บทความวิชาการ

ชีววิทยาของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp.

กาญจนา นิรภัย และ เอกชัย ชูเกียรติโรจน์*

บทคัดย่อ

เชื้อราก่อโรค *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. เป็นเชื้อราก่อโรคในพืชและผลไม้ที่สำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะโรคเน่าในผลไม้เศรษฐกิจภายหลังการเก็บเกี่ยว ในปัจจุบันการควบคุมและป้องกันยังนิยมใช้สารเคมี ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค และยังอาจจะก่อให้เกิดสายพันธุ์ที่กลายพันธุ์ได้ การใช้สารธรรมชาติ หรือการควบคุมแบบชีววิธี ซึ่งอาจจะใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ และควรให้ความสำคัญ สำหรับบทความนี้ นอกจากจะกล่าวถึงลักษณะของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. ตลอดจนการก่อโรคในพืชและผลไม้ ยังมุ่งเน้นที่จะอภิปรายถึงการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อราดังกล่าว

คำสำคัญ: *Lasiodiplodia theobromae, Botryodiplodia theobromae* โรคหลังการเก็บเกี่ยว ชีววิธี

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: ekachai@mfu.ac.th

Biology of *Lasiodiplodia* spp.

Kanjana Niraphai and Ekachai Chukeatirote*

ABSTRACT

Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griff. & Maubl. is an important fungal pathogen in several plants and fruits especially postharvest diseases of many economic fruits. At present, use of chemicals such as Benomyl is popular and widely used in preventing and controlling this fungal pathogen. However, the chemical residues remained in fruits and/or the development of *Lasiodiplodia* spp. resistant to chemicals are of great concern. As a result, biocontrol especially the use of antagonistic microbes would be an alternative to serve this purpose. In this article, characteristics, pathogenecity and biocontrol of *Lasiodiplodia* were discussed.

Keywords: *Lasiodiplodia theobromae, Botryodiplodia theobromae,* postharvest disease, biocontrol

School of Science, Mae Fah Luang University

*Corresponding author, e-mail: ekachai@mfu.ac.th

บทนำ

เชื้อราก่อโรค *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. เป็นเชื้อราที่พบอย่างแพร่หลายทั้งในเขตร้อนและกึ่งร้อน โดยทั่วไปแล้วจะแยกเชื้อรานี้ได้จากผลไม้ที่มีอาการเน่าเสียและแผลที่เปลือกของต้นไม้ (wood staining) เชื้อรานี้สามารถก่อให้เกิดโรคในพืชได้มากกว่า 500 ชนิด [1] นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อรา *Lasiodiplodia* เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด อาทิ โรค crown rot ของกล้วย [2, 3] โรคเน่าของมะม่วง พืชในตระกูลส้ม [4] เงาะ [5] ทุเรียน [6] ลิ้นจี่ และลำไย [7] เป็นต้น การเกิดโรคดังกล่าวส่งผลให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตร้อยละ 10-15 และอาจจะเพิ่มมากถึงร้อยละ 30 ในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาหากไม่มีการจัดการที่ดีพอ

สำหรับการควบคุมและการป้องกันโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. ในปัจจุบันก็คือ การใช้สารเคมี ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น acetaldehyde [8] และ sulfhur dioxide [9] อย่างไรก็ตามพบว่ามีปัญหาเรื่องพิษตกค้างของสารเคมีในผลไม้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกลิ่นและรสชาติ นอกจากนี้ ผลกระทบที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเชื้อราก่อโรคให้มีการต้านทานต่อการใช้สารเคมี

การควบคุมโรคด้วยชีววิธีเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ควรจะให้ความสำคัญและเร่งศึกษาวิจัยถึงความเป็นไปได้ในการใช้เป็นมาตรการป้องกันและควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อประโยชน์และความปลอดภัยของผู้บริโภค ด้วยเหตุนี้เองการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อปฏิปักษ์ที่สามารถผลิตสารธรรมชาติมีฤทธิ์ยับยั้งหรือทำลายการเจริญเติบโตของเชื้อราก่อโรค จึงเป็นอีกมาตรการหนึ่งที่สมควรได้รับการศึกษาวิจัย ตลอดจนได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในการควบคุมโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวแทนการใช้สารเคมี ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีรายงานการวิจัยจำนวนมากที่ได้ศึกษาถึงการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวในพืชหลายชนิด เช่น การใช้เชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas syringae, P. fluorescens, P. cepacia* และ *Erwinia herbicola* ในการควบคุมโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวของลิ้นจี่และลำไย [7] การใช้ยีสต์ *Candida saitoana* ในการควบคุมโรคของผลแอปเปิ้ล [10] และยังมีผลการทดลองอีกมากที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้จุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ เช่น actinomycetes และ *Bacillus* spp. ตลอดจนเชื้อราบางชนิด ในการควบคุมและป้องกันโรคภายหลังการเก็บเกี่ยว [11,12]

อนุกรมวิธานของเชื้อรา

เชื้อรา *L. theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (synonyms: *Botryodiplodia theobromae* Lat., *Diplodia natalensis* Pole Evans.) เป็นเชื้อราที่มีความซับซ้อนในการตั้งชื่อ และมีชื่อเรียกได้หลายชื่อเนื่องจากมีรูปร่างหลายแบบ (pleomorphism) สามารถก่อให้เกิดโรคในพืชได้หลายชนิดกระจายทั่วไปในเขตร้อน ในปัจจุบันการจัดลำดับขั้นทางอนุกรมวิธานของเชื้อราชนิดนี้ยังอ้างอิงตามรูปแบบของ Sutton [13] และ Barnett and Hunter [14] ดังรูปที่ 1

Kingdom Fungi
Division Amastigomycota
Subdivision Deuteromycotina
Class Deuteromycetes
Subclass Coelomycetidae
Order Sphaeropsidalel
Family Sphaeropsidaceae
Genus *Lasiodiplodia*
Species *Lasiodiplodia theobromae*

