusitanae</i> C1D3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
<i>C. parapsilosis</i> B1A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. famata</i> C1A3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>R. glutinis</i> TISTR 515		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>R. minuta</i> C1A4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. mucilaginosa</i> T7D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. asahii</i> C9D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายกรด (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.34 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายกรดทาร์ทริกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution)

เชื้อ	ซ้ำที่	ความเข้มข้นกรดทาร์ทริก																																			
		Control			0.01 %			0.025 %			0.05 %			0.10 %			0.25 %			0.5 %			1.0 %			2 %			4 %			8 %					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
<i>C. lipolytica</i> TISTR 5655		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. guilliermondii</i> T7D4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>C. lusitanae</i> C1D3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>C. parapsilosis</i> B1A6		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>C. famata</i> C1A3		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>R. glutinis</i> TISTR 515		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>R. minuta</i> C1A4		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>R. mucilaginosa</i> T7D5		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>T. asahii</i> C9D7		+	+	+	N	N	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

หมายเหตุ : + คือ มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, - คือ ไม่มีการเจริญของเชื้อออกนอกชั้นวุ้น, N คือ ไม่มีการทดสอบ

control = อาหาร PDA ที่ไม่ใส่สารละลายกรด (ชุดควบคุมเชิงบวก)

ตารางที่ ค.35 ค่าพีเอช (pH) ในอาหารของสารประกอบเกลือและกรดชนิดต่าง ๆ

สารประกอบเกลือหรือ กรด	ค่า pH ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารประกอบเกลือหรือกรด																							
	ร้อยละ 0.05			ร้อยละ 0.10			ร้อยละ 0.25			ร้อยละ 0.5			ร้อยละ 1			ร้อยละ 2			ร้อยละ 4			ร้อยละ 8		
	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย	ครั้ง ที่	ครั้ง ที่	เฉลี่ย
	1	2		1	2		1	2		1	2		1	2		1	2		1	2		1	2	
PS	5.83	5.89	5.86	6.07	6.08	6.08	6.15	6.20	6.18	6.44	6.40	6.42	6.60	6.54	6.57	6.92	6.89	6.91	7.17	7.25	7.21	8.14	8.05	8.10
SB	6.23	6.03	6.13	5.94	5.85	5.89	5.80	5.76	5.78	5.67	5.67	5.67	5.40	5.38	5.39	5.21	5.29	5.25	5.10	5.15	5.13	4.99	4.84	4.92
PA	5.89	5.78	5.82	5.99	5.78	5.89	6.17	6.09	6.13	6.27	6.31	6.29	6.52	6.56	6.54	6.62	6.66	6.64	6.95	6.87	6.91	7.13	7.13	7.13
PM	5.37	5.50	5.44	5.06	5.10	5.08	5.33	5.18	5.26	5.00	5.10	5.05	4.77	4.70	4.74	4.93	5.01	4.97	4.09	4.89	4.49	4.51	4.81	4.66
AC	7.52	7.60	7.56	8.14	8.18	8.16	8.17	8.63	8.40	8.81	8.88	8.85	8.84	8.87	8.86	8.98	8.97	8.98	9.08	9.09	9.09	9.14	9.10	9.12
AB	4.92	4.62	4.47	4.14	3.99	4.07	3.84	3.87	3.86	3.31	3.32	3.32	3.13	3.21	3.17	3.28	3.30	3.229	3.07	3.19	3.13	2.79	2.80	2.80
LT	4.16	4.10	4.13	3.86	3.88	3.87	3.42	3.37	3.40	3.09	3.03	3.06	2.86	2.86	2.86	2.40	2.44	2.42	2.17	2.22	2.20	2.07	2.08	2.08
CT	4.26	4.13	4.20	3.66	3.40	3.53	3.44	3.32	3.38	3.04	3.06	3.05	2.72	2.69	2.71	2.56	2.53	2.55	2.29	2.24	2.27	2.05	2.11	2.08
TA	4.00	3.87	3.94	3.63	3.42	3.53	3.20	3.19	3.20	2.98	3.07	3.03	2.77	2.81	2.79	2.50	2.39	2.45	2.30	2.21	2.26	2.17	2.08	2.13

หมายเหตุ : PS = เกลือโพแทสเซียมซอร์เบต, SB = เกลือโซเดียมเบนโซเอต, PA = เกลือโพแทสเซียมอะซิเตต, PM = เกลือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์, AC = เกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนต, AB = กรดแอสคอร์บิก, LT = กรดแลคติก, CT = กรดซิตริก, TA = กรดทาร์ทาริก

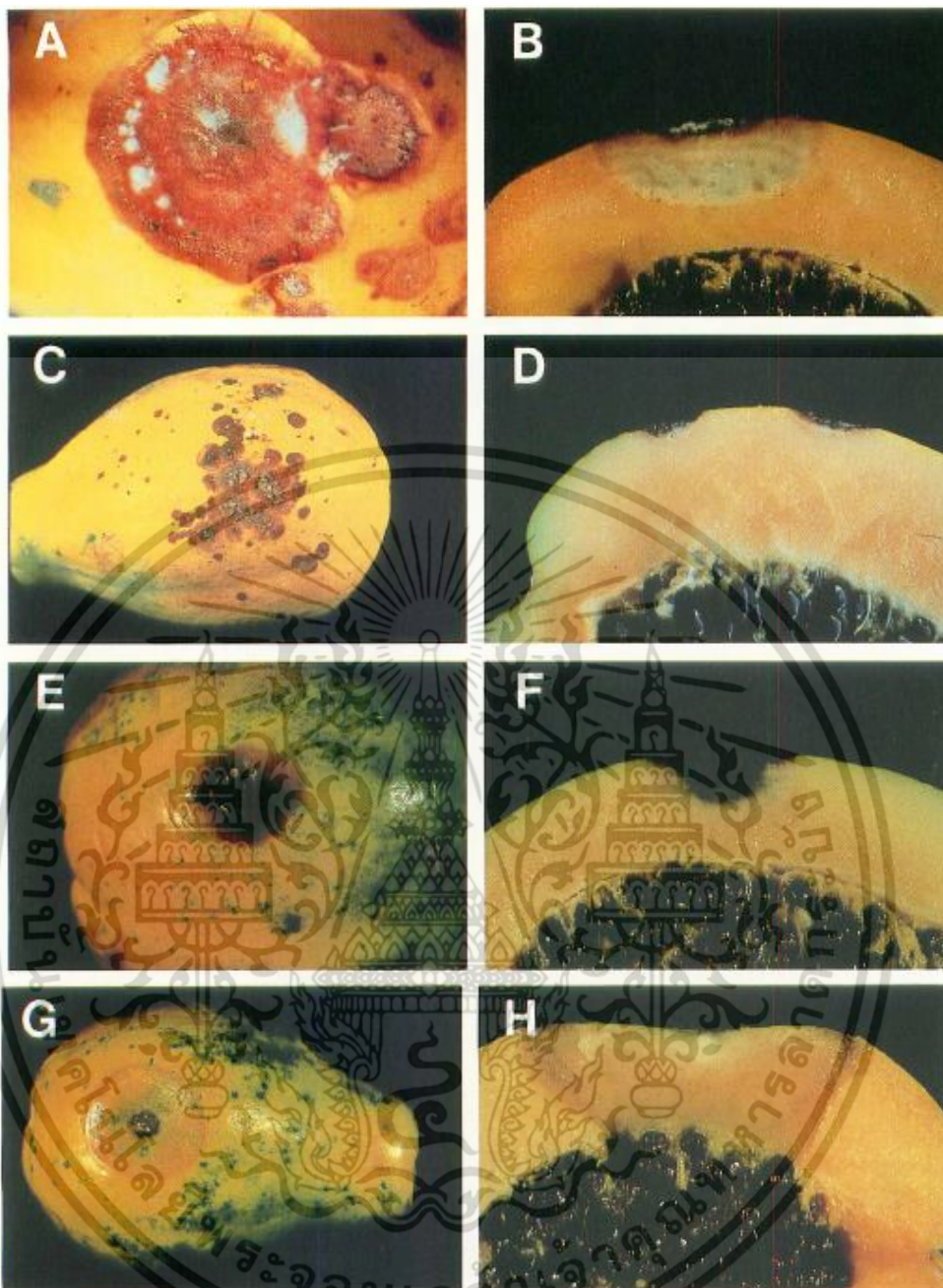


Fig. 1. Common surface rots of papaya fruit: (A) Sunken anthracnose lesion caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. (B) Cross section of anthracnose lesion showing grayish white discoloration of papaya flesh. Firm callose tissue forms at the border of the soft, semicircular lesion. (C) Chocolate spot lesions ranging from minute superficial spots (left) to large sunken lesions with water-soaked margins (center). (D) Cross section of chocolate spot lesions showing limited penetration into fruit parenchyma. (E) *Mycosphaerella* lesion with light brown, translucent margin. (F) Cross section of *Mycosphaerella* lesion showing a layer of firm, black tissue below the infection site. (G) Soft, translucent *Phomopsis* lesion with black pycnidia at center. (H) Cross section of rapidly expanding *Phomopsis* lesion showing progress of decay into the seed cavity.

