

บทที่ 2 ปรีทัศน์วรรณกรรม

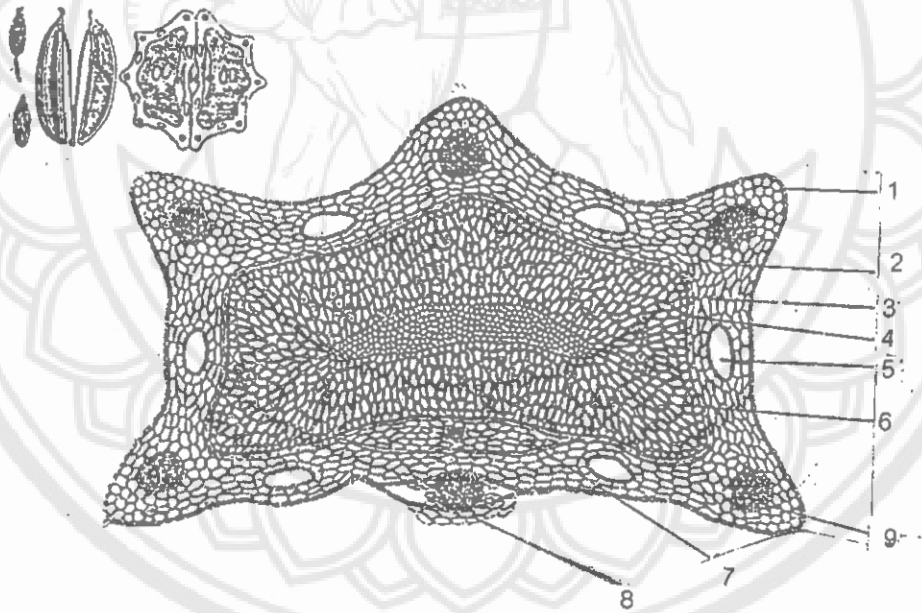
พืชที่ใช้ในการทดสอบ (1,6)

ชื่อไทย	เทียนข้าวเปลือก
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.
ชื่อพ้อง	<i>Foeniculum officinale</i> All, <i>Foeniculum capillaceum</i> Glib., <i>Anethum foeniculum</i> L.
ชื่ออื่นๆ	เทียนแกลบ ยี่ห่าหวาน ผักชี ผักชีเดือนห้า ผักชีล้อม Fennel, Finocchio, Florence fennel
วงศ์	Umbelliferae
ลักษณะ	ไม้ล้มลุก มีกลิ่นหอม ลำต้นตั้งตรง เรียบ ใบรูปขนนก ดอกเป็นดอกช่อแบบซี่ร่ม ดอกย่อยสี่เหลี่ยม ผลมีกลิ่นหอม เมล็ดสี่เหลี่ยม รูปขอบขนานหรือโค้ง มีอายุอยู่ได้หลายปี ลำต้นตั้งตรงอาจสูงได้ถึง 1.5 เมตร เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน แต่ได้นำมาปลูกในหลายท้องถิ่น เช่น อาเจนตินา อังการี บุลกาเรีย เยอรมันนี ฝรั่งเศส อิตาลี กรีซ จีน อินเดีย ลักษณะพืชดังแสดงในรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะของเทียนข้าวเปลือก