รูปที่ 1 อนุกรมวิธานของเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae*

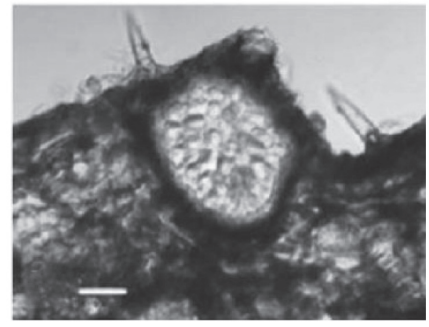
เดิมเชื้อรา *L. theobromae* ถูกจัดให้อยู่ใน Subdivision Ascomycotina, Class Ascomycetes, Order Pleosporales, Family Botryosphaeriaceae และ Genus *Botryosphaeria* โดยมีรายงานที่อ้างถึงระยะ teleomorph ของเชื้อ *L. theobromae* โดยเรียกชื่อว่า *Botryosphaeria rhodina* ในปี 1867 Curtis [15] ได้ทดลองแยกเชื้อ type material ของเชื้อรา *Physalospora rhodina* จากต้น *Rosa rubiginosa* และระบุว่าเป็นเชื้อราชื่อ *Sphaeria rhodina* B. & C. พร้อมกับได้บันทึกชื่อเชื้อรานี้ไว้ในหนังสือ "Geographical and natural history survey of North Carolina" แต่ไม่ได้ลงรายละเอียดเพิ่มเติมไว้แต่อย่างใด ต่อมาภายหลัง Cooke [16] ได้ให้คำนิยามอย่างเป็นทางการของเชื้อราเดียวกันนี้ไว้ในชื่อ *Physalospora rhodina* โดยอ้างอิงจากงานของ Berk and Curtis [15] เนื่องจาก Cooke เป็นบุคคลแรกที่ได้ให้คำนิยามของราชนิดนี้ ดังนั้นในการอ้างอิงถึงราชนิดนี้ในชื่อ *P. rhodina* จึงอ้างถึงภายใต้ชื่อของ Cooke แต่เพียงผู้เดียว ต่อมาในปี 1970 von Arx [17] ได้จัดให้เชื้อราชนิดนี้อยู่ใน Genus *Botryosphaeria* ดังนั้น เชื้อรานี้จึงได้รับการเปลี่ยนชื่อเป็น *B. rhodina* นอกจากนี้ ยังมีรายงานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของระยะ anamorph กับ teleomorph ของเชื้อรา *L. theobromae* โดยในปี 1925 Stevens [18] ได้แยก ascospore ของเชื้อราชนิดหนึ่งจาก cotton stems ในรัฐฟลอริดา โดยคาดว่าอาจจะเป็น *Physalospora gossypina* แต่ก็ยังไม่ได้พิสูจน์ให้แน่ชัด และยังได้แยกเชื้อราในกลุ่มเดียวกับ ascomycetes จากต้นไม้ใน Genera *Hicoria, Ilex, Liquidambar, Quercus* และ *Vitis* ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเชื้อราที่แยกได้จากพืชทุกชนิดที่กล่าวมาสามารถสร้าง conidia ได้จากหนึ่ง ascospore และได้ถูกพิสูจน์ในภายหลังว่าเป็นเชื้อรา *L. theobromae* โดย Stevens [19] เพราะฉะนั้น Stevens จึงเชื่อว่า *P. gossypina* แท้ที่จริงก็คือเชื้อราชนิดเดียวกันกับ *P. rhodina* ที่ถูกอ้างถึงโดย Cooke นั่นเอง อย่างไรก็ตาม ไม่ได้มีรายงานมาสนับสนุนงานวิจัยนี้เพิ่มเติมแต่อย่างใด ต่อมาในปีเดียวกัน Stevens ได้ศึกษาระยะ teleomorph ของเชื้อราชนิดหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดโรค stem end rot *Diplodia* ในพืชตระกูลส้ม และได้ระบุว่าเป็นเชื้อราใน Genus *Physalospora* และแยกเชื้อราชนิดเดียวกันได้จากพืชอีกสองสกุลคือ *Persea* และ *Rosa*

จากการเพาะเลี้ยงเชื้อราที่แยกมาได้ Stevens พบว่า ascospore เดี่ยวของเชื้อราดังกล่าว สามารถสร้าง conidia ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับ conidia ของเชื้อรา *L. theobromae* หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งคือ *P. gossypina* ได้ แต่อย่างไรก็ตาม มีเพียงรายงานของ Stevens เท่านั้นที่อ้างถึงระยะ teleomorph ของเชื้อรา *L. theobromae* ในปี 2006 Crous และคณะ [20] ได้ทำการศึกษาและแสดงให้เห็นว่าเชื้อราที่เดิมจัดอยู่ใน Family Botryosphaeriaceae นี้ยังมีความแตกต่างกันอยู่มากในระดับของ phylogenetic lineages ซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของเชื้อรา จากผลการศึกษาทำให้ Genus *Botryosphaeria* ถูกจำกัดให้มีเชื้อราเพียง 2 ชนิด คือ *B. dothidea* (Moug.: Fr.) Ces. & De Not. และ *B. corticis* (Dermaree & M.S. Wilcox) Arx & E. Müll. แสดงให้เห็นว่าเชื้อราใน Genus *Botryosphaeria* ไม่น่าจะเป็นระยะ teleomorph ของเชื้อรา *L. theobromae* อีกต่อไป

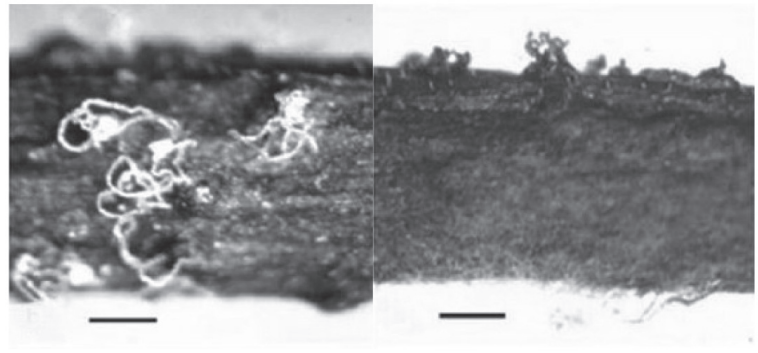
เชื้อราใน Genus *Lasiodiplodia* นอกจากเชื้อรา *L. theobromae* แล้ว ยังมีการค้นพบเพิ่มขึ้นอีกหลายชนิด เช่น ในปี 2004 Pavlic และคณะ [21] ได้รายงานเชื้อราที่ค้นพบใหม่ในชื่อ *L. gonubiensis* Pavlic, Slippers & M.J. Wingf. และในปี 2008 Alves และคณะ [22] ก็ได้รายงานเพิ่มอีก คือ *L. pseudotheobromae* A.J.L. Phillips, A. Alves & Crous และ *L. parva* A.J.L. Phillips, A. Alves & Crous โดยดูจากความแตกต่างของลักษณะสปอร์เชื้อรารวมถึงลักษณะทางพันธุศาสตร์เป็นสำคัญ

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *L. theobromae*

เชื้อรา *L. theobromae* เจริญได้ดีบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) เส้นใยเมื่อยังอายุน้อยมีสีขาวละเอียดและค่อนข้างฟู ซึ่งจะเจริญเต็มจานเพาะเลี้ยงเชื้อหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 วัน เมื่อโคโลนีแก่เส้นใยจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเทาดำ เส้นใยมีผนังกั้น มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยเส้นใยของเชื้อราเมื่ออายุมากจะสร้าง fruiting body ที่เรียกว่า conidiomata แบบ pycnidia ซึ่งอาจมีช่องเดียวหรือหลายช่องก็ได้ (รูปที่ 2 และ 3) [4, 23] ภายในประกอบด้วยเส้นใย paraphyses ใสไม่มีสี (hyaline) รูปร่างเป็นทรงกระบอก (cylindrical) มีผนังกั้น (septate) บางครั้งอาจพบว่ามีการแตกกิ่งก้านสาขา มี conidiogenous cells ใสไม่มีสีเช่นกัน ผนังเซลล์บางและเรียบ รูปร่างเป็นทรงกระบอก มีการแบ่งเซลล์แบบ holoblastic อาจมีการจัดเรียงเซลล์แบบเป็นปล้อง 1-2 ปล้อง (annellations) หรือเรียงตัวในระนาบเดียวกันเพื่อให้มีความหนาแน่นมากขึ้น (periclinal thickenings) [22, 24] โดย conidiogenous cells จะมีหน้าที่ในการสร้าง conidia ซึ่งเป็น asexual spores โดยสร้างอยู่บนปลายของ conidiophores [25] ลักษณะของ conidia เมื่ออ่อนจะมีเพียงเซลล์เดียว ใสไม่มีสี รูปร่างค่อนข้างรีจนถึงค่อนข้างกลม (subovoid to ellipsoid-ovoid) ปลายด้านหนึ่งกลมมน อีกด้านสอบลงคล้ายกรวย บริเวณที่กว้างที่สุดของตัวเซลล์ คือ ช่วงกลาง ไม่มีผนังกั้น ผนังเซลล์หนาและประกอบไปด้วย granular และผนังเซลล์จะยังคงไม่มีสีไปจนกว่าจะถูกปล่อยออกมาจาก pycnidia จากนั้น conidia จึงจะเริ่มสร้างเม็ดสีน้ำตาลเข้ม และสร้างผนังกั้น (septum) 1 ชั้นตรงกลาง ทำให้แบ่งออกเป็น 2 เซลล์ มีรูปร่างรีคล้ายไข่ มีขนาดประมาณ 26.2-27 x 14-14.4 ไมครอน ผนังด้านนอกหนา 2 ชั้น และมีการสร้างเม็ดสีเมลานินบนผิวเซลล์ด้านในเรียงตัวเห็นเป็นริ้วในแนวยาว (รูปที่ 4) [22, 24, 26]