รูปที่ ค.33 ลักษณะการเน่าเสียของมะละกอ

ที่มา : Alvarez และ Nishijima, 1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

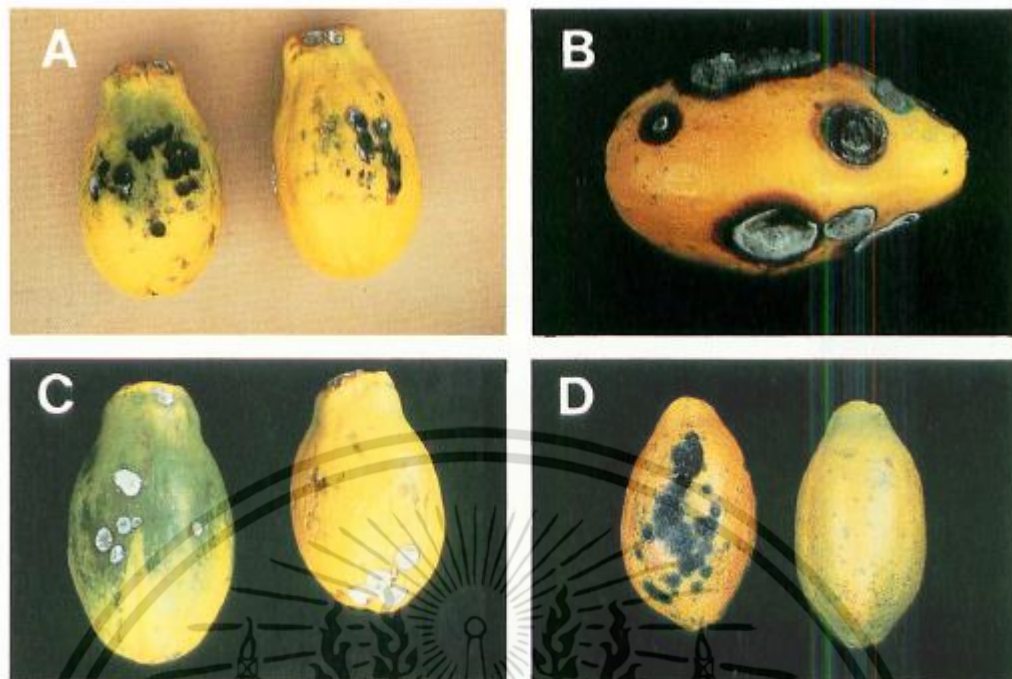


Fig. 2. Infrequent surface rots of papaya fruit: (A) Lesions caused by *Alternaria alternata* showing black spore masses. (B) *Stemphyllum* lesions characterized by reddish brown margins and grayish white mycelium. (C) Dry fruit rot caused by *Fusarium solani* in which compact white mycelial mats form over the lesions. (D) Greenish black lesions associated with *Guignardia* sp.

รูปที่ ค.34 ลักษณะการเน่าเสียของมะละกอ 2

ที่มา : Alvarez และ Nishijima, 1987



Fig. 5. Internal "smut" caused by *Cladosporium* sp.

รูปที่ ค.35 โรค Internal fruit ในมะละกอ

ที่มา : Alvarez และ Nishijima, 1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

1. การจำแนกชนิดของเชื้อราเส้นสายที่พบในอาหาร (Filament fungi)

1.1 การเพาะเลี้ยงเชื้อราเส้นสาย

การเพาะเลี้ยงเชื้อราในแต่ละสปีชีส์เพื่อการจัดจำแนก จำเป็นต้องเพราะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและสร้างสปอร์ โดยอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อราส่วนใหญ่คือ Malt Extract Agar (MEA) หรือ Oatmeal Agar (OA)

1.2 การเตรียมสไลด์ด้วยเทคนิค wet mount

โดยทั่วไปมักใช้น้ำในการเตรียมสไลด์ เพราะจะทำให้เห็นรูปร่าง ขนาดของเชื้อราและสีรวมทั้งโครงสร้างต่าง ๆ เป็นธรรมชาติที่สุด ไม่มีการหดหรือย่นของโครงสร้างต่าง ๆ สำหรับ Mounting fluid ที่เหมาะสมกับการศึกษาราคลาส ไฮโกไมซีส (Zygomycetes) ซีโลไมซีส (Coelomycetes) และอีสต์ คือน้ำและ Shear's mounting fluids หากเชื้อราสร้างโคนิเดียแบบแห้ง เช่น *Penicillium* ควรหยดอินดิเคเตอร์เพิ่มลงไปอีกหนึ่งหยดหลังจากหยด Mounting fluid แล้วจึงปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์

1.3 การจัดจำแนกกลุ่มของเชื้อราที่พบในอาหาร

- 1a. โคลนีประกอบด้วยเซลล์หลวม ๆ บางครั้งมีเส้นใยเทียม (pseudomycelium) แต่ไม่มีเส้นใยที่แท้จริง.....Yeasts
- 1b. โคลนีมีเส้นใยจำนวนมาก สร้างโคนิเดีย (Conidia) หรือ สปอร์อยู่ในหรือบนโครงสร้างพิเศษ.....2
- 2a. เส้นใยไม่มีผนังกั้นหรือมีเพียงเล็กน้อย เส้นใยกว้าง สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศภายในถุงสปอร์แรงเจียม(Sporangium).....ZYGOMYCETES
- 2b. เส้นใยมีผนังกั้น ไม่สร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ หรือไม่อาศัยเพศภายในถุงสปอร์แรงเจียม (Sporangium)..... 3
- 3a. สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ (Conidia) จากเซลล์พิเศษ (Conidiogenous cell).....DEUTEROMYCETES
- 3b. สร้างสปอร์แบบอาศัยเพศใน asci หรือบน basidia 4
- 4a. สร้างสปอร์ใน asciASCOMYCETES
- 4b. สร้างสปอร์ใน basidia..... BASIDIOMYCETS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำแนกสกุล

- 1a. สร้าง Sporangiospores ในถุง Mesosporangia*Syncephalastrum*
- 1b. สร้าง Sporangiospores ในถุง sporangia ที่มีรูปร่างกลมหรือรูปลูกแพร์ (pyriform) มี Columella 2
- 2a. Sporangia และ Sporangiphores มีสีเข้ม Sporangiphores ส่วนใหญ่ไม่แตกแขนง และมักอยู่เป็นกลุ่ม Sporangia มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันตั้งแต่ 50-360 μm สปอร์มักมีร่องเล็กๆ (Striate)*Rhizopus*
- 2b. Sporangia และ Sporangiphores ไม่มีสี หรือ สีอ่อน มักแตกแขนง สปอร์แรงเจียมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 100 μm สปอร์ไม่มีร่องเล็กๆ 3
- 3a. Sporangia มีรูปร่างเป็นรูปลูกแพร์ และ Apophysis ชัดเจน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-40 μm (อาจมีขนาดถึง 80 μm)..... *Absidia*
- 3b. Sporangia มีรูปร่างกลม ไม่มี Apophysis ส่วนใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 40 μm*Mucor*

1.3.2 ดิวเทอโรไมซีต (DEUTEROMYCETES)

ลักษณะทั่วไปของเชื้อราคลาสดิวเทอโรไมซีต (Deuteromycetes) หรือ Fungi Imperfecti เป็นเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหาร และพบในอาคาร มีหลายสปีชีส์ที่สร้างสารพิษได้ คลาสนี้เป็นเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหาร และพบในอาคาร มีหลายสปีชีส์ที่สร้างสารพิษได้ คลาสนี้เป็นเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหาร และพบในอาคาร มีหลายสปีชีส์ที่สร้างสารพิษได้ คลาสนี้เป็นเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหาร และพบในอาคาร มีหลายสปีชีส์ที่สร้างสารพิษได้

1.3.2.1 Coelomycetes สร้าง Conidia ในฟรุตติงบอดีหรือ conidiomata

ก) Melanconiales สร้างโคนิดิโอฟอร์ใน acervuline ซึ่งเป็นฟรุตติงบอดีที่มีรูปร่างแบนเรียบ ฝังตัวอยู่ในเซลล์พืช ปกติจะปกคลุมด้วยคิวติเคิลหรืออพิเดอมิส

ข) Sphaeropsidales สร้างโคนิดิโอฟอร์ใน picnidia ซึ่งเป็นฟรุตติงบอดีแบบปิด และมีรูเปิดที่ปลาย

