

# โรคติดเชื้อราในมนุษย์

## HUMAN MYCOSES



ศรีสมบัติ พุฒิมลกุล



# **โรคติดเชื้อราในมนุษย์**

## **Human mycoses**



# โรคติดเชื้อราในมนุษย์

## Human mycoses

ศรีสมบัติ พุฒิภมรกุล

 **สำนักพิมพ์**  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2567

200.-

ศรีสมบัติ พุฒิกมลกุล

โรคติดเชื้อราในมนุษย์ / ศรีสมบัติ พุฒิกมลกุล

1. มัยโคสิส. 2. มัยโคสิส -- การวินิจฉัย. 3. มัยโคสิส -- การรักษา. 4. เชื้อราก่อโรค.
5. กิณีวิทยาทางการแพทย์.

616.969

ISBN (e-book) 978-616-612-428-6

สพจ. Q45/02/2567



assคุณคำวิชาการ สู้สังคม  
Knowledge to All  
www.cupress.chula.ac.th

หนังสือเล่มนี้ผ่านการตรวจคุณภาพวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิของสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสมบัติ พุฒิกมลกุล

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โทร. 08-5338-1726 อีเมล : srisombat@g.swu.ac.th

ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567 [CUP6704-095K]

บรรณาธิการอำนวยการ : ศาสตราจารย์ ดร.อรัญ หาญสืบสาย นางอรทัย นันทนาดิษฐ์

กองบรรณาธิการฝ่ายวิชาการ : ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ปิยนดา บุนนาค

ศาสตราจารย์ นายแพทย์ชิษณุ พันธุ์เจริญ

รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์

รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลวรรณ พิมพ์พันธุ์

ผู้ประสานงาน : วาสนา ชำเซ็น

พิสูจน์อักษร : ทศนีย์ ผิวขำ

ออกแบบปกและรูปเล่ม : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สั่งซื้อได้ที่ : ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

<http://www.chulabook.com>

โทร. 08-6323-3703-4

[customer@cubook.chula.ac.th](mailto:customer@cubook.chula.ac.th), [info@cubook.chula.ac.th](mailto:info@cubook.chula.ac.th)

Apps: CU-eBook Store

## คำอุทิศ

ขอขอบพระคุณทุกความปรารถนาดี องค์ความรู้ที่ข้าพเจ้าได้ศึกษาตลอดมาทั้งจากบิดามารดา ครูอาจารย์ ครอบครัวของข้าพเจ้า และกัลยาณมิตรทั้งในและต่างประเทศ อีกทั้งผู้พิมพ์หนังสือตำรา บทความวิชาการ งานวิจัย และเจ้าของภาพถ่ายที่เผยแพร่สาธารณะโดยอนุญาตให้เผยแพร่ได้แบบไม่มีเงื่อนไข ลิขสิทธิ์แต่อย่างใดสู่ผู้สนใจทุกท่านผ่านหนังสือเล่มนี้ให้เกิดประโยชน์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพที่เกี่ยวข้องกับโรคติดเชื้อราในมนุษย์ที่สำคัญต่อไป

## คำนำ

หนังสือ “โรคติดเชื้อราในมนุษย์” เล่มนี้ ผู้เขียนมีความประสงค์ในการสรุปเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับโรคติดเชื้อราที่สำคัญในคนและทิศทางการพัฒนายาเป้าหมายต้านเชื้อรา โดยรวบรวมความรู้พื้นฐานจากตำราจุลชีววิทยา ร่วมกับองค์ความรู้ที่เกิดจากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ โดยส่วนหนึ่งเกิดขึ้นโดยตรงจากประสบการณ์งานวิจัยของผู้เขียนเอง ทั้งนี้ผู้เขียนได้เรียบเรียงข้อมูลด้วยภาษาและวาดภาพแสดงที่เข้าใจง่ายและหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านที่มีความสนใจในวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยเฉพาะด้านเชื้อราทางการแพทย์ หากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาและปรับปรุงให้หนังสือ “โรคติดเชื้อราในมนุษย์” มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผู้เขียนยินดีน้อมรับทุกประการ