รูปที่ 2 ลักษณะของ pycnidia ของเชื้อรา *L. theobromae* (bar เท่ากับ 40 ไมโครเมตร) [46]

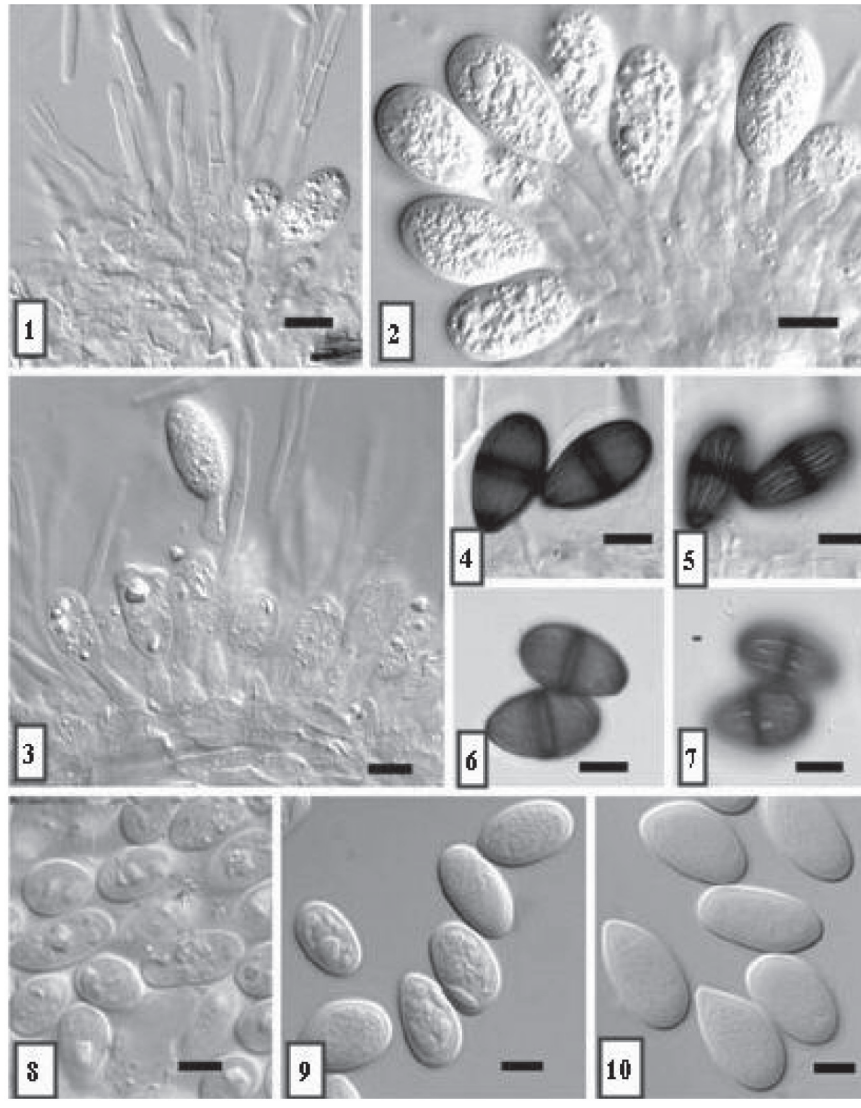


รูปที่ 3 เส้นใยสีขาวกองรวมกันเป็นกลุ่มก้อนของ immature conidia ที่ออกมาจาก pycnidia บริเวณที่ติดเชื้อ (ซ้าย) และ mature conidia (ขวา) (bar เท่ากับ 1 มิลลิเมตร) [46]

ปัจจัยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *L. theobromae*

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *L. theobromae* มีหลายอย่างเช่น แหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน ค่า pH อุณหภูมิ และแสง โดยแหล่งคาร์บอนจะช่วยเร่งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา เส้นใยจะเจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำตาลซูโครส มอลโตส และแป้ง แต่เจริญได้น้อยในอาหารที่มีน้ำตาลฟรักโทส (fructose) ไซโลส (xylose) และเซลลูโลส นอกจากนี้เชื้อรา *L. theobromae* ยังเจริญได้ดีในแหล่งที่มีไนโตรเจนเป็นเคซีน ไฮโดรไลเซท โพแทสเซียมไนเตรท และแอลแอสพาราจีน แต่เจริญได้น้อยใน ดี ฟีนิลอาลานีน และ แอล เมธิโอนีน และค่าความเป็นกรดด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราจะอยู่ในช่วง pH 4-5 และ 7.1 [26] อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อราอยู่ในช่วง 24-30 องศาเซลเซียส ในสภาพธรรมชาติอุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อรา *L. theobromae* สามารถเจริญและก่อให้เกิดโรคในพืชได้ จะเท่ากับ 31.5 องศาเซลเซียส และต่ำสุดคือ 25.9 องศาเซลเซียส [4]

แสงหรือช่วงเวลาในการรับแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีอิทธิพลมากที่สุดต่อการสร้างหรือไม่สร้าง pycnidia ของเชื้อรา *L. theobromae* เพราะเชื้อราชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มของเชื้อราที่ตอบสนองต่อแสง Ultraviolet (UV) และแสงสีน้ำเงิน การที่เชื้อราจะมีการสร้าง pycnidia จะต้องได้รับแสงนานถึง 16 ชั่วโมงต่อวัน หากได้รับแสงน้อยกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลานานเกิน 23 วันจะทำให้เกิดการ



รูปที่ 4 เส้นใย paraphyses (2-3) conidiogenous cells และ conidia ที่ยังอ่อนอยู่ (4-7) conidia แก่ แสดงให้เห็นริ้วของเม็ดสีชัดเจน (9) conidia (bar เท่ากับ 1 ไมโครเมตร) [22]

ยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา [24] แสงที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่จะช่วยกระตุ้นการสร้าง pycnidia คือ 15 ฟุตเทียนต่อเนื่องกันเป็นเวลา 4 วัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้น การสร้าง pycnidia จะมากขึ้นและจะคงที่ที่ความเข้มข้นของแสง 180 ฟุตเทียน ทั้งนี้แสงมีผลต่อการสร้าง pycnidia และ สปอร์ของเชื้อรา แต่ไม่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยของเชื้อราแต่อย่างใด [26]

การสร้างสปอร์หรือ conidia ของเชื้อรา *L. theobromae* เกิดขึ้นได้ยากหรือไม่เกิดขึ้นเลยบนอาหาร PDA ปกติ แต่ในการจัดจำแนกเชื้อราใน Class Deuteromycetes ซึ่งลักษณะเด่นคือการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนั้นจะใช้ลักษณะของสปอร์และการสร้างสปอร์เป็นสำคัญ [27] ซึ่งการชักนำให้เกิดการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *L. theobromae* อาจทำได้โดยการเพาะเลี้ยงราบนผลไม้ที่เป็น host ตามธรรมชาติ