น้ำมันหอมระเหย ผลประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) ร้อยละ 1.5-8.6 น้ำมันระเหยยาก (fixed oil) มีส่วนประกอบเป็น Petroselinic acid ร้อยละ 60-75 Oleic acid และ Linoleic acid Tocopherol ซึ่งส่วนใหญ่เป็น Tocotrienol Flavonoids ซึ่งส่วนใหญ่เป็น Quercetin-3-Glucuronide, Rutin, Isoquercitrin และ Quercetin-3-Arabinoside สำหรับ Flavonoids ที่พบในปริมาณน้อยมี Kaempferol-3-Glucuronide และ Kaempferol-3-Arabinoside, Umbelliferone ซึ่งเป็น Coumarin นอกจากนี้ก็ยังมี Stigmasterol โปรตีน ร้อยละ 16-20 น้ำตาล วิตามิน และแร่ธาตุ ซึ่งมีแคลเซียมและโปแตสเซียมในปริมาณ สูง น้ำมันหอมระเหยมี *trans* Anethole ในปริมาณสูง Fenchone, Estragole (Methyl chavicol), Limonene, Camphene และ α -pinene ในปริมาณน้อย สารอื่นๆ ที่พบก็มีสารประเภท Monoterpene hydrocarbons (เช่น β -pinene, α -thujene, α -fenchene, 3-carene, sabinene, α -phellandrene, myrcene, β -terpinene, *cis* and *trans*-ocimenes, terpinolene และ p-cymene) Fenchyl alcohol, Anisaldehyde, p-anisic acid, *trans*-l, 8-terpin, Myristicin และ Apiole สำหรับสารสองชนิดหลังมีรายงานว่าพบในเทียนข้าวเปลือกชนิดหวานเท่านั้น ปริมาณ *trans* Anethole ในน้ำมันมีได้ต่างกัน มีได้ตั้งแต่ร้อยละ 50-90 เพราะขึ้นอยู่กับเหตุหลายประการเช่น พันธุ์ แหล่งที่มา ความแก่ของผล และเหตุอื่นๆ อีก Common fennel มักมี Anethole ในปริมาณต่ำ Fenchone ในปริมาณสูง ลักษณะภาคตัดขวางจะเห็น Vittae ทั้งหมด 6 อัน 2 อันอยู่ด้านท้อง (Ventral) อีก 4 อันอยู่ด้านหลัง (Dorsal) ซึ่งอยู่ระหว่างสัน (Ridge) ทั้ง 5 อัน ด้านท้องตรงกลางมีร่องรอยของ Carpophore ติดอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะภาคตัดขวางของผลเทียนข้าวเปลือก

- | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 = epidermis, | 2 = parenchyma of mesocarp, | 3 = endocarp, |
| 4 = testa, | 5 = vittae, | 6 = endosperm, |
| 7 = raphae, | 8 = carpophore, | 9 = fibrovascular bundle |

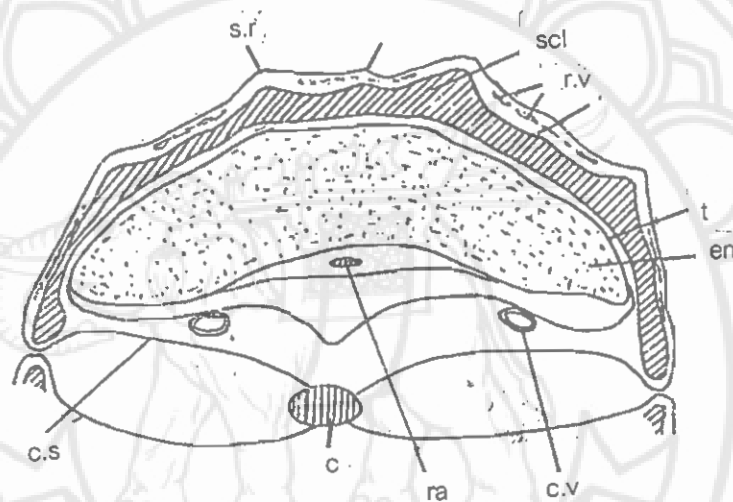
- ชื่อไทย ผักชี
 ชื่อวิทยาศาสตร์ *Coriandrum sativum* Vern. Dhania
 ชื่ออื่นๆ Coriander, Chinese Parsley
 วงศ์ Umbelliferae
 ลักษณะ ผักชีเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ปัจจุบันปลูกันมากในทวีปยุโรป Morocco อินเดียและทวีปอเมริกาใต้ ผักชีเป็นพืชล้มลุกที่มีขนาดเล็ก มีความสูงตั้งแต่ 30-90 เซนติเมตร ดอกออกที่ยอดของลำต้น ช่อดอกเป็นรูปก้านซี่ร่ม ดอกมีสีม่วงแดงอมชมพู ใบที่อยู่ทางส่วนบนของลำต้นมีขนาดแคบและเป็นฝอย ผลกลมมีสันนูนขึ้นมาสีน้ำตาลปนเหลือง เมื่อบีบผลจะแตกเป็น 2 ซีกมีขนาดเท่ากัน ซีกหนึ่งมีเมล็ด 1 เมล็ด ลักษณะพืชดังแสดงในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 แสดงลักษณะของผักชี