1.3.2.2 ไฮโปไมซีต (Hyphomycetes) หรือโมนิเลียเลส (Moniliales) สร้าง

โคนิดิโอฟอร์แบบง่าย ๆ หรือ รวมกลุ่มของเส้นใย

การจำแนกสกุล

1a. Conidia เกิดใน Picnidia	<i>Phoma</i>
1b. Conidia ไม่ได้เกิดใน Picnidia แต่เกิดบนเส้นใย หรือ Conidiophores หรือ sporochia หรือ symmemata.....	2
2a. Conidia กำเนิดจากเซลล์พิเศษ (Phialides, annellides) ซึ่งมีลักษณะเป็นสายโซ่หรือเป็นหัว (head) แบบ basipetal	3
2b. Conidia ไม่ได้กำเนิดจากเซลล์พิเศษ แต่มีเป็นแบบสายโซ่ Acropetal โดยอาจเกิดหลายอันพร้อมกัน หรือแบบเดี่ยว ๆ หรือ โดยการหักของเส้นใยร่างกาย	14
3a. Conidia มีลักษณะเป็น dry chains	4
3b. Conidia มีลักษณะเปียก moist หรือ slimy heads	10
4a. Conidia 1 อันมี 2 เซลล์ โดยกำเนิดจาก Conidiogenous cell เป็นเส้นใยและอยู่ใน แนวเอียงคล้ายรวงข้าว โคลนีสมีสีชมพู	<i>Trichothecium</i>
4b. Conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ กำเนิดจาก Conidiogenous cell ที่มีรูปร่าง Flask-shaped หรือ cylindrical โคลนีสมีหลายสี	5
5a. โคลนีสมีขอบเขตจำกัดสูง สี reddish-brown โคลนีสเดียวมี 4 เซลล์ เกิดจากการแบ่งเป็นส่วน ๆ ของเส้นใยที่มีลักษณะคล้าย ลูกบาศก์ ได้เป็นโคลนีสเดียวที่มีรูปร่าง (เกือบ) กลม เป็นเชื้อรา ชนิด Xerophilic	<i>Wallemia</i>
5b. โคลนีสมีขอบเขตไม่จำกัด (ยกเว้น <i>Aspergillus</i> สปีชีส์ที่เป็น ชนิด Xerophilic Conidia ไม่ได้เกิดจากการแบ่งเป็นส่วน ๆ ของเส้นใย.....	6
6a. Conidiophores มีลักษณะโป่ง typical apical swelling.....	<i>Aspergillus</i>
6b. Conidiophores ไม่มีลักษณะ apical swelling	7
7a. Conidia กำเนิดแบบ annellidic และมีลักษณะฐานตัดแบบกว้าง.....	<i>Scopularopsis</i>
7b. Conidia กำเนิดแบบ phialidic และไม่มีลักษณะฐานตัดแบบกว้าง	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 8a. โคลนีสี dark grey ถึง blackish และ phialides มีลักษณะคล้ายรูปไข่
คว่ำ (ด้านปลายกว้าง) Conidia มีสีดำ *Memnoniella*
- 8b. โคลนีสีไม่มี dark grey ถึง blackish และ phialides มีลักษณะคล้าย Flask-shaped หรือ lanceolate (ฐานกว้าง)..... 9
- 9a. โคลนีสีสีเหลืองถึงน้ำตาล phialides มีคอยาว *Paecilomyces*
- 9b. โดยทั่วไปโคลนีสีเขียว (บางสปีชีส์มีสีขา) phialides มีคอสั้น *Penicillium*
- 10a. phialides ยาว รูปร่างคล้ายสว่าน และไม่มี
เพียไลต์เป็นกลุ่ม (polyphialides)..... *Acremonium*
- 10b. phialides เป็น Flasked-shaped และ/หรือหลายอันเป็นกลุ่ม
หรือมีการลดรูปลง 11
- 11a. โดยทั่วไปโคลนีสีเขียว (มีสีน้ำตาลเมื่อบ่มในที่มืดแสงสว่าง)..... *Trichoderma*
- 11b. โคลนีสีขาว เหลือง ม่วง น้ำเงินอมเหลือง ชมพู น้ำตาล
หรือ สีดำ..... 12
- 12a. โคลนีสีขาว เหลือง ชมพู ม่วง บางครั้งสีเขียว โคนิเดียมี
รูปร่างคล้ายกล้วย และมีผนังกัน..... *Fusarium*
- 12b. โคลนีสีดำ บางครั้งชมพู โคนิเดียไม่มีผนังกัน..... 13
- 13a. Phialides แบบเดี่ยว หรือเป็นเกลียวหลวมๆ เป็นรูป Flask-shaped
ที่ด้านปลายเป็น Conspicuous collarette หรือ
phialides ลดรูปและมี Conidiophores ไม่ชัดเจน..... *Phialophora*
หรือ *Lecythophora*
- 13b. Phialides เป็นกลุ่มที่ปลาย รูปกระบอกกว้างโดยส่วนที่กว้างที่สุดอยู่ด้านปลายสุด ไม่คล้าย
คอเสื้อผู้หญิงอย่างเด่นชัด และมี Conidiophores ชัดเจน *Stachybotrys*
- 14a. โคลนีสี หลวม ๆ สีส้ม เจริญอย่างรวดเร็ว
เต็มจานเพาะเชื้อขนาด 9 ซม.ภายใน 2-3 วัน..... *Chrysonilia*
- 14b. โคลนีสีไม่เป็นสีส้ม เจริญไม่เต็มจานเพาะเชื้อขนาด 9 ซม.
ภายใน 2-3 วัน..... 15
- 15a. สร้าง Conidia แบบ arthric อย่างเดียว..... 16
- 15b. สร้าง Conidia ทั้งแบบ arthric และ blastic หรือ blastic เพียงอย่างเดียว..... 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16a. Conidiophores มีรังควัตถุ	<i>Oidiodendron</i>
16b. Conidiophores ไม่มีสี หรือไม่มี Conidiophores	17
17a. Conidia ใส ไม่มีสี ผนังเรียบ มีรูปร่างทรงกระบอก ไม่มี Conidia กลางเส้นใย (intercalary conidia)	<i>Geotrichum</i>
17b. Conidia ใสไม่มีสี และเปลี่ยนเป็นมีสีหม่น ๆ เมื่ออายุมากขึ้น ผนังขรุขระ มีโคนใยเส้นใย	<i>Geomyces</i>
18a. Conidia ที่มีลักษณะเป็น quartet โดยการแบ่ง เส้นใยที่มีลักษณะทรงกระบอกออกเป็นส่วนๆ	<i>Wallemia</i>
18b. ไม่สร้าง Conidia ที่มีลักษณะเป็น quartet	19
19a. Conidia ประกอบด้วย arthroconidia และ blastoconidia (เปรียบเทียบกับ Trichospore และ Aureobasidium ที่มีเส้นใยมีลักษณะคล้าย arthroconidia มีผนังหนา สีนํ้าตาล).....	<i>Moniliella</i>
19b. Conidia ประกอบด้วย blastoconidia อย่างเดียว	20
20a. Blastoconidia เกิดขึ้นพร้อมกันบนเส้นใยหรือจากเซลล์ ที่โป่งพอง (swollen) หรือแขนง (branch).....	21
20b. Blastoconidia ไม่ได้เกิดพร้อมกันบนเส้นใยหรือ จากเซลล์ที่โป่งพอง (swollen) หรือแขนง (branch).....	22
21a. Conidia เกิดจาก Conidiogenous cells ที่โป่งพองด้านปลาย Conidiophores ที่ปลายแขนง (คล้ายต้นไม้) โคลนินบางมีสี greyish-brown	<i>Botrytis</i>
21b. Conidia เกิดจาก hyphae หรือ swollen branches โคลนินมีลักษณะคล้ายยีสต์ มีสีเหลืองครีมถึงนํ้าตาลอ่อน หรือ ส้มชมพู หรือ เขียวอมดำ.....	<i>Aureobasidium</i>
22a. Conidia ที่เกิดขึ้นเดี่ยว ๆ (singly) จาก Conidiophores และอยู่เป็นกลุ่ม มีจุดสีดำบนผิว	<i>Epicoccum</i>
22b. Conidia เกิดขึ้นเดี่ยว ๆ (singly) หรือเป็นสายโซ่ (chains) จาก Conidiophores ไม่อยู่เป็นกลุ่ม	23
23a. Conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ (chains) ผิวเรียบ (smooth-walled) ระยะแรกโคลนินมีสีครีม และสีจะเข้มขึ้นเมื่อมีอายุมาก	<i>Moniliella</i>
23b. Conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ (chains) หรือเดี่ยว ๆ ผนังเรียบหรือขรุขระ โคลนินมีสีดําอมเขียวหรือสีนํ้าตาลอมเขียว	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 24a. Conidia มีผนังค่อนข้างบาง ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว โคนิเดียที่
ฐานอาจจะมี 2 เซลล์ มีผนังกันตามขวางเท่านั้น..... *Cladosporium*
- 24b. Conidia มีผนังกันทั้งตามยาว (muriform) และตามขวาง
หรืออาจมีเฉพาะตามขวาง (transverse septum)25
- 25a. Conidia มีผนังเรียบ โค้งเล็กน้อย มีผนังกันตามขวาง (transverse septum)
บริเวณปลายเซลล์อ่อนกว่ากลางเซลล์ *Curvularia*
- 25b. Conidia มีผนังขรุขระ (rough-walled) มีผนังกันทั้งตามขวาง และตามยาว
(transverse and longitudinal septa) (muriform) 26
- 26a. Conidia ที่อายุน้อย (อ่อน) ที่ฐานมีลักษณะมน
ส่วนโคนที่แก่เต็มที่จะเรียงต่อกัน และ/หรือ
มีลักษณะคล้ายจะงอยปากนก *Alternaria*
- 26b. Conidia ที่อายุน้อย (อ่อน) ที่ฐานมีลักษณะยาวเรียว โคนิเดียที่
แก่เต็มที่ มีลักษณะเดี่ยว ๆ หรือสายโซ่เทียมสั้นๆ *Ulocl*
- เกณฑ์การจำแนกสกุล**
- 1a. Sporangiospores formed in merosporangia which cover the swollen end
of the sporangiophore*Syncephalastrum*
- 1b. Sporangiospores formed in globose or pyriform sporangia,
with a columella 2
- 2a. Sporangia and sporangiophores usually dark pigmented, sporangiophores
Mostly unbranched often occurring in groups. Sporangia vary from
50-360 μm in diam. Spores often striate.....*Rhizopus*
- 2b. Sporangia and sporangiophores not pigmented or only faintly coloured,
often frequently branched. Sporangia never exceeding 100 μm in diam.
Spores not striate..... 3
- 3a. Sporangia pyriform with a distinct apophysis, 10-40 μm in diam (terminal
sporangia up to 80 μm in diam).....*Absidia*
- 3b. Sporangia globose without an apophysis, mostly larger
than 40 μm in diam*Mucor*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ในการจำแนก species ของเชื้อ *Rhizopus*