เช่น บนผลกล้วย ผลชมพู่ [28] และทิ้งไว้จนผลไม้มีลักษณะเป็นมัมมี่ คือผิวแห้ง แข็งและมีสีดำ conidiomata จะถูกสร้างขึ้นและฝังตัวอยู่ใน host เพื่อรอที่จะปล่อย mature conidia ออกมาเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสม (รูปที่ 2) อย่างไรก็ตาม มีรายงานการชักนำให้เกิดสปอร์ของเชื้อรา *L. theobromae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้เช่นกัน โดยเติมชิ้นส่วนของ host ของเชื้อราลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น Alves [22] ใช้การเติม poplar twigs ที่ปราศจากเชื้อลงใน 2% potato dextrose (water agar) บ่มที่อุณหภูมิห้องและให้รับแสงธรรมชาติ Pavlic [21] ชักนำให้เกิดสปอร์โดยการเติม pine needles ที่ปราศจากเชื้อลงในอาหาร 2% malt extract (water agar) บ่มที่ 25 องศาเซลเซียส และให้รับแสง near UV จึงจะสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างสปอร์ได้

โรคที่เกิดจากเชื้อรา *L. theobromae*

เชื้อรา *L. theobromae* สามารถก่อให้เกิดโรคกับพืชได้มากกว่า 500 ชนิด [1] โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมตามตารางที่ 1 และการเกิดโรคสามารถพบได้ทั่วทุกภูมิภาคของโลกโดยพบได้มากที่สุดในเขตร้อนและกึ่งร้อน เชื้อราชนิดนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดโรคในผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวซึ่งส่วนใหญ่จะอ่อนแอต่อจุลินทรีย์สาเหตุโรคทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทางด้านการเกษตรอย่างมาก โรคพืชที่พบหลังเก็บเกี่ยวมักมีสาเหตุจากเชื้อโรคแอบแฝงในระยะแปลงปลูกตั้งแต่ในระยะติดดอกแต่จะยังไม่แสดงอาการให้ปรากฏ ลักษณะอาการของโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวจะปรากฏให้เห็นในขั้นตอนใดก็ได้เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อโรคนั้นๆ การเข้าทำลายหลังการเก็บเกี่ยวของเชื้อรา *L. theobromae* จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดแผลที่ผิวของผลไม้ โดยเชื้อราจะเข้าทำลายทางบาดแผล สปอร์ของเชื้อราอาจจะติดมากับผิวผลไม้ กิ่ง ก้าน หรือ บริเวณขั้วผลตั้งแต่อยู่ในสวนหรือแปลงปลูก และสามารถเข้าทำลายผลไม้ทางรอยตัดบริเวณขั้วผล โดยเฉพาะเมื่อผลไม้เริ่มสุก การลุกลามของเชื้อราจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและลามไปทั่วทั้งผล ทำให้เกิดผลเน่า บางครั้งพบ fruiting body ของเชื้อราเป็นจุดดำบนแผลของผลไม้ [29, 30]

สำหรับโรคพืชภายหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *L. theobromae* ในผลไม้และพืชชนิดต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่

1. โรค stem end rot ในผลไม้หลายชนิด เช่น ในอาโวคาโด เชื้อราสามารถมีชีวิตอยู่ได้บนใบไม้แห้งและตามกิ่งก้านของต้นอาโวคาโดและสร้างสปอร์ออกมาเป็นจำนวนมาก ในช่วงฤดูฝนสปอร์ของเชื้อราส่วนหนึ่งจะถูกพัดพาไปติดอยู่บนผลอาโวคาโด ขอบเขตของการระบาดของเชื้อราจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยเชื้อรา *L. theobromae* จะเจริญงอกงามได้ดีในภาวะที่อากาศร้อน สปอร์ของเชื้อราเหล่านี้จะยังไม่ทำอันตรายแก่ผลอาโวคาโดจนกว่าจะถึงระยะที่เหมาะสมคือ เมื่อผลเริ่มสุกและเนื้อผลไม้เริ่มจะนิ่ม [31] ในมะละกอการเกิดโรค stem end rot จะเกิดขึ้นในระยะหลังการเก็บเกี่ยวเช่นกัน โดยการเข้าทำลายจะเริ่มตั้งแต่ผลเริ่มสุก เส้นใยของเชื้อราจะเจริญปกคลุมไปทั่วทั้งผล และลามเข้าไปถึงเนื้อใน ผลจะเริ่มเน่า ฉ่ำน้ำและผิวเหี่ยว เมื่อตัดผลมะละกอตามยาวจะเห็นเนื้อเยื่อข้างในเปลี่ยนเป็นสีดำลามมาถึงผิวนอกและแห้งแข็งในที่สุด อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญบนผลมะละกอคือ 30 องศาเซลเซียส กอปรกับมีความชื้นร่วมด้วย นอกจากจะก่อโรคในผลมะละกอแล้วยังมีรายงานการก่อให้เกิดโรคเน่ากับต้นมะละกอ “Sunrise solo” ในประเทศบราซิลอีกด้วย [32] โรค stem end rot ในพืชตระกูลส้มก็เช่นกัน เมื่อติดเชื้อเปลือกผลไม้จะนิ่มและบางลง สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อผ่าออกจะเห็นอาการ

เน่าลามไปถึงแกนผล และขอบของถุงน้ำ (juice sacs) เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะนิ่มและเน่าไปทั่วทั้งผล การเกิดโรค stem end rot ในมะม่วงเชื้อราอาจติดมากับใบกล้วยแห้งที่ใช้รองมะม่วงในขณะขนส่ง โดยการเข้าทำลายจะเข้าทำลายที่บาดแผลบริเวณขั้วผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว [4] ทำให้เกิดรอยช้ำสีน้ำตาลเข้มไปจนถึงสีดำเห็นขอบรอยช้ำชัดเจน บริเวณบาดแผลจะอ่อนนุ่ม ชื้นและเริ่มมีอาการเน่า ต่อมาเชื้อราจะสร้าง pycnidia สีดำ เป็นจำนวนมากมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า [34] นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดโรคผลเน่าของเงาะ โดยหลังจากการติดเชื้อรา ขนและเปลือกของเงาะจะมีอาการช้ำและเหี่ยวย่น ขนของเงาะจะเปลี่ยนเป็นสีดำ เกิดการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วการติดเชื้อและการเข้าทำลายเป็นแบบแอบแฝงเช่นเดียวกับผลไม้ชนิดอื่น [5, 28] ก่อให้เกิดโรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยวในทุเรียน โดยทุเรียนมักติดเชื้อมาตั้งแต่ในระยะแปลงปลูก เชื้อราจะคงความมีชีวิตบนผลทุเรียนที่ถูกตัดแต่งและทิ้งผลไว้ที่โคนต้นจนผลแก่เต็มที่ เชื้อรา *L. theobromae* ก่อโรคกับทุเรียนได้ดีและมีความรุนแรงของโรคสูง แผลในระยะแรกปรากฏเป็นรอยสีน้ำตาลมีลักษณะนิ่ม ต่อมาเมื่อแผลขยายมากขึ้น ปรากฏส่วนเส้นใยของเชื้อสีเทาปนเขียวขึ้นฟูบริเวณแผล อาการเน่าจะลามบริเวณผิวลงไปจนถึงส่วนเนื้อของทุเรียน เชื้อราจะสร้าง pycnidia ฝังอยู่ในเนื้อเยื่อของเปลือก บริเวณที่เกิดอาการ โดยมีส่วนปากเปิดโผล่ออกมาจากบริเวณผิวเปลือก และปล่อย conidia สีดำ ออกมาบริเวณปากเปิดของ pycnidia ทำให้เห็นเป็นเขม่าสีดำ [6,35]