น้ำมันหอมระเหย น้ำมันลูกผักชีเป็นน้ำมันใส ไม่มีสีหรือมีสีนวล มีกลิ่นหอมเหมือนลูกผักชี สารสำคัญที่มีอยู่ในน้ำมันคือ Coriandrol, d-Linalool ซึ่งมีในปริมาณต่างๆ กัน มีได้ตั้งแต่ร้อยละ 45-70 สารอื่นๆ ที่พบในปริมาณน้อยมี α และ β -pinene, p-cymene, dipentene, γ -terpinene, phellandrene, terpinolene, geraniol, borneol, n-decyclic aldehyde และ ester ของ acetic acid และ decyclic acid น้ำมันลูกผักชีถ้าถูกผิวหนังเป็นเวลานานทำให้เกิดอาการระคายเคืองได้

ลักษณะภาคตัดขวางจะเห็นรูปร่างของผลเป็นรูปครึ่งวงกลมมากกว่าผลชนิดอื่นๆ จำนวนสัน (Dorsal ridge) มีได้มากกว่า 3 อัน รูปร่างของ Vittae ไม่เป็นรูปกลม มีลักษณะแปบและอาจมีมากกว่า 1 ช่องต่อหนึ่งช่วงรอยต่อระหว่างสัน ในชั้น Mesocarp จะมี Sclerenchyma cell ผนังหนา รูปร่างยาวอยู่เป็นจำนวนมาก รูปร่างเซลล์ของ Endocarp เป็นเซลล์ยาวเรียงกันเป็นระเบียบ วางขวางกันคล้ายกับในเทียนข้าวเปลือก ดังแสดงในรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 แสดงลักษณะภาคตัดขวางของลูกผักชี

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| c = carpophore, | c.s = commissural surfaces, | c.v = commissural vitta, |
| en = endosperm, | p.r = primary ridge, | ra = raphe, |
| r.v = remains of dorsal vittae, | scl = schlerenchyma, | s.r = secondary ridge, |
| t = testa | | |

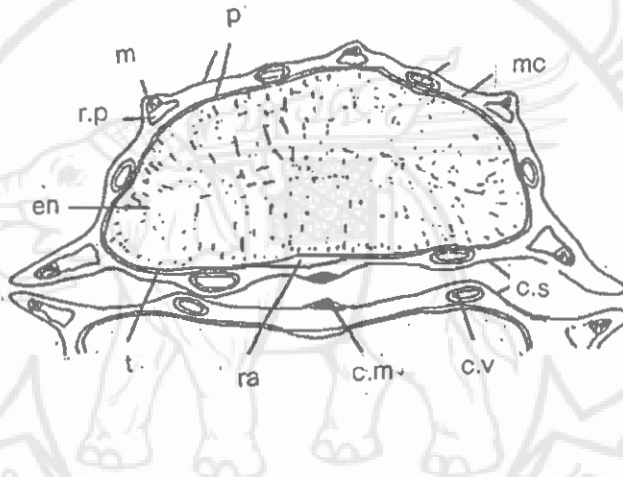
ชื่อไทย	เทียนตาดักแตน
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Anethum graveolens</i> Linn.
ชื่อพ้อง	<i>Anethum sowa</i> Rokb.
ชื่ออื่น ๆ	ผักชีลาว European dill, American dill, Anethum, Dill
ชื่อวงศ์	Umbelliferae
ลักษณะ	พืชล้มลุกมีอายุ 1-2 ปี ลำต้นเรียบและตรง ลำต้นมีรูกลวงตลอดความยาว ใบประกอบแบบขนนก ดอกเป็นช่อออกจากฐานเดียวกัน กลีบดอกโค้งเข้า ปลายกลีบมีหยักเว้า ผลรูปรี มีขอบนูนขึ้นมาเป็น 3 แนวที่ด้านหลังเมล็ด เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศทางแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและทวีปเอเชีย โดยเฉพาะทางตอนใต้ของประเทศไทย ปัจจุบันได้นำมาปลูกกันแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น เยอรมันนี วิลันดา อังกฤษ อิตาลี สหรัฐอเมริกา อินเดีย จีน เพื่อต้องการนำผลมาใช้ แต่ในท้องตลาดมักเรียกว่าเมล็ดลักษณะพืชดังแสดงในรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 แสดงลักษณะของเทียนตาดักแตน