- 1a. Sporangiospores non-striate sub globose or irregular in shape.
Sporangiospores not exceeding 1 mm in length.
Chlamydo spores abundant*R. oligosporus*
- 1b. Sporangiospores striate. Sporangio phores variable in length, up to
(3) 4 mm long. Chlamydo spores absent or present 2
- 2a. No growth at 37 °C, stolons without chlamydo spores. Sporangio phores
mostly 1.5-3 (4) mm long*R. stolonifera*
- 2b. Growth at 37 °C, stolons with chlamydo spores. Sporangio phores mostly
1-1.5 (2.5) mm long*R. oryzae*

เกณฑ์ในการจำแนก species ของเชื้อ *Penicillium*

- 1a. Colonies white (or very pale greyish-green) 2
- 1b. Colonies in some shade of green, sometimes
with yellow aerial mycelium 3
- 2a. Conidiophore with rough stipe *P. camemberti* (1)
- 2b. Conidiophore with smooth stipe *P. nalgiovense*
- 3a. Colonies on Czapek growing and sporulating poorly (on CYA good growth occur),
conidiophores short with distinct large phialides (15-20 µm long)
and ellipsoidal to cylindrical conidia; responsible for citrus rot *P. digitatum*
- 3b. Colonies on Czapek and CYA growing and sporulating well,
conidiophore with Distinct long stipe and usually
smaller phialides (15-20 µm) 4
- 4a. Conidiophores monovercillate (simple, unbranched) *P. glabrum*
- 4b. Conidiophores branched 5
- 5a. Phialides acerose (lanceolate), conidiophores predominantly
With terminal Whorl of metulae and phialides
(bivercillate), occasionally also tervercillate 6
- 5b. Phialides flask-shaped, conidiophores bivercillate,
tervercillate to quatervercillate 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6a. Colonies growing fast, diameter more than 1.5 cm
within one week on MEA 7
- 6b. Colonies restricted, diameter more than 1.5 cm
within one week on MEA 8
- 7a. Colonies funiculose, conidia subglobose-ellipsoidal,
2.5-3.5 μm long *P. funiculosum*
- 7b. Colonies velvety, conidia large, ellipsoidal, 3.5-5 (7) μm long..... *P. oxalicum*
- 8a. Conidia rough, ellipsoidal *P. rugulosum*
- 8b. Conidia smooth or rough, often fusiform *P. variabile*
- 9a. Conidiophores predominantly biverticillate 10
- 9b. Conidiophores terverticillate to quaterverticillate 11
- 10a. Colonies restricted on MEA, mostly growing less than 1.5 cm
diam within one week; reverse yellow;
metulae 3-5, equal in length..... *P. citrinum*
- 10b. Colonies growing more than 1.5 cm diam on MEA within
one week, reverse dark green to blackish after 7 days;
metulae 2-4, unequal in length *P. corylophilum*
- 11a. Conidiophore stipe smooth-walled on Czapek agar and MEA, occasionally
Roughened on MEA 12
- 11b. Conidiophore stipe both on Czapek and MEA finely
to distinctly rough or warted..... 17
- 12a. Conidiophores large up to 500-2000 μm tall,
compact with 4-6 μm wide stipes..... 13
- 12b. Conidiophores smaller with stipes of 2.5-4.0 μm wide 14
- 13a. Stipes up to 800 μm , conidia globose to
subglobose, colonies restricted *P. brevicompactum*
- 13b. Stipes up to 2000 μm , conidia ellipsoidal,
colonies more spreading *P. olconii*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 14a. Colonies velvety, often with yellow exudate and reverse;
conidia globose to ellipsoid*P. chrysogenum*
- 14b. Colonies with aggregated conidiophores (fasciculate) ,
yellow exudate mostly lacking; conidia subglobose,
ellipsoid to cylindrical15
- 15a. Phialides short, less than 6.5 μm long, conidiophores
often quaterverticillate *P. griseotulvum*
- 15b. Phialides mostly longer than 6.5 μm ,
conidiophores terverticillate16
- 16a. Colonies 4-5 cm in diam within 14 days; conidia subglobose to ellipsoid;
Responsible for rot of pomaceous fruit *P. expansum*
- 16b. Colonies 2.0 -2.5 cm in diam within 14 days; conidia ellipsoid to
Cylindrical; responsible for citrus rot*P. italicom* (2)
- 17a. Conidia echinulate *P. echinulatum* (3)
- 17b. Conidia smooth to finely rough18
- 18a. Conidiophore stipe conspicuously warted, conidia globose, 4-5 μm in diam,
Colonies velvety without odour, reverse typically dark green *P. roqueforti* (4)
- 18b. Conidiophore stipe rough, but usually not warted, conidia globose
to ellipsoidal, 3-4.5 μm in diam, colonies fasciculate, often with
pronounced odour, reverse not dark green19
- 19a. Colonies with yellow mycelium and orange brown exudate..... *P. hirsutum* (5)
- 19b. Colonies without yellow mycelium and orange brown exudate 20
- 20a. Colonies on common media Cz and MEA at 25 °C in 7 days not
exceeding 10 mm in diam, yellow green, conidia (2.5-)-2.8(-3.5) μm
diam, rarely larger*P. verrucosum* (6)
- 20b. Colonies on Cz and MEA at 25 °C in 7 days usually
exceeding 10 mm in diam21

- 21a. Conidia relatively small (2.5-)2.8-3.2(-3.5) μm in diam,
when ellipsoidal up to 3.5 (-4) μm in length; (weak)
growth on CREA, acid production but no base production22
- 21b. Conidia relatively large, 3-4 (-5) μm in diam, when ellipsoidal up
to 4.5-6 μm in length; good growth on CREA,
usually both acid base production23
- 22a. Colonies grey green on MEA, conidia subglobose to ellipsoid,
poor growth on CREA *P. aurantionigriseum* (7)
- 22b. Colonies blue green on MEA, fast rate and good sporulation on all
Media, conidia subglobose to broadly
ellipsoid, growth on CREA *P. polonicum* (8)
- 23a. Conidial areas dull green to greyish green, in fresh isolates forming
Crusts mostly after 10 days *P. crustosum*
- 23b. Conidial areas in various blue-green or green shades,
colonies not forming crusts24
- 24a. Conidial areas in fresh isolates dark blue-green or dark green;
Reverse on Cz colourless, yellowish or brownish; conidia (sub)
Globose *P. solitum*
- 24b. Conidial areas in fresh isolates pale blue-green, yellow-green or greyish green;
Reverse on Cz colourless or yellowish conidia
Subglobose to ellipsoidal *P. commune*

เกณฑ์ในการจำแนก species ของเชื้อ *Aspergillus*

- 1a. Colonies white, black or in yellow, brown or grey colours 2
- 1b. Colonies in some shade of green 8
- 2a. Conidial heads white, often wet *A. candidus*
- 2b. Conidial heads yellow, some shade of brown or black 3
- 3a. Conidial heads dark brown to black *A. niger*
- 3b. Conidial heads not dark, brown to black, but olive, yellow-brown
or other Shades of brown 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4a. Conidial heads columnar, often cinnamon-brown to pinkish-brown..... *A. terreus*
- 4b. Conidial heads not columnar, colour yellow or brown 5
- 5a. Conidial heads olive to light brown; stipe brown. Hulle cells often Produced*A. ustus*
- 5b. Conidial heads not olive; stipe hyaline or yellowish. Hulle cells absent 6
- 6a. Conidial heads pure yellow, conidia smooth to finely roughened *A. ochraceus*
- 6b. Conidial heads yellow-brown, conidia ornamented 7
- 7a. Conidia conspicuously ornamented with and tubercles, outer and inner Wall can be distinguished *A. tamarii*
- 7b. Conidia mostly roughened, outer and inner wall cannot be distinguished. *A. wentii*
- 8a. Conidiophores typically brown, Hulle cells and Emericella teleomorph mostly present *A. nidulans*
- 8b. Conidiophores not typically brown, *Emericella* teleomorph absent 9
- 9a. Colonies on Czapek or MEA mostly restricted (colony diameter usually less than 1.5 cm within one week) see also *Eurotium* 10
- 9b. Colonies growing faster with a diameter usually larger than 1.5 cm 12
- 10a. Colonies variably coloured, conidial heads biseriate, sometime Hulle cells present..... *A. versicolor*
- 10b. Colonies grey green to dark green, conidial heads uniseriate, on MEA or Czapek growing very restricted with poor sporulation, on low water activity Media showing good development; Hulle cells not formed 11