2. โรค finger tip หรือ black tip rot และ crown rot ในกล้วย โดยเชื้อราจะเข้าไปทำลายผลกล้วยทางบาดแผลในระยะเก็บรักษา โรคนี้ระบาดในหลายประเทศ ได้แก่ อินเดีย อเมริกากลาง ฟิลิปปินส์ และไต้หวัน ลักษณะเด่นของโรคคือจะมีเส้นใยสีเทาดำเจริญปกคลุมไปทั่ว การติดเชื้อจะติดเชื้อบริเวณบาดแผลสดหลังจากการตัดแต่งหวีกล้วยเส้นใยของเชื้อราจะเจริญบนแผลบริเวณรอยตัด และลามไปทั่วทั้งผลทำให้สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำจนถึงดำ ในกรณีของโรค crown rot จะเปลี่ยนขั้วหวีให้กลายเป็นสีดำ นอกจากนี้ เชื้อรายังสามารถบุกรุกเข้าทางบาดแผลหรือเนื้อเยื่อที่ฉีกขาด ลามเข้าไปจนถึงเนื้อกล้วยทำให้เนื้อผลไม้เปลี่ยนเป็นสีดำ ผิวด้านนอกส่วนที่ติดเชื้อจะกลายเป็นสีดำ แห้งแข็ง และสร้าง pycnidia กระจายอยู่ทั่ว เชื้อราเจริญอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เกิดการเน่าเสียภายใน 2-3 วัน [3, 36, 37]

3. โรค soft watery rot ในฝรั่ง การติดเชื้อเริ่มจากผิวของฝรั่งมีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลช้ำ เริ่มตั้งแต่ปลายก้านลามไปเลื่อยๆ จนถึงด้านล่างของผลและทั่วทั้งผล ในที่สุดเมื่อทิ้งไว้จะมีการสร้าง pycnidia กระจายทั่วผิวเปลือกและเกิดอาการนิ่มและฉ่ำน้ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส การงอกของสปอร์จะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส และพบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สปอร์ของเชื้อราจะไม่เกิดการงอก [38]

นอกจากการก่อให้เกิดโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ เชื้อรา *L. theobromae* ยังสามารถก่อให้เกิดโรคกับส่วนอื่นๆ ของต้นไม้ได้ เช่น โรคยอดแห้งตาย (die-back) ซึ่งพืชที่ติดเชื้อโรคจะมีอาการแห้งตายที่เริ่มจากปลายยอด ปลายกิ่ง หรือปลายก้าน แล้วลุกลามมายังส่วนกิ่งก้านสาขาและลามมาถึงโคนต้นของพืช มักจะเกิดขึ้นในระยะที่ต้นไม้อยู่ในระยะพักตัว พบโรคระบาดนี้ได้ในสวนผลไม้ เช่น สวนมะม่วงหรือในต้นไม้ประเภทสน [39] และยังเป็นสาเหตุให้เกิดโรคยางไหล (Gummosis) กับต้นไม้อีกหลายชนิด เช่น ในประเทศญี่ปุ่นก่อให้เกิดโรคยางไหลกับต้นพีช (peach) และแอพริคอต (apricot) [40] ในประเทศไทยพบโรคยางไหลเกิดกับต้นส้มเขียวหวาน ลักษณะอาการของโรคคือ โคนต้นมีน้ำยางสีน้ำตาลไหลออกมาเมื่อแกะเปลือกต้นไม้ออก บริเวณที่มียางไหลจะมีลักษณะเป็นแอ่งบุ๋ม เนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นโรค

จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมียางแห้งแข็งเกาะที่ต้น มักจะพบยางไหลมากในตอนเช้าตรู่หรือฝนตก ต้นหรือกิ่งแสดงอาการยางไหลภายหลังจะเกิดเนื้อเยื่อเน่าลุกลามแห้งตาย ต้นส้มมีกิ่งตายเป็นหย่อมๆ เชื้อราเจริญลุกลามไปตามก้านผล หรือลามเข้าทางขั้วผล ทำให้ขั้วผลส้มเน่าเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ต่อมาจะสร้าง pycnidia มากมาย พืชในตระกูลส้ม ได้แก่ ส้มโอ ส้มเขียวหวาน และมะนาวมักแสดงอาการเป็นโรคนี้ การแพร่ระบาดสปอร์ของเชื้อราเกิดจากการแพร่กระจายตามลม ฝน หรือ ติดไปกับเครื่องมือทางการเกษตร เชื้อราสามารถเข้าสู่แผลที่โคนต้นได้ โดยการกระเซ็นจากพื้นดิน หลังจากที่ทำให้กิ่งตายเชื้อราจะลุกลามสู่ผลส้มและทำให้ผลร่วง [41]

นอกจากนี้ เชื้อรา *L. theobromae* ยังสามารถก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ได้ด้วย โดยก่อให้เกิดโรคกระจกตาอักเสบจากเชื้อรา (keratitis) โรคเชื้อราที่เล็บ (onychomycosis) และโรคผิวหนังที่เกิดจากเชื้อรา (subcutaneous phaeohyphomycosis) อีกด้วย โดยมีรายงานการติดเชื้อจากการเกิดบาดแผลที่สัมผัสกับส่วนของพืช เช่น ไม้ที่มีเชื้อราอยู่แต่พบได้ไม่มากนัก [42]

การควบคุมโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *L. theobromae*

การควบคุมป้องกันด้วยวิธีทางกายภาพ

การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวทางกายภาพนั้น อาจควบคุมโดยการใช้อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิสูง การฉายรังสี รวมถึงการรักษาความสะอาดระหว่างการเก็บรักษา ตัวอย่างการใช้ความเย็นในการป้องกันไม่ให้เกิดการระบาดของโรค เช่น การเก็บรักษาผลฝรั่งที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *L. theobromae* ได้ แต่อาจมีปัญหาว่าหากเก็บรักษาผลฝรั่งที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสแล้วนำออกมาที่อุณหภูมิปกติหรืออุณหภูมิห้อง อาจจะกลายเป็นการเพิ่มอาการเน่าให้เกิดมากขึ้นได้ [38] การเก็บรักษาลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถเก็บรักษาลำไยได้นานถึง 12 วันโดยที่คุณภาพของลำไยยังดีอยู่ [43] แต่อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิต่ำอาจทำให้เชื้อราเจริญช้าลงแต่ไม่สามารถกำจัดเชื้อราได้ สาเหตุที่เชื้อราฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อนั้นเพียงเพื่อชะลอการสุกและการเสื่อมสภาพของผลไม้เท่านั้น การใช้อุณหภูมิสูงในการควบคุมโรคอาจจะใช้ในรูปของอากาศร้อน อากาศชื้นร้อน หรือน้ำร้อน การใช้น้ำร้อนในการควบคุมการก่อโรคของผลผลิตมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้สารเคมีคือไม่มีสารพิษตกค้าง เช่น การควบคุมเชื้อรา *L. theobromae* ในผลมะละกอหลังการเก็บเกี่ยวสามารถใช้วิธีการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48 - 49 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ก็สามารถควบคุมโรคได้ในระดับหนึ่ง [4, 32] แต่การใช้น้ำร้อนก็มีข้อเสียเช่นเดียวกับการใช้ความเย็นคือไม่สามารถควบคุมในระยะยาวได้ นอกจากนี้ ผลไม้หลายชนิดไม่สามารถถูกน้ำได้ภายหลังการเก็บเกี่ยว เพราะจะทำให้เกิดความเสียหาย เช่น ผลสตรอเบอรี่ ซึ่งอาจทดแทนด้วยการใช้ความร้อนชื้น หรือการใช้รังสีในการควบคุมโรค แต่การใช้รังสีในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวนั้นไม่แพร่หลายและมักมีผลข้างเคียงต่อคุณภาพของผลิตผล เช่น การสุกที่ผิดปกติการใช้รังสีกับผลไม้เมืองร้อน เช่น มะละกอ และมะม่วงให้ผลดีในแง่การป้องกันโรค แต่มักไม่คุ้มค่าเพราะมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก [32]