น้ำมันหอมระเหย เทียนตาดักแตนประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยละ 1.2-7.7 ปริมาณของน้ำมันที่มีในผลแตกต่างกันไปตามภูมิภาคที่ปลูกและฤดูที่ทำการเก็บเกี่ยว สารที่พบในน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่ประกอบด้วย Carvone ร้อยละ 35-60 d-Limonene และ α -Phellandrene ซึ่งมีในน้ำมันมากรองลงมา สารอื่นๆ ที่พบมี Dihydrocarvone, Eugenol, β -Phellandrene, α -Pinene, Anethole, Dillapiole, Myristicin, β -Caryophellene น้ำมันหอมระเหยเทียนตาดักแตนประกอบด้วยสารหลักคือ α -Phellandrene, Limonene และ Carvone นั้นมีปริมาณน้อยกว่าในน้ำมันที่ได้จากผล สารอื่นๆ ที่พบมี Carveol, Terpinene, α -Pinene, Dillapiole, Myristicin และ Coumarins

ลักษณะภาคตัดขวาง จะเห็นความแตกต่างของผลเทียนตาดักแตนกับผลชนิดอื่นคือ สัน (Ridge) 2 อันที่อยู่ระหว่าง Dorsal และ Ventral จะยาวกว่าสันอันอื่นๆ จึงทำให้มองดูผลทางด้านบนคล้ายเป็นปีก ส่วนจำนวน Vittae นั้นเช่นเดียวกับเทียนข้าวเปลือก ดังแสดงในรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 แสดงลักษณะภาคตัดขวางของผลเทียนตาดักแตน