- 11a. Colonies pale grey green. Conidial heads more or less radiate at the beginning. Phialides covering the vesicle for more than half. Conidia ellipsoidal*A. penicillioides*
- 11b. Colonies grey to dark green. Conidial heads columnar. Phialides covering Only the upper part of the vesicle. Conidia cylindrical.*A. restrictus*
- 12a. Yellow *Eurotium* teleomorph produced in old cultures or on low water activity media, colonies spreading on low water activity media*A. glaucus*
- 12b. Yellow *Eurotium* teleomorph absent
- 13a. Conidial heads yellow-green to dark yellow green 14
- 13b. Conidial heads blue to dark blue green or strikingly blue green (“Delft blue”) 16
- 14a. Conidial heads predominantly uniseriate, conidia dark yellow green, Conspicuously echinulate*A. parasiticus*
- 14b. Conidia irregularly roughened or smooth, greenish olive 15
- 15a. Conidia minutely echinulate, yellow green *A. flavus*
- 15b. Conidia irregularly roughened or smooth, greenish olive*A. oryzae*
- 16a. Conidial heads biseriate, colonies “Delft blue green” *A. Sydowii*
- 16b. Conidial heads uniseriate 17
- 17a. Conidial heads columnar, vesicles broadly clavate, conidia rough to echinulate.....*A. fumigatus*
- 17b. Conidial heads radiate, splitting into several columns with age, Vesicles narrowly clavate, smooth-walled.....*A. clavatus*

เกณฑ์ในการจำแนกสกุลของเชื้อราในกลุ่ม Deuteromycetes

1a. Conidia borne in pycnidia.....	<i>Phoma</i>
1b. Conidia not borne in pycnidia, but on hyphae, conidiophores, sporodochia or synnemata.....	2
2a. Conidia produced from special conidiogenous cells (phialides, annellides etc.) in chains or in heads, in basipetal succession.....	3
2b. Conidia not produced from special conidiogenous cells, but acropetally or by fragmentation of fertile hyphae, synchronously or single.....	14
3a. Conidia in dry chains.....	4
3b. Conidia in moist or slimy heads.....	10
4a. Conidia usually 2-celled, borne on filamentous conidiogenous cells, more or less obliquely inserted, arranged like a spike. Colonies pinkish.....	<i>Trichothecium</i>
4b. Conidia always one-celled, borne on flask-shaped or cylindrical conidiogenous cells in straight chains. Colonies in various colours.....	5
5a. Colonies very restricted, reddish-brown. conidia formed (in a quartet) by division of a cylindrical verrucose fertile hypha; cubic, becoming (sub)-globose Xerophilic.....	<i>Wallemia</i>
5b. Colonies usually not restricted (except xerophilic <i>Aspergillus</i> species). Conidia not formed after division of fertile hyphae.....	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6a. Conidiophores with a typical apical swelling.....*Aspergillus*
- 6b. Conidiophores without an apical swelling
- 7a. Conidiogenous cells annellidic. Conidia with a broad truncate base.....*Scopulariopsis*
- 7b. Conidiogenous cells phialidic. Conidia without a broad truncate base.....8
- 8a. Colonies dark grey to blackish
Phialides obovate (broadest at the top), conidia blackish.....*Memnoniella*
- 8b. Colonies not dark grey to blackish
Phialides flask-shaped or lanceolate (broadest at the base)9
- 9a. Colonies yellow to brown. Phialides with a long neck.....*Paecilomyces*
- 9b. Colonies often greenish (some species whitish). Phialides with a short neck.....*Penicillium*
- 10a. Phialides long, awl-shaped, polyphialides Absent.....*Acremonium*
- 10b. Phialides more or less flask-shaped and/or polyphialides present, or phialides reduced 11
- 11a. Colonies usually green (when grown in light)..... *Trichoderma*
- 11b. Colonies whitish, yellow, purple, violet, pinkish, brown or blackish..... 12
- 12a. Colonies white, yellowish pinkish, Purplish, sometime greenish. Septate
Banana-shaped conidia usually present..... *Fusarium*
- 12b. Colonies black, sometime pinkish. Conidia not septate..... 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 13a.** Phialides solitary or in loose whorls,
flask-shaped with a conspicuous
collarete or phialides redced.
conidiophores not distinct *Phialophora/Lecythophora*
- 13b.** Phialides in dense apical clusters, broadly
clavate, widest near apex, without
conspicuous collarete. Conidiophores
distinct *Stachybotrys*
- 14a.** Colonies growing very fast, covering a 9 cm
Petri-dish within few days, loose,
Floccose, orange *Chrysonilia*
- 14b.** Colonies not orange and not covering a
9 cm Petri-dish within a few days 15
- 15a.** Conidia only arthric 16
- 15b.** Conidia both arthric and blastic or only
blastic 18
- 16a.** Conidiophore stipes pigmented *Oidiodendron*
- 16b.** Conidiophore stipes hyaline or absent 17
- 17a.** Conidia hyaline, smooth-walled, more or less
cylindrical. Intercalary conidia absent *Geotrichum*
- 17b.** Conidia (sub)hyaline becoming faintly coloured,
and rough-walled with age. Intercalary conidia
present *Geomyces*
- 18a.** Conidia formed in a quartet by division of
a cylindrical fertile hypha *Wallemia*
- 18b.** Conidia not formed in a quartet 19

- 19a.** Conidiogenous structure consisting of both arthroconidia and blastoconidia (compare also *Trichosporon* in yeasts and the thick-walled, brown arthroconidia-like hyphal cells in *Aureobasidium*)*Moniliella*
- 19b.** Conidiogenous structures consisting of only Blastoconidia20
- 20a.** Blastoconidia borne synchronously on hyphae, or from swollen cells or branches21
- 20b.** Blastoconidia not formed synchronously on hyphae or swollen cells or branches22
- 21a.** conidia borne from denticles on terminally swollen conidiogenous cells Conidiophores erect, apically branched (tree-like). Colonies thin, greyish-brown*Botrytis*
- 21b.** Conidia born on hyphae or on almost completely swollen branches. Colonies yeast-like, creamish-yellow to light brown, pinkish-orange or blackish-green*Aureobasidium*
- 22a.** Conidia formed singly on indistinct conidiospores, clustered and visible as black dots*Epicoccum*
- 22b.** Conidia formed singly or in chains, Conidiophores distinct, not clustered23
- 23a.** Conidia in chains, smooth-walled Colonies usually cream-coloured at first, Darkening with age*Moniliella*
- 23b.** Conidia in chains or single, rough-or Smooth-walled Colonies in greenish-black or Greenish-brown shades24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 24a. Conidia rather thin-walled, mostly
One-celled; basal conidia can be 2-celled,
Only with a transverse septum..... *Cladosporium*
- 24b. Conidia septate with both transverse and
longitudinal septa (muriform) or only with
transverse septa25
- 25a. Conidia smooth-walled, with transverse septa, slightly
Curved, end cells paler than central cell *Curvularia*
- 25b. Conidia rough-walled, with both transverse and
longitudinal septa (muriform)..... 26
- 26a. Young conidia rounded at the base,
mature conidia catenulate and/or rostrate..... *Alternaria*
- 26b. Young conidia attenuated at the base,
mature conidia single or in “false” short
chains *Ulocladium*

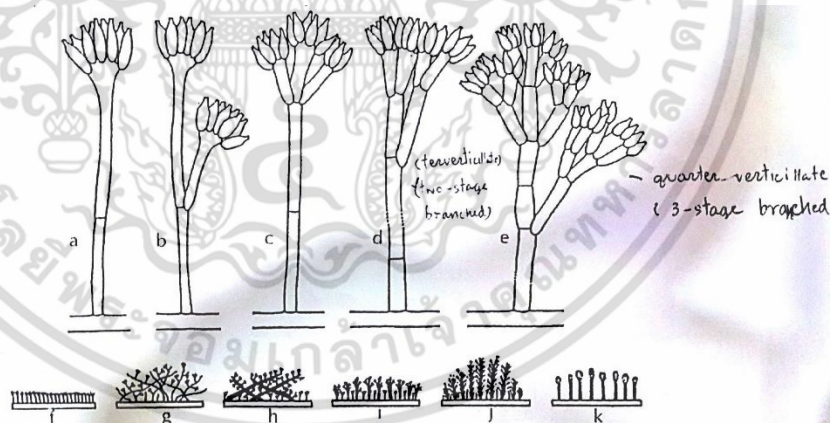


Fig. 80. a-e. Types of conidiophore branching in *Penicillium*. a,b. simple (=monoverticillate); c. one-stage branched (=biverticillate); d. two-stage branched (=terverticillate); e. three-stage branched (=quaterverticillate); f-k. colony types in *Penicillium*. f. velvety; g. lanose; h. funiculose; i-k. fasciculate.