การควบคุมป้องกันด้วยวิธีทางเคมี

การควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวโดยวิธีทางเคมีนั้น นับว่าเป็นวิธีหนึ่งที่ให้ผลดีและประหยัดค่าใช้จ่าย การใช้สารเคมีอาจใช้ในรูปของการฉีดพ่น หรือใช้วิธีการจุ่มผลไม้ลงในสารเคมี ใช้แว๊กซ์เคลือบ หรือใช้การรมด้วยสารเคมีที่อยู่ในรูปก๊าซ เป็นต้น การควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อรา *L. theobromae* โดยใช้สาร เคมี อาทิเช่น การควบคุมเชื้อราในทุเรียน ใช้สาร imzalil เข้มข้น 500 ppm ชุบนาน 3 นาที จะให้ผลในการควบคุมโรคผลเน่าได้ดีที่สุดโดยลดความเสียหายลดจากร้อยละ 42 ลงมาเหลือเพียงร้อยละ 8 [6] การควบคุมโรคในฝรั่งหลังจากการเก็บเกี่ยวใช้วิธีจุ่มผลลงชุบสารเคมีเช่นกันโดยใช้สารเคมี 2 ชนิดคือ ชุบสาร imzalil เข้มข้น ร้อยละ 0.1 ก่อนแล้วจึงตามด้วย benomylis เข้มข้นร้อยละ 0.1 พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้สูงสุด [4] การควบคุมโรคในมะละกอ มีการใช้สารเคมีร่วมกับวิธีทางกายภาพได้แก่ ใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 48.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3-4 ชั่วโมง ร่วมกับการจุ่มหรือชุบผลด้วย thiabendazole (4 กรัมต่อลิตร) [4] สามารถควบคุมโรคเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ดี

ในประเทศไทยมีการควบคุมโรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยโดยการรมด้วยก๊าซ sulfer dioxide ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นระยะๆ ระหว่างการเก็บรักษา สามารถลดอาการเน่าเสียของผลลำไยทำให้สามารถเก็บรักษาลำไยได้นาน 1-1.5 เดือน แต่อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีผลกระทบต่อผลลำไยคือ ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่เปลือกด้านในของลำไยลักษณะมองเห็นเป็นวงสีน้ำตาล [44] นอกจากนี้แล้ว ยังมีรายงานว่าการควบคุมด้วยการจุ่มผลลำไยในสาร acetaldehyde เข้มข้นร้อยละ 40 นาน 12 ชั่วโมง สามารถฆ่าเส้นใยของเชื้อราก่อโรคได้ แต่ไม่เหมาะที่จะใช้ในทางการค้า เนื่องจากระดับความเข้มข้นที่ใช้ได้ผลมีผลต่อคุณภาพของผลลำไยโดยทำให้สีเปลือกด้านในของผลมีสีเข้มขึ้นและเนื้อผลไม้เหลืองเข้มขึ้นเช่นกัน รวมถึงมีกลิ่นตกค้างในผลอีกด้วย [8] ในพืชตระกูลส้มมีการควบคุมโดยใช้สารเคมีที่ชื่อ 2,4-dichlorophynoxyacetic acid แต่สารเคมีตัวนี้เป็นยาฆ่าเชื้อราที่มีความเป็นพิษสูงก่อให้เกิดอาการระคายเคืองผิวหนัง ตา และระบบทางเดินหายใจ [4] หากใช้ในปริมาณมากอาจเป็นอันตรายต่อเกษตรกรได้ นอกจากนี้ ยังมีสารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมโรคในกล้วย คือ benomyl เข้มข้นร้อยละ 0.08 แต่ในปัจจุบัน US environment protection authority ได้ระบุว่าสาร benomyl อาจเป็นตัวการหนึ่งที่ก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ [33] จึงเป็นปัญหาใหญ่ของการใช้สารเคมี และเป็นเหตุให้ในปัจจุบันมีความพยายามที่จะหาแนวทางใหม่เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่เป็นพิษต่อมนุษย์และมีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม

การจัดการสภาวะแวดล้อม

นอกจากการควบคุมทางด้านฟิสิกส์และเคมีแล้ว การจัดการสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมจะสามารถช่วยควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน การจัดการสภาวะแวดล้อม เช่น การควบคุมอุณหภูมิในห้องเก็บรักษาหรือระหว่างการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวให้มีระดับต่ำจะช่วยลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางเมตาโบลิซึมของทั้งผลไม้และเชื้อรา สามารถชะลอการสุกของผลไม้ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการอ่อนแอต่อโรคเน่า และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ไม่ให้เหมาะกับการเจริญของเชื้อราจะช่วยลดสาเหตุของการเกิดโรคเน่าอีกด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไปประมาณร้อยละ 98-100 จะก่อให้เกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้มากที่สุดจึงควรควบคุมความชื้นในบรรยากาศของห้องเก็บรักษาให้อยู่ประมาณร้อยละ 95 นอกจากนี้ การควบคุมสภาพบรรยากาศ ควบคุมปริมาณก๊าซออกซิเจน ให้ลดต่ำลงและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้นจะช่วยลดปริมาณของโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณสูงจะช่วยลดการเจริญของเชื้อราได้มากขึ้น [30]

การควบคุมโดยชีววิธี

การควบคุมโดยชีววิธี หมายถึง การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่สามารถควบคุม หรือยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae* มีรายงานการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในประเทศไทย เช่น ทัศนวรรณ และ คณะ [5] ทำการแยกจุลินทรีย์จากผิวพืช และพบว่าเป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (ไม่ระบุชนิด) ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae* ได้ 25 ไอโซเลท และมีจำนวน 10 ไอโซเลท ที่มีผลต่อการงอกของสปอร์รา จุลินทรีย์จำนวน 7 ไอโซเลท ทำให้ germ tube ของรามีลักษณะบวมพองผิดรูปร่าง และอีก 3 ไอโซเลท ทำให้การงอกของสปอร์ลดลง จากร้อยละ 82.2 เป็นร้อยละ 63.2 จากการทดสอบกับผลเงาะพบว่า สามารถลดความรุนแรงของโรคลงได้ร้อยละ 52-78 เมื่อปลูกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ลงบนแผลของเงาะก่อนปลูกเชื้อรา อุดม และคณะ [28] ได้แยก phylloplane yeasts ที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติมายับยั้งการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ โดยทำการศึกษาผลของเชื้อยีสต์ปฏิปักษ์ต่อการเจริญของเส้นใย และการงอกของสปอร์เชื้อรา *L. theobromae* พบว่ามีเชื้อยีสต์ปฏิปักษ์จำนวน 37 ไอโซเลท จากเชื้อยีสต์ทั้งหมด 721 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราได้ และเชื้อยีสต์ปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 44-16/2 เป็นเชื้อยีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราให้ลดลงเหลือร้อยละ 34.97 จากร้อยละ 79.39 [44] นอกจากนี้ เมื่อทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคขั้วหวีเน่าบนกล้วยหอมทอง โดยใช้เชื้อยีสต์ 11 ชนิด ทดสอบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่าการใส่เชื้อยีสต์ก่อนเชื้อรา 24 ชั่วโมง สามารถควบคุมโรคหวีเน่าได้ดีกว่าการใส่เชื้อยีสต์พร้อมหรือหลังเชื้อรา 24 ชั่วโมง โดยเชื้อยีสต์ *Endomycosis fibuligera* มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุม และลดความรุนแรงของโรคได้ถึงร้อยละ 82.7 [45]