c.m = carpophore meristele,

c.s = commissural surfaces,

c.v = commissural vitta,

en = endosperm,

m = meristele,

mc = mesocarp,

p = outer and inner epidermis of pericarp,

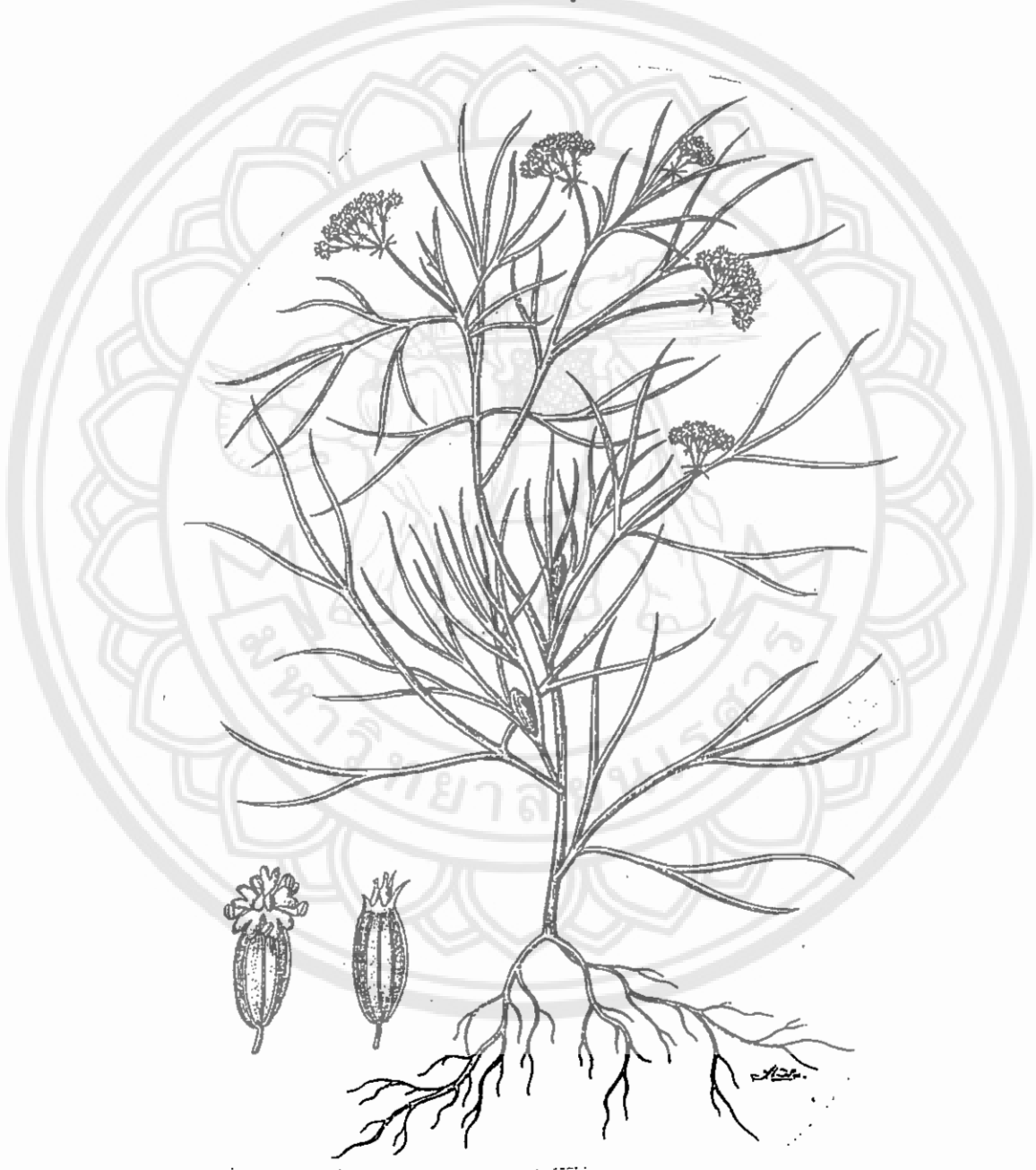
ra = raphe,

r.p = reticulate parenchyma,

t = testa,

v = vitta

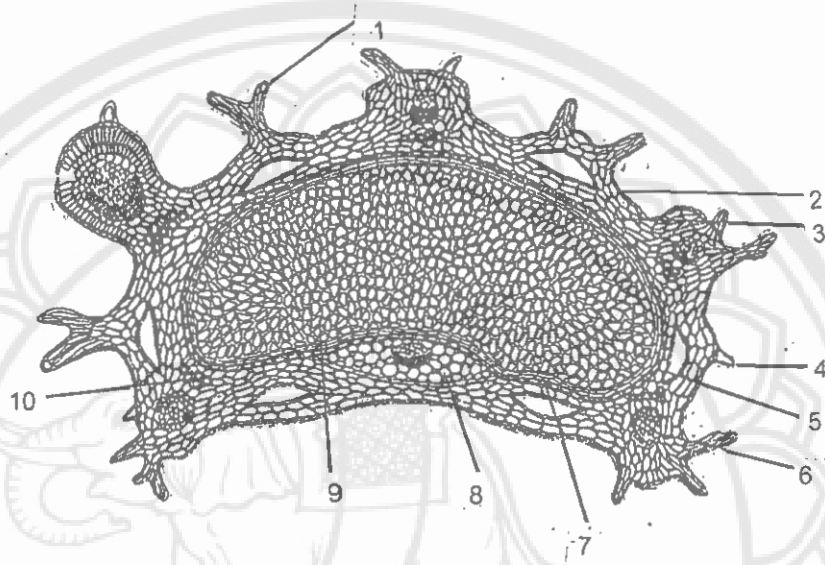
- ชื่อไทย เทียนขาว
 ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cuminum cyminum* L.
 ชื่ออื่นๆ Cumin, ยี่หระ
 วงศ์ Umbelliferae
 ลักษณะ เทียนขาวเป็นไม้เลื้อยๆ สูงประมาณ 1-2 ฟุต ลำต้นพุ่งตรงไปแตกกิ่งก้านสาขาอยู่ด้านบน
 ดอกออกเป็นช่อสีขาวถึงชมพู คล้ายดอกผักชีหรือผักชีล้อม มีกลิ่นหอมร้อน ใบเป็นเส้นเล็กแตกเป็นง่าม 2-3 ง่าม
 เมล็ดคล้ายข้าวเปลือกแต่เล็กมาก ลักษณะพืชดังแสดงในรูปที่ 2-7



รูปที่ 2-7 แสดงลักษณะของเทียนขาว

น้ำมันหอมระเหย เทียนขาวให้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 2-4 ซึ่งมีกลิ่นรสเผ็ดร้อน ไม่ชวนดม และขม ในน้ำมันจะมี Cumenic aldehyde ร้อยละ 25-35 นอกจากนี้ยังพบ p-Cymene, Pinene, Dipentene, Cumene, Cumenic alcohol, β -Phellandrene และ α -Terpeneol

ลักษณะภาคตัดขวางจะเห็นลักษณะพิเศษซึ่งไม่เหมือนผลชนิดอื่นๆ คือ เทียนขาวจะมีขนที่สัน (Ridge) และระหว่างสัน ลักษณะของขนจะมีหลายเซลล์ (Multicellular trichome) ส่วนจำนวนของ Vittae และสันนั้นเท่ากับเทียนขาวเปลือก ดังแสดงในรูปที่ 2-8



รูปที่ 2-8 แสดงลักษณะภาคตัดขวางของผลเทียนขาว

- | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 1, 4 = hair, | 2 = epicarp, | 3 = mesocarp, | 5 = vittae, |
| 6, 10 = vascular bundle, | 7 = endocarp, | 8 = raphae, | 9 = endosperm |