ผู้เขียนขอขอบคุณ เด็กหญิงบุญญากานต์ พุฒิยมลกุล ที่ให้ความช่วยเหลือในการวาดภาพ ขอขอบคุณ นางสาวรัตติกาล เอื้อสุนทรนพ และนางสาวเบญจวรรณ นาคศรี ที่ให้ความช่วยเหลือถ่ายภาพประกอบในหนังสือเล่มนี้ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ช่วยพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาทั้งหมด 7 บท ให้ร้อยเรียงและเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจพื้นฐานความรู้ทั่วไปของเชื้อรา ลักษณะจำเพาะและรูปแบบการก่อโรคของเชื้อรากลุ่มต่าง ๆ พร้อมทั้งโรคติดเชื้อราที่สำคัญในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้เห็นภาพการนำความรู้เกี่ยวกับเชื้อราไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ และนำไปสู่การวินิจฉัยแยกโรคได้แม่นยำ เพื่อการรักษาผู้ป่วยได้ทันเวลา ยิ่งไปกว่านั้นคือการเห็นแนวทางการวิจัยพัฒนาเป้าหมายยาต้านเชื้อราเพื่อแก้ปัญหาชนิดของยารักษาที่จำกัดและภาวะดื้อยาของเชื้อราในปัจจุบันอีกด้วย

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณเจ้าของภาพเชื้อราและผู้ป่วย ในคลังภาพ Public Health Image Library (PHIL) ของหน่วยงาน Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ของสหรัฐอเมริกา ที่อนุญาตให้เผยแพร่แบบสาธารณะ ไม่มีลิขสิทธิ์ และขอขอบพระคุณเจ้าของภาพบางส่วนที่มีสัญญาอนุญาตแบบเปิด (Creative Commons; CC) โดยอนุญาตให้ผู้อื่นสามารถนำผลงานไปใช้ ทำซ้ำ แจกจ่าย หรือดัดแปลงงานนั้นได้ โดยไม่ต้องขออนุญาต และไม่เป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ แต่ต้องให้เครดิตที่มาของเจ้าของผลงานนั้น (Attribution; BY) และผลงานที่ดัดแปลงนั้นจะต้องกำกับด้วยสัญญาอนุญาตเงื่อนไขเดียวกันกับต้นฉบับ (ShareAlike; SA) ทั้งนี้ในภาพที่ใช้จะได้ระบุลิขสิทธิ์ของภาพไว้แล้ว เช่น CC BY-SA 2.0, CC BY-SA 3.0 และ CC BY-SA 4.0

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสมบัติ พุฒิยมลกุล

เมษายน 2567



# สารบัญ

## Contents

คำอุทิศ

คำนำ

สารบัญ

สารบัญภาพ

สารบัญตาราง

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| บทที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเชื้อรา                    | 1   |
| บทที่ 2 การจำแนกกลุ่มเชื้อราและเชื้อราทางการแพทย์        | 15  |
| บทที่ 3 โรคติดเชื้ราที่ผิวหนังและเยื่อบุ                 | 23  |
| บทที่ 4 โรคติดเชื้ราในชั้นใต้ผิวหนัง                     | 41  |
| บทที่ 5 โรคติดเชื้ราระบบต่าง ๆ                           | 55  |
| บทที่ 6 การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการของโรคติดเชื้รา | 73  |
| บทที่ 7 ยาด้านเชื้อราและงานวิจัยพัฒนายาเป้าหมาย          | 87  |
| อภิธานศัพท์                                              | 113 |
| ดัชนี                                                    | 115 |
| ประวัติผู้เขียน                                          | 121 |