รูปที่ ง.2 ชนิดของ conidiophore ในเชื้อรา *Penicillium*

ที่มา : Samson และคณะ (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

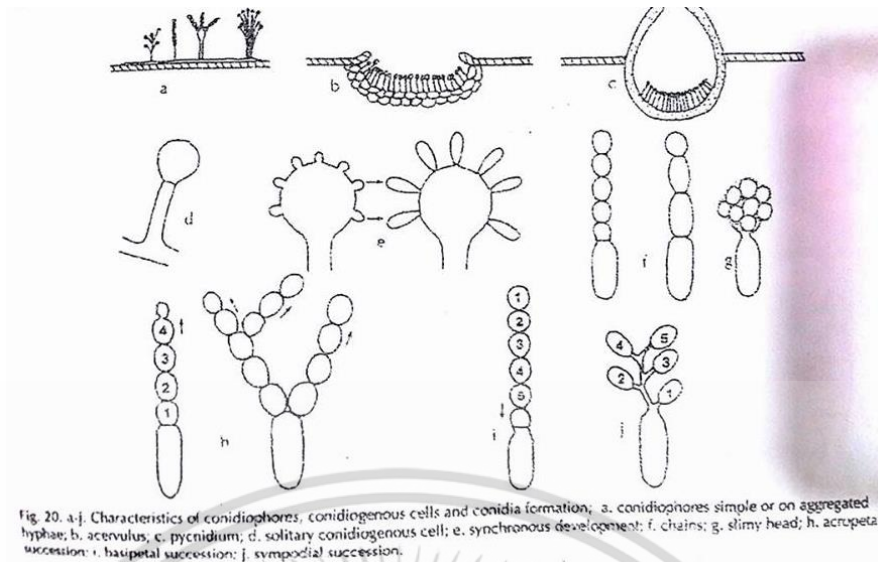


Fig. 20. a-j. Characteristics of conidiophores, conidiogenous cells and conidia formation: a. conidiophores simple or on aggregated hyphae; b. acervulus; c. pycnidium; d. solitary conidiogenous cell; e. synchronous development; f. chains; g. slimy head; h. acropetal succession; i. basipetal succession; j. sympodial succession.

รูปที่ ๓.3 ลักษณะของ conidiophores

ที่มา : Samson และคณะ (2004)

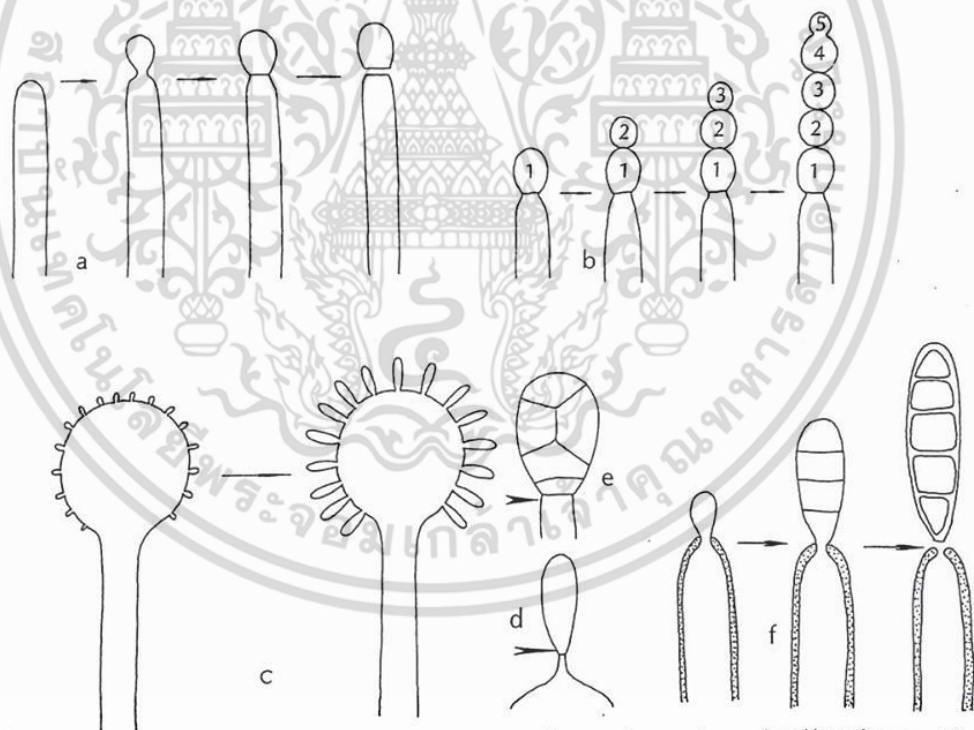


Fig. 22. a-f. Blastic development. a. solitary blastic; b. chains; c. synchronous; d. narrow base; e. broad base; f. poroconidia.

รูปที่ ๓.4 การพัฒนาของ blastic

ที่มา : Samson และคณะ (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

1. การจำแนกชนิดของยีสต์

1.1 การตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1.1.1 การศึกษาลักษณะการเจริญ และ ลักษณะรูปร่างของเซลล์ในอาหารเหลวและอาหารแข็ง

เชื้อยีสต์ที่เพาะเลี้ยงไว้บนอาหาร MEA อายุ 3 วัน 1 ลูบเติมลงในหลอดอาหารเหลว 2% Glucose Yeast Extract Peptone water และเชื้ออีก 1 ลูบลากบนอาหารวุ้น 2 % Glucose Yeast Extract Peptone Agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ทำการตรวจผลดังนี้

ก) ลักษณะการเจริญของเชื้อ (Cultural characteristics)

ตรวจดูการเจริญในอาหารเหลว โดยสังเกตการเกิดฟิล์มที่ผิวหน้าของอาหารเหลวหรือการเกิดฝ้าเป็นวงที่ขอบหลอดทดลองโดยรอบ และสังเกตการเกิดตะกอนเซลล์ด้วยว่ามีเกาะกลุ่มก้อนหรือไม่

ตรวจดูการเจริญในอาหารวุ้น โดยสังเกตสีและลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าของอาหาร สังเกตลักษณะเนื้อของโคโลนี (เช่น เหนียวหนืด ชุ่ม มัน ขุ่น) และสังเกตลักษณะผิวของโคโลนี (เช่น เรียบ หยาบ ย่น)

ข) ลักษณะรูปร่าง ขนาดของเซลล์ และลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

เชื้อเชื้อจากทั้งอาหารเหลว และอาหารวุ้นมาทำ wet mount ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40 เท่า สังเกตลักษณะรูปร่างของเซลล์ (เช่น รูปกลม รูปไข่ รูปสามเหลี่ยม รูปรี รูปท่อน หรือ เป็นเส้นสาย) พร้อมทั้งวัดขนาดของเซลล์ (เล็กสุด-ใหญ่สุด) และวาดรูปเซลล์ที่เห็น บันทึกลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่สังเกตเห็น ได้แก่ binary fission หรือ budding (การแตกหน่อ) แบบต่าง ๆ ได้แก่ การแตกหน่อที่ขั้วเซลล์ข้างเดียว (unipolar budding) แตกหน่อที่ขั้วเซลล์ทั้ง 2 ข้าง (bipolar budding) หรือ แตกหน่อรอบเซลล์ (multilateral budding)

1.1.2. การสังเกตการสร้าง pseudomycelium และ true mycelium ด้วยวิธี slide culture

โดยตัดอาหาร corn meal agar ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางบนแผ่นสไลด์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ใช้ลูบเชื้อยีสต์บนอาหาร corn meal agar 3 เส้น แล้วปิดทับผิวหน้าด้วยกระจกปิดสไลด์ที่ปราศจากเชื้อ เหน้าก้นที่ฆ่าเชื้อแล้วลงในจานเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ 40 เท่า

1.1.3 การศึกษาการสร้าง ballistospores

โดยการใช้อยีสต์เลี้ยงในสารละลายอาหาร PDA สองเส้นตัดกันเป็นรูปกากบาท จากนั้นประกบกับจานอาหาร PDA อีกจานที่ไม่ได้เลี้ยงเชื้อลงไปใช้เทปพันจานทั้งสองให้ติดกันนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ถ้ามีการเจริญบนอาหาร PDA จานที่ปลอดภัยแสดงว่ามีการสร้าง ballistospores

1.1.4 การศึกษาการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

โดยการเลี้ยงเชื้อยีสต์ลงบนอาหาร sporulation medium 2 ชนิด ได้แก่ Gorodkova agar และ McClary's acetate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบการสร้าง ascospore โดยทำ wet mount ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ สังเกตจำนวน ascospore ใน 1 ascus ตรวจสอบผลทุกสัปดาห์จนครบ 3 สัปดาห์