เชื้อที่ใช้ทดสอบ

Staphylococcus aureus (7-8)

รูปร่างและลักษณะทั่วไป

แบคทีเรียใน Family micrococcaceae นี้รูปร่างกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7-1.2 ไมโครเมตร แกรมบวก มักเรียงตัวเป็นกลุ่ม ส่วนใหญ่เป็น aerobes หรือ facultative anaerobes ผลิตเอนไซม์ catalase การแบ่งตัวแบ่งได้ทั้งตามยาว และตามขวาง เรียงตัวจับกันเป็นคู่สอง (pairs) หรือเป็นคูสี่ (tetrad) บางทีก็อยู่เป็นกลุ่ม เรียกว่า Staphyle (ในภาษากรีก แปลว่า พวงองุ่น) ถ้าเพาะเลี้ยงเชื้อนานๆ การย้อมสีแกรมอาจเปลี่ยนไป เพราะแบคทีเรียเริ่มขาดคุณสมบัติในการเก็บ crystal violet ไว้ในผนังเซลล์ได้ ดังนั้นควรย้อมสีแกรม ขณะที่ยังเพาะเลี้ยงใหม่ๆ

สแตฟิโลคอคคัส เจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อธรรมดาทุกชนิด ที่อุณหภูมิ 37 °C pH 4.8-7.4 เชื้อสร้างรงควัตถุได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 20 °C ในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าปกติ แต่ไม่สร้างรงควัตถุในภาวะที่ไร้ออกซิเจนหรือในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว หากเจริญบนอาหารฟูนโคโลนิมีลักษณะกลมมูน เป็นมัน ขนาด 1-2 มิลลิเมตร มีสีต่างๆ กัน เช่น *S. aureus* มีโคโลนิสีเหลืองทอง

โดยทั่วไป Staphylococci ทนทานต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ดี เช่น สามารถทนทานต่อความร้อนสูงถึง 60 °C ได้เป็นเวลา 30 นาที และมีชีวิตอยู่ในที่เย็น (4°C) ได้เป็นเวลานานหลายเดือน นอกจากนี้ยังทนต่อฟีนอล และเมอควิร็อคคลอไรด์มากกว่าแบคทีเรียอื่นๆ เชื้อมีชีวิตรอดอยู่ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นสูง 6.5% ได้นอกจากนั้นสแตฟิโลคอคคัสบางสายพันธุ์ สามารถสร้างเอนไซม์ penicillinase (beta lactamase) ซึ่งทำให้ตัวยาเพนิซิลลินได้ สแตฟิโลคอคคัส สามารถหมักน้ำตาลได้หลายชนิดเป็นกรดแลคติก แต่ไม่เกิดก๊าซ เชื้อที่สามารถหมักน้ำตาลแมนนิทอล และเกิดการดัด ได้แก่ *S. aureus*

นิเวศวิทยาและการติดต่อ

มักพบบริเวณผิวหนังและเยื่อเมือก หรือบริเวณลำคอส่วน oropharynx และ nasopharynx

โรคที่เกิดจากเชื้อ *S. aureus* ได้แก่

การติดเชื้อที่ผิวหนัง ที่พบได้ทั่วไปได้แก่

ฝี (Boils หรือ Furuncles) พบตามบริเวณต่างๆ ของร่างกายโดยไม่จำเป็นจะต้องมีรอยขีดข่วนใดๆ มาก่อน

กุงซิง (Stye) เป็นการติดเชื้อที่ขอบเปลือกตาเชื่อว่าเกิดจาก *S. aureus* สายพันธุ์ที่ผลิต lipase, esterase ได้ดี ทำให้ต่อมบริเวณนั้นอุดตันและอักเสบ

หูอักเสบ พบว่าเชื้อนี้ทำให้หูชั้นนอก และหูชั้นกลางอักเสบ โดยมักเกิดร่วมกับการติดเชื้อในลำคอแล้วลามเข้าหูชั้นกลาง อาจลามไปถึงโพรงกระดูกหลังหูได้ ในบางรายอาจลุกลามไปยังสมอง เยื่อหุ้มสมองเป็นอันตรายร้ายแรง

ผิวหนังหลุดลอก (Scald skin syndrome) พบบ่อยในทารกแรกคลอดและเด็กอ่อน เกิดจากเชื้อ *S. aureus* ที่สามารถสร้าง erythrogenic toxin บางครั้งเป็น exfoliative dermatitis (Ritter's disease) ซึ่งมีอาการคล้ายกับไข้ดำแดง (Scarlet fever) ซึ่งเกิดจากเชื้อสเตรปโตคอคคัส (*Streptococcus*)