ในต่างประเทศ ได้มีรายงานการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิดนี้เช่นกัน อาทิ Mortuza and Ilag [2] ได้คัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 15 ไอโซเลท มาทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae* โดยใช้เทคนิค dual culture และศึกษาการเป็นปรสิตของเชื้อรา *T. hazainum* และ *T. viride* ต่อเชื้อรา *L. theobromae* โดยดูจากเกลียวของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ขดเป็นเกลียวรอบเส้นใยของ *L. theobromae* ทำให้เกิดความผิดปกติของรูปร่างของเส้นใย เช่น เกิดการบวมโป่งพอง หรือ หดสั้นลง หรือ กลมมน เกิดการรวมตัวเป็นกรานูล (granulation) ภายในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) และเกิดการเสียโครงสร้าง (disintegration) ของผนังเซลล์ของเชื้อรา *L. theobromae* อีกด้วย จากการทดลองกับผลกล้วยพบว่าเชื้อรา *T. viride* สามารถลดการเน่าเสียได้ร้อยละ 29.07 ถึง 65.06 การใส่เชื้อ *T. viride* กับผลกล้วยเป็นเวลา 14 ชั่วโมงก่อนเชื้อรา *L. theobromae* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งมากกว่าการใส่ไปพร้อมกันหรือ หลังจากใส่เชื้อรา *L. theobromae* ไปแล้ว 14 ชั่วโมง นอกจากนี้ Sivakumar et al. [45] ได้แยกเชื้อราปฏิปักษ์ *T. hazainum* (TrH 40) ได้จากผิวพืชในสวนเงาะ และพบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคสามชนิด รวมถึงเชื้อรา *L. theobromae* ที่เป็นสาเหตุของโรค stem end rot ในเงาะ สามารถลดการเจริญของเส้นใยได้ถึงร้อยละ 68 โดยการยับยั้งเกิดขึ้นทั้งในแบบเป็นปรสิตแท้และการสร้างสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อก่อโรคโดยการทำลายผนังเซลล์ คือ glucanase และ chitinase ผลการทดสอบสามารถรักษาคุณภาพ และสีของผลไม้ได้ดี นอกจากนี้ ยังมีการแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* จากมูลสัตว์ (cowdung) และพบว่าแบคทีเรีย *B. subtilis* ที่แยกได้นี้สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *L. theobromae (B. theobromae)*

ที่แยกได้จากแผลเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวของ yam tuber ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เพาะเลี้ยงด้วยกันแบบ dual culture ได้อย่างสมบูรณ์ เชื้อราก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ กระบวนการยับยั้งของแบคทีเรียปฏิปักษ์คาดว่า เป็นการแย่งสารอาหารและพื้นที่ในการเจริญ โดย *B. subtilis* สามารถเจริญได้รวดเร็วกว่ามากและเจริญเต็มพื้นที่ของจานอาหารเลี้ยงเชื้อจนทำให้เชื้อรา *L. theobromae* ไม่สามารถเจริญได้ [46]

สรุป

เชื้อราก่อโรค *L. theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. เป็นเชื้อราก่อโรคในพืชและผลไม้ที่สำคัญ นอกจากการควบคุมและป้องกันด้วยวิธีการใช้สารเคมีแล้ว การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าจะได้รับการวิจัยและพัฒนา ถึงแม้ว่า ยังมีงานวิจัยในด้านนี้ค่อนข้างจำกัด แต่ก็มีผลการทดลองที่ยืนยันว่ามีจุลินทรีย์ปฏิปักษ์หลายๆ ชนิดที่อาจจะมีศักยภาพในการใช้เป็นมาตรการควบคุมและป้องกันการเกิดโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวในผลไม้จากเชื้อราดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

1. Cedeno, L., Mohali, S., and Palacios-Pru, E. 1996. Ultrastructure of *Lasiodiplodia theobromae* Casual Agent of Caribbean Pine Blue Stain in Venezuela. *Interciencia* 21: 264-265.
2. Mortuza, M. G., and Ilag, L. L. 1999. Potential for Biocontrol of *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. in Banana Fruits by *Trichoderma* Species. *Biological Control* 15: 235-240.
3. Anthony, S., Abeywickrama, K., Dayananda, R., Wigeratnam, S. W., and Arambewela, L. 2004. Fungal Pathogens Associated with Banana Fruit in Sri Lanka, and Their Treatment with Essential Oils. *Mycopathologia* 157: 91-97.
4. Singh, R. S. 2000. Diseases of Fruit Crops. 1st Edition. New Delhi. Science Publishers, Inc. p. 308.
5. ทัศนวรรณ ศรีวะอุไร นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง สมศิริ แสงโชติ ชลิดา เล็กสมบูรณ์ จริงแท้ ศิริพานิช และอุดม ฟ้ารุ่งสาง. การยับยั้งรา *Lasiodiplodia theobromae* สาเหตุโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะโดยจุลินทรีย์ที่ได้จากทรงพุ่ม. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 สาขาพืช. 3-6 กุมภาพันธ์ 2547. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
6. สมศิริ แสงโชติ รัติยา พงศ์พิสุทธา และรณภพ บรรเจิดเชิดชู. 2539. โรคที่เกิดกับผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 สาขาพืช ประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 148-152.
7. ประพันธ์ โอสถาพันธุ์ ชาญณรงค์ ดวงสะอาด วรวรรณ ชาลีพรหม และศมาพร แสงยศ. 2544. การควบคุมโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยและลิ้นจี่โดยชีววิธี. รายงานผลงานวิชาการประจำปี 2544 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคเหนือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
8. วรุณรักษ์ ราศรีนวล. 2539. การควบคุมการเน่าเสียของผลลำไย (*Dimocarpus Longan* Lour spp. *Longan* var. *Longan*) หลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารอะเซทัลดีไฮด์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