## สารบัญภาพ

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ภาพที่ 1.1 | รูปร่างของยีสต์และการแตกหน่อ.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2  |
| ภาพที่ 1.2 | รูปร่างของราเส้นใยแตกกิ่ง branching และเจริญรวมกันแบบ mycelium โดยเส้นใยบางชนิดมีผนังกัน (septate hyphae หรือ acoenocytic hyphae) และบางชนิดไม่มีผนังกัน (non-septate hyphae หรือ coenocytic hyphae).....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3  |
| ภาพที่ 1.3 | ราสองรูปที่เจริญแบบเส้นใยในจานอาหารเลี้ยงเชื้อราทั่วไป เช่น Malt Extract Agar ที่อุณหภูมิ 25°C, อายุ 7 วัน (ก) สร้างก้านชูที่แตกออกจากเส้นใย (conidiophore) ตรงปลายมีแตกแขนงเป็นไฟอะลาيدرูปร่างคล้ายแจกัน (phialides) และสร้างหน่วยสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เรียกว่า โคนิเดียที่เรียงต่อกันเป็นสาย (conidia) (ข) และลักษณะการเจริญแบบยีสต์ ที่มีผนังกันกลางเซลล์ (ลูกศรชี้) ที่อุณหภูมิ 37°C ในตัวอย่างเนื้อเยื่ออันตะของหนูทดลองที่ย้อมด้วย methenamine silver stain (ค)..... | 4  |
| ภาพที่ 1.4 | ลักษณะโครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เป็นเอกลักษณ์ของเชื้อรา <i>Aspergillus</i> spp. และ <i>Penicillium</i> spp. ประกอบด้วยก้านชูสปอร์ (conidiophore) แตกกิ่งจากเส้นใย มีส่วนปลายที่โป่งออก (vesicle) หรือเป็นทรงกระบอก (metulae) ตามชนิดของเชื้อรา พร้อมสร้างแขนงไฟอะลาيدرูปร่างคล้ายแจกัน (phialides) และสร้างหน่วยสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เรียกว่า โคนิเดีย ที่เรียงต่อกันเป็นสาย (conidia)...                                                                         | 6  |
| ภาพที่ 1.5 | การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรากลุ่ม Basidiomycota.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7  |
| ภาพที่ 2.1 | ภาพตัดขวางผิวหนังให้เห็นชั้นผิวหนังที่ระดับลึกลงไปตั้งแต่ Superficial, Cutaneous และ Subcutaneous tissue.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 19 |
| ภาพที่ 3.1 | เซลล์ยีสต์ (ลูกศรประสีดำ) และสายราสั้น ๆ (ลูกศรสีดำ) ของเชื้อยีสต์ <i>Malassezia furfur</i> ที่ได้จากขุยบริเวณรอยโรคเกลื้อนและย้อมด้วยสี PAS (Periodic acid-Schiff).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 24 |
| ภาพที่ 3.2 | ภาพแสดงรอยโรคเกลื้อน (ก) วงสีขาว อ่อนกว่าผิวเดิม (hypopigmentation) (ข) วงสีน้ำตาลเข้ม (hyperpigmentation) กว่าผิวเดิม เกิดพยาธิสภาพในระดับผิวหนังชั้นนอกและชั้นขี้ไคล (Stratum corneum).....                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 25 |
| ภาพที่ 3.3 | โรคปมรา Trichosporosis (ก) และโรคปมราดำที่ผม ( <i>Piedraia hortae</i> ) มีสีแตกต่างกันตามเชื้อราก่อโรค.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 26 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ภาพที่ 3.4 | เชื้อ <i>Hortaea werneckii</i> (ก) ทำให้รอยโรคเป็นสีน้ำตาลเข้มจาก<br>เมลานินของเชื้อรา (ข).....                                                                                                                                                                                                                                  | 27 |
| ภาพที่ 3.5 | เชื้อราในกลุ่ม dermatophytes ประกอบด้วย 3 จินัส คือ <i>Epidermophyton</i> (ก),<br><i>Microsporum</i> (ข) และ <i>Trichophyton</i> (ค).....                                                                                                                                                                                        | 28 |
| ภาพที่ 3.6 | ภาพแสดงลักษณะรอยนูนแดงรอบ ๆ คล้ายหนอนขดใต้ผิวหนังของ Ringworm.....                                                                                                                                                                                                                                                               | 29 |
| ภาพที่ 3.7 | โรคกลากและชื่อเรียกตามรอยโรคที่พบตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกาย.....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 31 |
| ภาพที่ 3.8 | (ก) Oral candidiasis หรือ Thrush ในช่องปากเด็ก และ (ข) <i>Candida vaginitis</i><br>ติดเชื้อยีสต์แคนดิดาในช่องคลอดผู้หญิง มีลักษณะเป็นขึ้น ๆ สีขาวขุ่นเคลือบเยื่อ.....                                                                                                                                                            | 33 |
| ภาพที่ 3.9 | เชื้อยีสต์ <i>Candida albicans</i> ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง Sabouraud<br>dextrose agar (วงกลมตรงกลาง); (ก-ข) เมื่อย้อมด้วยสี LPCB จะพบลักษณะ<br>การแตกหน่อของยีสต์ เส้นใยเทียม (pseudohyphae) และ (ค) เส้นใยแท้ที่มี<br>ลักษณะยาว (true hyphae); (ง) เชื้อยีสต์ที่เก็บจากช่องคลอดและย้อมด้วย<br>สีแกรม (Gram staining)..... | 36 |