สำหรับ systemic infections ที่เกิดเนื่องจากเชื้อ *S. aureus* ได้แก่

ปอดบวม (Staphylococcal pneumonia) โดยทั่วไปมักติดเชื้อนี้ภายหลังจากเป็นโรคอื่นๆ มาก่อน เช่น ผู้ป่วยหลังการผ่าตัด ได้รับยาปฏิชีวนะติดต่อกันเป็นเวลานานๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภายหลังจากการป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ อาการที่พบ มีไข้ หนาวสั่น เจ็บหน้าอก ลักษณะการอักเสบอาจเป็นแบบปอดอักเสบรอบหลอดลม หรือปอดอักเสบเฉพาะกลีบ (lobar pneumonia) อาจมีอาการแทรกซ้อนเชื้อลุกลามเข้ากระแสเลือดได้ อัตราการตายของโรคปอดบวมจากเชื้อนี้สูงถึงร้อยละ 50 แม้ว่าจะได้รับยาปฏิชีวนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเชื้อลุกลามเข้ากระแสเลือดแล้ว

เยื่อหัวใจอักเสบ (Endocarditis) ที่เกิดจากเชื้อ *S. aureus* มักมีปัญหายุ่งยากซับซ้อน หากมีการติดเชื้อที่ลิ้นหัวใจเทียม (prosthetic heart valves) ก็ควรจะตัดเอาส่วนที่ติดเชื้อออกไป

อาหารเป็นพิษ (Staphylococcal food poisoning) เกิดเนื่องจาก *S. aureus* ที่สร้าง enterotoxin หากรับประทานอาหารที่มีสารพิษนี้ปนเปื้อนเข้าไป จะทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ ภายหลังการบริโภคประมาณ 6-8 ชั่วโมง โดยมีอาการท้องร่วงรุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง แต่ไม่มีไข้ อาการจะหายในประมาณ 1 วัน

ลำไส้อักเสบ (Staphylococcal enteritis) ตามปกติพบเชื้อ *S. aureus* ในลำไส้ได้ไม่มากนัก แต่เชื้อสามารถเพิ่มจำนวนขึ้นหากสมดุลของเชื้อเสียไป เนื่องจากการกินยาปฏิชีวนะ เช่น ในผู้ป่วยที่จะผ่าตัดช่องท้อง แล้วได้รับยาฆ่าเชื้อก่อนการผ่าตัด ทำให้เกิดการกระจายเชื้อ ทางเดินอาหารอักเสบ ผู้ป่วยจากโรคนี้จะมีอาการท้องเดิน

เจ็บพลง อาเจียน มีไข้สูง สูญเสียน้ำและเกลือแร่ ในกรณีที่เชื้อสามารถแบ่งตัวได้รวดเร็วจะอยู่กับเป็นกลุ่มใหญ่ ทำให้เกิด pseudomembranous enterocolitis

ช็อค (Toxic shock syndrome) มักพบในสตรีขณะที่มีประจำเดือนวันที่ 2-3 มีอาการแสดงคือ มีไข้สูง ท้องเดิน ความดันต่ำ มีผื่นตามผิวหนังและช็อค

ไขกระดูกอักเสบ (Osteomyelitis) *S. aureus* เป็นสาเหตุหนึ่งของโรคนี้ โดยเฉพาะในเด็ก โดยเฉพาะเมื่อมีการติดเชื้ออื่นเล็กน้อยอยู่แล้ว หรือมีบาดแผลธรรมดา อาการจะเกิดขึ้นทันทีทันใด โดยเจ็บปวดบริเวณแผล มีไข้ อ่อนเพลีย

การทำให้เกิดโรค

สแตฟิโลคอคคัส ทำให้เกิดโรคโดยการบุกรุก แพร่กระจายเข้าไปในเนื้อเยื่อของร่างกาย และมีความสามารถสร้างสารพิษ และเอนไซม์ต่างๆที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ได้แก่

1. Hemolysins (Staphylolysins) เป็นสารประกอบที่เชื้อปล่อยออกมาภายนอกเซลล์ ถูกทำลายด้วยความร้อน ออกฤทธิ์ที่เยื่อหุ้มเซลล์ และมีคุณสมบัติเป็นแอนติเจน