1.2 การตรวจสอบลักษณะทางสรีรวิทยา

1.2.1 การตรวจสอบการหมักสารประกอบคาร์บอน

โดยการเลี้ยงเชื้อยีสต์ลงในสารละลายน้ำตาล 5 ชนิด ได้แก่ สารละลาย Glucose Maltose Galactose Sucrose และ lactose จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอดดักแก๊สทุก ๆ 24 ชั่วโมง จนครบ 3 วัน ถ้าเกิดแก๊สเต็มหลอดภายใน 3 วันถือว่าให้ผลบวกแบบ strong (+) และ บ่มต่อไปจนครบ 2 สัปดาห์ ถ้าเกิดแก๊สเต็มหลอดถือว่าให้ผลบวกแบบ weak (+w) แต่ถ้าเกิดแก๊สเพียง 1 ฟองถือว่าให้ผลบวกแบบ very weak (+vw) บ่มต่อไปอีก 1 สัปดาห์ ถ้าเกิดแก๊สเพิ่มขึ้น ถือว่าให้ผลบวกแบบ slow (+s) ถ้าไม่เกิดแก๊สเลย บันทึกผลเป็นลบ (-)

1.2.2 การเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 50% (w/w) Glucose Yeast Extract Agar

เป็นการทดสอบการเจริญของยีสต์ในสภาวะที่มีความดันออสโมติกสูง ทำได้โดยเลี้ยงเชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร MEA อายุ 3 วัน นำมาลากลงบนผิวของอาหาร 50% (w/w) Glucose Yeast Extract Agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สังเกตการเจริญทุกสัปดาห์จนครบ 3 สัปดาห์ การเจริญที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำได้โดย เชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร MEA อายุ 3 วัน ลากลงบนผิวของอาหาร MEA หลอดใหม่แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-4 วัน สังเกตการเจริญ ถ้าหากเชื้อเจริญได้น้อยให้ถ่ายเชื้อลงในอาหารเดิมอีกแล้วนำไปบ่มเช่นเดิม แล้วสังเกตการเจริญ

1.2.3 การเจริญในสภาพที่มีกรด Glacial acetic ความเข้มข้น 1%

ถ่ายเชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร MEA อายุ 3 วัน ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมกรดอะซิติกร้อยละ 1 โดยลากลงบนผิวของอาหาร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ สังเกตการเจริญของเชื้อยีสต์

1.2.4 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีโดยใช้ชุดทดสอบ API 20 C AUX (BioMérieux)

API 20 C AUX คือ ชุดทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีทั้งหมด 19 ชนิด ซึ่งยีสต์จะเจริญได้ถ้าสามารถใช้

ซับซ้อนแต่ละเอียดได้ เพราะเป็นแหล่งคาร์บอนแหล่งเดียวที่มีอยู่ ปฏิกริยาจะถูกอ่านโดยการเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของยีสต์ชุดควบคุมเพื่อการจำแนกชนิดของยีสต์ที่ต้องการศึกษา

1.2.4.1 อุปกรณ์ที่จำเป็น ได้แก่

- API 20 C AUX strip จำนวน 25 strip
- กล่องสำหรับบ่ม 25 กล่อง
- หลอดอาหาร API 20 C Medium จำนวน 25 หลอด
- แบบฟอร์มรายงานผล 25 แบบฟอร์ม
- คู่มือการใช้งาน
- สารละลายมาตรฐาน McFarland standard เบอร์ 2
- โปรแกรม API identification software

1.2.4.2 วิธีการใช้ชุดทดสอบ API 20 C AUX

ก) การเตรียม strip

เตรียมกล่องบ่ม (ถาดและฝา) โดยใส่น้ำกลั่น หรือน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงใน honeycombed well ในถาดเพื่อให้ความชื้น จากนั้นจุ่มสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ไว้บนถาด ระวังอย่าจุ่มไว้บนฝาเพราะอาจวางสลับกันได้ นำ strip ออกจากซองบรรจุภัณฑ์ของแต่ละอันจากนั้นนำมาวางไว้ในถาดบ่ม

ข) การเตรียมหัวเชื้อ

- เปิดหลอด ampule ของ API Suspension medium (2 มิลลิลิตร) หรือ ampule ของ API NaCl 0.85% medium (2 มิลลิลิตร) ด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้น
- ใช้ปิเปตเชื้อโคโลนีของยีสต์อาจใช้ชุดหรือโดยการแตะเชื้อ แนะนำให้ใช้เชื้อที่อายุอ่อน (อายุ 18-24 ชั่วโมง)
- เตรียมสารแขวนลอยเซลล์ของยีสต์ให้มีความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของ McFarland standard เบอร์ 2 สารแขวนลอยนี้ต้องใช้ทันทีหลังจากเตรียม
- เปิดหลอด ampule ของ API C Medium ตามวิธีการข้างต้น โดยปิเปตสารแขวนลอยเซลล์ของยีสต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในอาหารเหลวนี้ อย่าให้เกิดฟอง

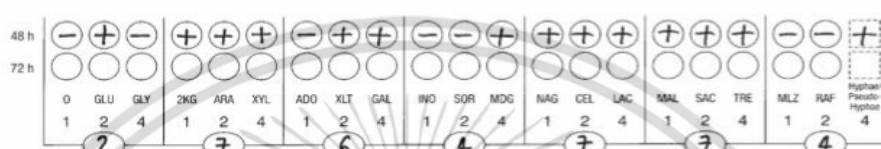
ค) การถ่ายเชื้อลงใน strip

- เติมสารแขวนลอยของยีสต์ที่ผสมกับอาหารเหลว API C Medium แล้วลงในแต่ละหลอด cupule โดยวางปลายปิเปตลงไปในด้านข้างของ cupules เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ อย่าเติมมากเกินไป หรือ น้อยเกินไป ผิวของของเหลวควรเรียบหรือเว้าเล็กน้อย มิฉะนั้นผลที่ได้จะไม่ถูกต้อง
- ปิดฝาถาดบ่มและนำไปบ่มที่อุณหภูมิ $29 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง ± 6 ชั่วโมง

ง) การอ่านผลและการแปลผล

หลังจากบ่ม 48 ชั่วโมงหรือ 72 ชั่วโมง (ถ้าการทดสอบโดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคสได้ผลไม่ชัดเจนหลังจากบ่ม 48 ชั่วโมง) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตในทุกหลอด Cupules รวมทั้ง Cupules เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 0 ซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมเชิงลบ ถ้าหากใน Cupules ใด ๆ ที่ทดสอบมีความขุ่นมากกว่าของความขุ่นของชุดควบคุมแสดงว่าให้ผลบวก (positive reaction) ส่วนการแปลผลการจำแนกชนิดหาได้ด้วย numerical profile ซึ่งการหา numerical profile บนแผ่นกระดาษสำหรับบันทึกผลการทดสอบ การทดสอบถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 3 การทดสอบ และมีหมายเลข 1, 2 หรือ 4 กำกับไว้สำหรับแต่ละการทดสอบทำได้โดยการบวกตัวเลขของการทดสอบที่ให้ผลบวกเข้าด้วยกัน โดยบวกเฉพาะการทดสอบที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะได้ตัวเลขทั้งหมด 7 หลัก เป็น numerical profile ดังรูปที่ จ.1



2 764 774 *Trichosporon asahii*

รูปที่ จ.1 ตัวอย่างการบันทึกผลและการแสดงค่า API

การแปลผลการจำแนกชนิดทำได้โดยใช้ database (v4.0) ดังนี้ สำหรับการใช้อินติฟิเคชันซอฟต์แวร์ เช่น ATB™ instrument หรือ mini API® หรือ apiweb™ การแปลผลการจำแนกชนิดทำได้โดย ป้อนตัวเลข numerical ทั้ง 7 หลัก ลงไปในโปรแกรมดังกล่าว

ตารางที่ จ.1 ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดสอบด้วยวิธี API

API C Medium ปริมาตร 7 มิลลิลิตร	Ammonium sulfate	5 g
	Monopotassium phosphate	0.31 g
	Dipotassium phosphate	0.45 g
	Disodium phosphate	0.92 g
	Sodium chloride	0.1 g
	Calcium chloride	0.05 g
	Magnesium sulfate	0.2 g
	L-Histidine	0.005 g
	L-Tryptophan	0.02 g
	L-Methionine	0.02 g
	Gelling agent	0.5 g
	Vitamin solution	1 ml
	Trace elements	10 ml
	ปรับปริมาตรด้วย Demineralized water ให้ได้	1000 ml
	final pH: 6.4 - 6.8 (at 20-25°C)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 องค์ประกอบของ API 20 C AUX strip

การทดสอบ	ชนิดของสารประกอบในหลอด (cupules) แต่ละหลอด	ปริมาณ(mg/cup)
0	None	-
GLU	D-glucose	1.2
GLY	Glycerol	1.2
2 KG	Calcium 2-keto-gluconate	1.2
ARA	L-arabinose	1.2
XYL	D-xylose	1.2
ADO	Adonitol	1.2
XLT	Xylitol	1.2
GAL	D-galactose	1.9
INO	Inositol	2.36
SOR	D-sorbitol	1.2
MDG	Methyl- α -D-glucopyranoside	1.2
NAG	N-acetyl-glucosamine	1.2
CEL	D-cellobiose	1.2
LAC	D-lactose (bovine origin)	1.2
MAL	D-maltose	1.2
SAC	D-saccharose (sucrose)	1.2
TRE	D-trehalose	1.2
MLZ	D-melezitose	1.2
RAF	D-raffinose	1.9