9. พรพิมล อธิปัญญาคม, ลักษณ์ วงศ์หิรัญภิญโญ พัฒน์พงค์ ภัทรโกศล และศรีสุรางค์ ลิขิตเอกราช. 2546. การจำแนกชนิดเชื้อ สาเหตุ และความรุนแรงของโรคลำไย. กรุงเทพฯ. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.
10. El-Ghaouth, A., Smilanick, J. L., Brown, G. E., Ippolito, A., Wisniewski, M., and Wilson, C. L. 2000. Application of *Candida* saitoana and Glycolchitosan for the Control of Postharvest Diseases of Apple and Citrus Fruit under Semi-Commercial Conditions. *Plant Disease* 84: 243-248.
11. Fravel, D. 2005. Commercialization and Implementation of Biocontrol. *Annual Review of Phytopathology* 43: 337-359.
12. Janisiewicz, W., and Korsten, L. 2002. Biological Control of Postharvest Diseases of Fruits. *Annual Review of Phytopathology* 40: 411-441.
13. Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetetes. Kew. CABI Publishing. p. 696.
14. Barnette, H. L., and Hunter, B. B. 1987. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. New York. Macmillan Publishing Company.
15. Curtis, M. A. 1867. Geological and Natural History Survey of North Carolina. Part III: Botany Containing a Catalogue of the Indigenous and Naturalized Plants of the State. p. 148.
16. Baker, K. J., and Cook, R. J. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. San Francisco, California. W. H. Freeman and Co. p. 433.
17. Von Arx, J. A. 1970. The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture. Germany. Lubrecht & Cramer Ltd. p. 288.
18. Stevens, N. E. 1925. The Life History and Relationships of *Diplodia gossypina. Mycologia* 17: 191-201.
19. Stevens, N. E. 1926. Two Species of Physalospora on Citrus and Other Hosts. *Mycologia* 18: 206-217.
20. Crous, P. W., Slippers, B., Wingfield, M. J., Rheeder, J., Marasas, W. F. O., Phillips, A. J. L., Alves, A., Burgess, T., Barber, P., and Groenewald, J. Z. 2006. Phylogenetic Lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in Mycology* 25: 235-253.
21. Pavlic, D., Slippers, B., Coutinho, T. A., Gryzenhout, M., and Wingfield, M. J. 2004. *Lasiodiplodia gonubiensis* sp. nov., a New *Botryosphaeria* Anamorph from Native *Syzygium cordatum* in South Africa. *Studies in Mycology* 50: 313-322.
22. Alves, A., Crous, P. W., Correia, A., and Phillips, A. J. L. 2008. Morphological and Molecular Data Reveal Cryptic Speciation in *Lasiodiplodia theobromae. Fungal Diversity* 28: 1-13.
23. สุจิรา รวมเงาะ. 2543. การควบคุมโรคผลเน่าของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum gleosporioides, Lasiodiplodia theobromae* และ *Phomopsis* sp. หลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

24. Cilliers, A. J., Swart, W. J., and Wingfield, M. J. 1993. A Review of *Lasiodiplodia theobromae* with Particular Reference to its Occurrence on Coniferous Seeds. *Southern African Forestry Journal* 166: 47-52.
25. Stover, R. H. 1972. Banana, Plantain and Abaca Disease. London. Kew. Commonwealth Mycological Institute.
26. สุมิตรา แสงวนิชย์. 2547. การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. บนกล้วยหอมทอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
27. Baird, R. E. 2004. Deuteromycota: the Imperfect Fungi. In: Trigiana, R. N., Windham, M. T. and Windham, A. S., Editors. Plant Pathology Concepts and Laboratory Exercise. New York. CRC Press. p. 133-139.
28. อุดม ฟ้ารุ่งสาง นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง ทัศวรรณ ศรีวะอุไร และ สมศิริ แสงโชติ. 2548. การสำรวจและการคัดเลือกยีสต์จากธรรมชาติที่ต่อต้านรา *Lasiodiplodia theobromae* สาเหตุโรคผลเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ. *Postharvest Newsletter* 4: 4.
29. สารสนเทศอารักขาพืช “โรคฝรั่ง”. โรคผลเน่า. 2551. แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th
30. ดนัย บุญเกียรติ และ ประสาทพร สมิตมาน. 2534. โรคพืชวิทยา. เชียงใหม่. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
31. Marais, L. J. 2004. Avocado Diseases of Major Importance Worldwide and their Management. In: Naqvi, S. A. M. H., Editor. Diseases of Fruits and Vegetables Diagnosis and Management. Volume II (1st edition). Dordrecht, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. p. 1-36.
32. Ventura, J. A., Costa, H., and Tatagiba, J. D. S. 2004. Papaya Diseases and Integrated Control. In: Naqvi, S. A. M. H., Editor. Diseases of Fruits and Vegetables Diagnosis and Management. Volume II (1st edition). Dordrecht, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. p. 201-268.
33. U. S. EPA. Benomyl; Cancellation Order. Available from http://www.epa.gov/EPA-PEST/2001/August/Day-08/p19572.htm. 7 August 2009.
34. อุราภรณ์ สอาดสุด วิชชา สอาดสุด และ โสภณ สิงห์แก้ว. 2546. การประเมินความเสียหายในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว. รายงานวิชาการ สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
35. สมศิริ แสงโชติ รัติยา พงศ์พิสุทธา และ รัตนา อเนกธนโชติ. 2543. การเปลี่ยนแปลงของเชื้อ ความมีชีวิต แหล่งของเชื้อรา สาเหตุโรคผลเน่าของทุเรียนและการควบคุม. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 สาขาพืชและสาขาส่งเสริมนิเทศศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
36. Alvindia, D. G., Kobayashi, T., Natsuaaki, K. T., and Tanda, S. 2004. Inhibitory Influence of Inorganic Salts on Banana Postharvest Pathogens and Preliminary Application to Control Crown Rot. *Journal of General Plant Pathology* 70: 61-65.

37. Raut, S. P., and Renade, S. 2004. Diseases of Banana and their Management. In: Naqvi, S. A. M. H., Editor. Diseases of Fruits and Vegetables Diagnosis and Management. Volume II (1st edition). Dordrecht, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. p. 37-52.
38. Srivastava, M. P., and Mehra, R. 2004. Diseases of Minor Tropical and Sub-Tropical Fruits and Their Management. In: Naqvi, S. A. M. H., Editor. Diseases of Fruits and Vegetables Diagnosis and Management. Volume II (1st edition). Dordrecht, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. p. 559-632.
39. Li, H. Y., Cao, R. B., and Mu, Y. T. 1995. In Vitro of *Botryosphaeria dothida* and *Lasiodiplodia theobromae,* and Chemical Control of Gummosis Disease of Japanese Apricot and Peach Trees in Zhejiang Province, China. *Crop Protection* 14: 187-191.
40. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สถิตินำเข้าและส่งออก. 2551. ได้จาก http://www.oae.go.th/oae_website. 7 สิงหาคม 2552.
41. Summerbell, R. C., Krajden, S., Levine, R., and Fuksa, M. 2004. Subcutaneous Phaeohyphomycosis Caused by *Lasiodiplodia theobromae* and Successfully Treated Surgically. *Medical Mycology* 42: 543-547.
42. กัลยา วิธี. 2540. ผลของสารประกอบคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตต่อคุณภาพและการควบคุมเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp. และ *Pestalotiopsis* sp. บนลำไยหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
43. สมศิริ แสงโชติ และสุมิตรา แสงวนิชย์. 2548. การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคขั้วหวีเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* บนกล้วยหอมทอง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
44. Sivakumar, D., Wijesundera, R. L. C., Marikar, F. M. T., and Abeyesekere, M. 2000. Antagonistic Effect of *Trichoderma harzianum* on Postharvest Pathogens of Rambutan *(Nephelium lappaceum). Phytoparasitica* 28: 1-6.
45. Swain, M. R., and Ray, R. C. 2009. Biocontrol and Other Beneficial Activities of *Bacillus subtilis* Isolated from Cowdung Microflora. *Microbiological Research* 164: 121-130.
46. Sato, T., Iwamoto, Y. Tomioka, K., Taba, S., Ooshiro, A., and Takaesu, K. 2007. Black Band of Jew's Marrow Caused by *Lasiodiplodia theobromae. Journal of General Plant Pathology* 74: 91-93.

ได้รับบทความวันที่ 18 พฤษภาคม 2552
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 24 สิงหาคม 2552