| ภาพที่ 4.1 | โรค Sporotrichosis ที่นิ้วมือและลุกลามไปที่แขนเป็นรอยนูนแดง (ก) รอยโรคจะ<br>รุนแรงและลุกลามขึ้นหลายจุดตามหลอดเลือด<br>(ข) เกิดจากเชื้อรา <i>Sporothrix schenckii</i> .....                                                                                                                                                       | 42 |
| ภาพที่ 4.2 | เชื้อ <i>S. schenckii</i> เจริญแบบ hyphal phase สร้างโคนินเดียเป็นกลุ่มที่ปลาย<br>conidiophores (ก) และเปลี่ยนรูปร่างเป็นยีสต์แตกหน่อในเนื้อเยื่อส่งตรวจ<br>(tissue phase) ของผู้ป่วย ocular sporotrichosis ที่ย้อมด้วย<br>Periodic Acid-Schiff (PAS) (ข).....                                                                   | 43 |
| ภาพที่ 4.3 | ลักษณะเชื้อรา <i>Fonsecaea pedrosoi</i> มีสีเข้มของเมลานินโดยที่ไม่ต้องย้อมสี (ก)<br>และ sclerotic bodies สีน้ำตาลเข้ม (ข) ของเชื้อ dematiaceous fungi<br>ที่เป็นสาเหตุของโรค chromoblastomycosis.....                                                                                                                           | 44 |
| ภาพที่ 4.4 | ผู้ป่วยชายอายุ 34 ปี ที่มีรอยแผลสีแดงที่หัวเข่าซ้ายมานาน 12 ปี (ก)<br>และภาพถ่ายจากกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ของเชื้อราสาเหตุของโรค<br>chromoblastomycosis เป็น dematiaceous fungi สร้างเส้นใยแบบมีผนังกัน (ข).....                                                                                                       | 45 |
| ภาพที่ 4.5 | โรค mycetoma ที่ข้อเท้า เกิดภาวะติดเชื้อที่เนื้อเยื่อและกระดูก<br>เกิดจากเชื้อรา <i>Chaetomium thermophilum</i> (ชื่อเดิม <i>Madurella mycetomatis</i> )....                                                                                                                                                                     | 46 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ภาพที่ 4.6 | (ก) ลักษณะและสีของโคโลนีของเชื้อรา <i>Chaetomium thermophilum</i> (ชื่อเดิม <i>Madurella mycetomatis</i> ) บนอาหาร Sabouraud dextrose agar (ข) เมื่อย้อมด้วยสี calcofluor white ที่จำเพาะกับส่วนประกอบไคตินของเชื้อรา เพื่อช่วยให้การตรวจวินิจฉัยแยกโรคกับแบคทีเรียไม่ผิดพลาด (ค) ลักษณะโคโลนี ของเชื้อแบคทีเรียและ (ง) ลักษณะเส้นใยของแบคทีเรีย <i>Nocardia brasiliensis</i> ..... | 47 |
| ภาพที่ 4.7 | (ก) เชื้อรา <i>Fusarium</i> sp. มีเส้นใยแบบ septate hyphae และโคนิเดีย รูปทรงจันทร์เสี้ยว มีผนังแบ่ง 2-3 เซลล์ (macroconidia) (ข) เชื้อรา <i>Curvularia</i> sp. มีเส้นใยแบบ septate hyphae และโคนิเดียสี่เหลี่ยมรูปทรง ครีวของต์ปลายโค้งมน มีผนังแบ่ง 4 เซลล์ โดยเซลล์ที่ 3 จากฐานจะมีขนาดใหญ่.....                                                                                 | 51 |
| ภาพที่ 5.1 | เชื้อรา <i>Blastomyces dermatitidis</i> ในสภาวะธรรมชาติเจริญแบบเส้นใย และเมื่อเข้าสู่ร่างกายคนจะเจริญแบบยีสต์ขนาดใหญ่ (8-12 ไมโครเมตร) ผนังหนา และฐานหน่อใหญ่.....                                                                                                                                                                                                                  | 56 |
| ภาพที่ 5.2 | เชื้อรา <i>Coccidioides immitis</i> ในสภาวะธรรมชาติเจริญแบบเส้นใยและเพิ่ม จำนวนโดยการหักเป็นท่อนสั้น ๆ และเมื่อเข้าสู่ร่างกายคนจะเจริญแบบพิเศษ สร้างสปอร์จำนวนมากในถุงหุ้ม (spherule).....                                                                                                                                                                                          | 57 |
| ภาพที่ 5.3 | เชื้อรา <i>Histoplasma capsulatum</i> ในสภาวะธรรมชาติเจริญแบบเส้นใย และเมื่อเข้าสู่ร่างกายคนจะเจริญแบบยีสต์รูปไข่จำนวนมาก โดยเพิ่มจำนวน ในเซลล์เม็ดเลือดขาว.....                                                                                                                                                                                                                    | 59 |
| ภาพที่ 5.4 | เชื้อรา <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> ในสภาวะธรรมชาติเจริญแบบเส้นใย และเมื่อเข้าสู่ร่างกายคนจะเจริญแบบยีสต์ขนาดใหญ่ แตกหน่อหลายหน่อจาก เซลล์แม่เดียวกัน (ก) และรอยโรคติดเชื้อที่ผิวหนังแบบเรื้อรังเป็นแผลแกรนูโลมา.....                                                                                                                                                      | 60 |