เกณฑ์ในการจำแนกเชื้อยีสต์

1a. Vegetative reproduction exclusive by cross wall

Formation without constriction*Schizosaccharomyces*

b. Vegetative reproduction exclusively by cells

formed on stalks.....*Sterigmalomyces*

c. Vegetative reproduction by the formation of terminal

buds on a conidiophore; the conidiophore elongates

to develop a succession of conidia..... *Sympodiomyces*

d. Other forms of vegetative reproduction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2a. Vegetative reproduction by unipolar budding on a
Broad base; true mycelium may occur.....*Malassezia*
- b. Vegetative reproduction by unipolar budding on a broad base
- c. Vegetative reproduction by multilateral budding; true mycelium, arthrospores
and ballistospores may also occur
- 3a. Ascospores formed
- b. Ascospores not formed
- 4a. Ascospores cap-shaped.....*Wickerhamia*
- b. Ascospores hat or helmet-shaped.....*Hanseniaspora*
- c. Ascospores spherical
- 5a. Ascospores smooth, hyaline; conjugating in pairs in
the ascus; a narrow ledge is not visible under the
light microscope.....*Saccaromyces*
- b. Ascospores warty and brown*Nadsonia*
- c. Ascospores smooth or warty, with or without an
indistinctly visible ledge, not brown, not conjugating
in pairs in the ascus*Hanseniaspora*
- 6a. Glucose fermented
- b. Glucose not fermented.....*Schizoblastosporion*
- 7a. Strong acetic acid formation from glucose; on malt
agar growth is slow and cells are short-lived.....*Eeniella*
- b. No strong acetic acid formation from glucose;
growth not slow.....*Kloeckera*
- 8a. Ballistospores formed
- b. Ballistospores not formed
- 9a. Teliospores formed*Sporidiobolus*
- b. Teliospores not formed

- 10a. Cultures pink, red or orange.....*Sporobolomyces*
- b. Cultures cream colored to slightly yellow
- | | | |
|-----------------------|---|------------------------|
| <i>Bullera</i> | } | see <i>Bullera</i> key |
| <i>Fibulobasidium</i> | | |
| <i>Sirobasidium</i> | | |
- 11a. Some vegetative cells triangular*Trigonopsis*
- b. Vegetative cells not triangular12
- 12a. Strong acetic formation from glucose; on malt
agar growth is slow and cells are short-lived13
- b. Not this combination of characters14
- 13a. Ascospores formed.....*Dekkera*
- b. Ascospores not formed.....*Brellanomyces*
- 14a. Ascospores formed.....15
- b. Ascospores not formed 41
- 15a. Nitrate assimilated16
- b. Nitrate not assimilated..... 19
- 16a. Abundant true mycelium and budding cells; the
Hyphal septa have a dolipore visible under the light
Microscope as a small dark dot in the middle of the Septum.....*Ambrosiozyma*
- b. True mycelium present, scarce or absent; without septal dolipores..... 17
- 17a. Hat-shaped ascospores formed in globose compart
ment at distal end of tube-shaped ascus.....*Pachysolen*
- b. Ascus not tube-shaped18
- 18a. Ascospores spherical with a warty wall.....*Citeromyces*
- b. Ascospores hat-shaped, hemispherical or Saturn shaped.....*Hansenula*
- c. Ascospores oblong with obtuse ends.....*Wickerhamiella*

- 19a. Ascus is sac-like protrusion on a vegetative cell
spores light amber or brown.....*Lipomyces*
b. Not this combination of character's20
- 20a. Abundant true mycelium in addition to budding yeast cells.....21
b. True mycelium scarce or absent.....27
- 21a. The hyphal septa have a dolipore visible under the light microscope
as a small dark dot in the middle of the septum*Ambrosiozyma*
b. Hyphal septa without dolipores22
- 22a. Asci spindle-shaped, vegetative cells lemon-shaped or
Elongate, ascospores with a ledge..... *Arthroascus*
b. not this combination of characters..... 23
- 23a. Asci formed exclusively on the true hyphae.....24
b. Asci not formed exclusively on the true hyphae.....26
- 24a. Asci spherical with a small vegetative apical cell
attached to it.....*Stephanoascus*
b. Asci without apical cell25
- 25a. Ascospores lunate; the wall at the two poles is
thickened and gives the appearance of
appendages.....*Guilliermondella*
b. Ascospores not lunate.....*Saccharomycopsis*
- 26a. Nitrate assimilated.....*Hansenia*
b. Nitrate not assimilated*Pichia*
- 27a. Ascospores needle-shaped, one or two per ascus.....*Metschnikowia*
b. Ascospores spindle-shaped.....28
c. Ascospores of a different shape.....29

- 28a. Ascospores with a whip-like appendage.....*Nematospora*
- b. Ascospores without whip-like appendage; parasitic in intestine of *Drosophila*; not yet in culture*Coccidiascus*
- 29a. Ascospores oval to cylindrical; growth only on media with gaseous CO₂ present; occurrence confined to digestive tract of rabbits and certain other rodents.....*Cyniclomyces*
- b. Not this combination of characters.....30
- 30a. Asci dehiscent.....31
- b. Asci persistent33
- 31a. Ascospores clavate, and warty which may not be visible under the light microscope..... *Clavispora*
- b. Ascospores spherical or ellipsoidal, thick-walled*Sporopachydermia*
- c. Ascospores hat or Saturn-shaped.....*Pichia*
- d. Ascospores reni or crescentiform.....*Kluyveromyces*
- e. Ascospores spherical or ellipsoidal32
- 32a. Fermentation of glucose vigorous.....*Kluyveromyces*
- b. Fermentation of glucose weak, slow or absent*Pichia*
- 33a. Ascospores spherical, warty with an equatorial ledge.....*Schwanniomyces*
- b. Ascospores lentilorm, light brown*Wingca*
- c. Ascospores hat or Saturn shaped.....*Pichia*
- d. Ascospores oblong with obtuse ends; not thick-walled; one, seldom two per ascus*Lodderomyces*
- e. Ascospores spherical or ellipsoidal.....34
- 34a. Conjugation immediately preceding ascus formation35
- b. No conjugation immediately preceding ascus formation.....39
- 35a. Ascospores spherical or ellipsoidal, warty or with Ridges36
- b. Ascospores spherical and smooth.....37

- 36a. Fermentation of glucose vigorous.....*Torulasporea*
 b. Fermentation of glucose not vigorous; usually slow,
 weak or absent*Debaryomyces*
- 37a. Early formation of a pellicle on liquid media.....*Pichia*
 b. No early formation of a pellicle on liquid media
- 38a. Conjugation usually between individual cells*Zygosaccharomyces*
 b. Conjugation usually between a cell and its bud.....*Torulasporea*
- 39a. Early formation of a pellicle on liquid media*Issatchenkia*
 b. No early formation of a pellicle on liquid media.....40
- 40a. Ascospores ellipsoidal, thick-walled.....*Pachytichosporea*
 b. Ascospores spherical or ellipsoidal, not thick-walled.....*saccharomyces*
- 41a. Teliospores formed.....42
 b. Teliospores not formed43
- 42a. Cultures yellow, orange or red due to the presence
 of carotenoid pigments.....*Rhodosporeidium*
 b. Cultures not yellow, orange or red due to the
 presence of carotenoid pigments*Leucosporeidium*
- 43a. Basidiospores formed44
 b. Basidiospores not formed.....46
- 44a. Basidia arranged in synnemata*Chionosporeia*
 b. Basidia not arranged in synnemata45
- 45a. Basidiospores produced in chains on the apex of the basidium.....*Filobasidiella*
 b. Basidiospores produced in a whorl on the apex of the basidium.....*Filobasidium*
- 46a. Cultures pink or red due to the presence of carotenoid Pigment47
 b. Cultures not pink or red due to the presence of carotenoid pigment..... 50

- 47a. Glucose fermented.....*Phaffia*
 b. Glucose not fermented.....48
- 48a. Inositol assimilated*Cryptococcus*
 b. Inositol not assimilated.....49
- 49a. Starch-like compounds formed Yeast-like forms of *Taphrina*
 b. Starch-like compounds not formed*Rhodotorula*
- 50a. Multilateral budding on a broad base combined with the formation of septa;
 no arthrospores.....*Oosporidium*
 b. Multilateral budding, true mycelium and arthrospores 51
 c. Multilateral budding, true mycelium may be formed,no arthrospores 52
- 51a. Sarcina-like agglomerates of cell formed by septation in
 different planes.....*Sarcinosporon*
 b. No formation of sarcina-like agglomerates of cells.....*Trichosporon*
- 52a. Formation of terminal needle-shaped blastospores.....*Aciculoconidium*
 b. No formation of needle-shaped blastospores 53
- 53a. No formation of pseudomycelium, inositol assimilated
 Cryptococcus
 Holtermannia } see *Cryptococcus* key
 Tremella
 b. Not this combination of characters
 Candida
 Trenella } see *Candida* key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้