| ภาพที่ 5.5 | เชื้อรา <i>Talaromyces marneffe</i> ในสภาวะธรรมชาติเจริญแบบเส้นใย สร้างโคนิเดีย (ก) และเมื่อเข้าสู่ร่างกายคนจะเจริญแบบยีสต์ชนิดแบ่งเซลล์ (fission yeast) มีผนังแบ่ง 2 เซลล์อยู่ตรงกลาง (ลูกศรสีดำ) (ข).....                                                                                                                                                                         | 63 |
| ภาพที่ 5.6 | เชื้อยีสต์ <i>Candida albicans</i> เมื่อเจริญที่อุณหภูมิ 37°C จะสร้าง germ tubes (ก) และเส้นใยเทียม (pseudohyphae) จากตัวอย่างที่เก็บจากช่องคลอด (ข).....                                                                                                                                                                                                                           | 64 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ภาพที่ 5.7  | เมื่อย้อม <i>Aspergillus fumigatus</i> ที่เป็นเชื้อบริสุทธิ์ด้วยสี lactophenol cotton blue จะพบลักษณะโครงสร้างสปีพันธุ์แบบไม้อาศัยเพศ และ โคนิเดียขนาดเล็ก (3 ไมโครเมตร) จำนวนมาก (ก) และเมื่อย้อมชิ้นเนื้อเยื่อปอด mouse model ที่ติดเชื้อมีด้วยสี Grocott's methenamine silver stain จะพบลักษณะเส้นใยติดสีเข้ม มีผนังกัน และแตกกิ่ง (branching septate hyphae) ของเชื้อรา <i>Aspergillus</i> spp. (ข)..... | 66 |
| ภาพที่ 5.8  | เชื้อยีสต์ <i>Cryptococcus neoformans</i> ย้อมด้วยสี India ink จะเห็นเซลล์ยีสต์ มีส่วนใสล้อมรอบที่เป็นสาร polysaccharide ที่ไม่ติดสี India ink.....                                                                                                                                                                                                                                                          | 67 |
| ภาพที่ 5.9  | ลักษณะเส้นใยแบบเรียบที่ไม่มีผนังกัน (aseptate hyphae) ของเชื้อรากลุ่ม Mucromycotina ที่พบในเนื้อเยื่อผู้ป่วย Mucormycosis.....                                                                                                                                                                                                                                                                               | 68 |
| ภาพที่ 5.10 | ลักษณะ zygote ของเชื้อรา <i>Pneumocystis jirovecii</i> ที่พบในน้ำล้างปอด ที่ย้อมด้วยสี Grocott's methenamine silver stain.....                                                                                                                                                                                                                                                                               | 69 |
| ภาพที่ 6.1  | วิธีการย้อมเชื้อราและย้อมด้วยสี lactophenol cotton blue เพื่อดูได้กล้องจุลทรรศน์.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 80 |
| ภาพที่ 6.2  | วิธีการเพาะเชื้อราแบบ slide culture technique ให้เชื้อราสร้างเส้นใยและ เจริญบนกระจกสไลด์แผ่นล่าง และ coverslip ด้านบน.....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 81 |
| ภาพที่ 7.1  | การออกฤทธิ์ของยาต้านเชื้อราที่ใช้รักษา systemic mycoses ในปัจจุบันมี 4 กลุ่ม ประกอบด้วย Polyene, Azoles, Flucytosine และ Echinocandins.....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 88 |
| ภาพที่ 7.2  | โครงสร้างและส่วนประกอบของผนังเซลล์เชื้อราก่อโรคชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย ไคติน, 1,3-β-D-กลูแคน, 1,6-β-D-กลูแคน, แมนแนน, โปรตีน, rodlet, เมลานิน, กาเล็กโตแมนแนน, galactosaminoglycan (GAG), glucuronoxylomannan (GXM) และ galactoxylomannan (GalXM), แคปซูล และ 1,3-α-D-กลูแคน.....                                                                                                                              | 93 |
| ภาพที่ 7.3  | กระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลทรีฮาโลส TPS/TPP pathway ที่พบในเชื้อรา แบคทีเรีย แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และพืช.....                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 96 |
| ภาพที่ 7.4  | สรุปผลการศึกษาที่สำคัญ <i>tps1</i> และ <i>tps2</i> ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำตาล ทรีฮาโลสในเชื้อราก่อโรค <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> และ <i>Aspergillus fumigatus</i> .....                                                                                                                                                                                                       | 98 |