Alpha hemolysin เป็นโปรตีน น้ำหนักโมเลกุล 3×10^4 มีคุณสมบัติทำลายเม็ดเลือดแดงกระต่าย และทำลายเกล็ดเลือด (platelets) ได้ เมื่อนำไปฉีดเข้าใต้ผิวหนังกระต่ายทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรงและทำให้เนื้อเยื่อส่วนนั้นเน่าตาย หากฉีดเข้ากระแสเลือดจะทำให้สัตว์ทดลองนั้นตายได้

Beta hemolysin สามารถทำลายเม็ดเลือดแดงแกะ แต่ไม่ทำลายเม็ดเลือดแดงของกระต่าย จะเห็นคุณสมบัตินี้เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อบน Blood agar

Delta hemolysin เป็นพวก phospholipase มีความเป็นพิษต่อเม็ดเลือดขาว และต่อเนื้อเยื่ออื่นๆ หลายชนิด

Gamma hemolysin มีฤทธิ์น้อยกว่าชนิดอื่น ไม่ค่อยมีความสำคัญในการทำให้เกิดโรค

Epsilon hemolysin พบใน *S. epidermidis*

2. Leukocidin (Panton-Valentine leukocidin) ออกฤทธิ์ทำลายเม็ดเลือดขาวของสัตว์หลายชนิด ละลายน้ำได้ มีคุณสมบัติเป็นแอนติเจน ถูกทำลายด้วยความร้อนง่ายกว่า exotoxin ส่วนบทบาทในการทำให้เกิดโรคยังไม่ทราบแน่ชัด

3. Enterotoxins *S. aureus* บางสายพันธุ์ สามารถสร้าง enterotoxin ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้เชื้อสร้างสารดังกล่าวได้ดีเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่แข็งกึ่งเหลวในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงประมาณ 30% enterotoxin เป็นโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุล ประมาณ 3.5×10^4 กิโลดาลตัน ทนต่อความร้อน 100°C ได้นานประมาณ 30 นาที ทนต่อเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร สารนี้เป็นสาเหตุของอาการอาหารเป็นพิษในคน

4. Coagulase เชื้อสแตฟิโลคอคคัส ที่ทำให้เกิดโรคในคนส่วนมาก สร้างเอนไซม์ coagulase ซึ่งทำให้พลาสมาแข็งตัวได้ มี 2 ชนิด คือ

bound coagulase (clumping factor) เชื่อว่า เป็น receptor ที่จะมามีปฏิกริยากับ fibrinogen ในพลาสมา ทำให้เลือดแข็งตัว

free coagulase เอนไซม์นี้จะทำให้พลาสมาแข็งตัว ทำให้ร่างกายของโฮสต์ไม่สามารถกำจัดโดยเม็ดเลือดขาวได้ โดยที่เอนไซม์จะไปจับกับ coagulase reacting factor (CRF) ในพลาสมา ทำให้โปรทอมบิน

(prothrombin) เปลี่ยนไปเป็นทรอมบิน (thrombin) และไฟบริโนเจน (fibrinogen) เปลี่ยนเป็นไฟบริน (fibrin) ทำให้เลือดแข็งตัว ทำให้เม็ดเลือดขาวไม่สามารถจับทำลายเชื้อได้

5. Hyaluronidase เป็นเอนไซม์ที่ช่วยในการบุกรุกเนื้อเยื่อได้ดี (spreading factor) เนื่องจากเอนไซม์นี้จะไปทำลาย hyaluronic acid ซึ่งเป็นสารเชื่อมเซลล์ให้ติดต่อกันเป็นเนื้อเยื่อ

6. Exfoliatin (Epidermolysin) เป็นสารพิษที่พบมาไม่นานมานี้ ส่วนใหญ่สร้างโดย *S. aureus* phage type 2 สารพิษดังกล่าวทำให้เกิดอาการหลุดลอกของหนังกำพร้าทั่วร่างกาย (scalded skin syndrome) โรคนี้มักพบในเด็ก สำหรับผู้ใหญ่ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำก็เป็นได้เหมือนกัน

7. Penicillinase (Beta-lactamase) เป็นเอนไซม์ที่ทำให้เชื้อดื้อยากกลุ่มเพนิซิลลิน โดยที่เอนไซม์นี้จะทำลาย beta-lactam ring

นอกจากนี้ สเตฟิโลคอคคัส ยังสามารถสร้างเอนไซม์พวก lipase, proteinase และ Dnase ทำให้การแพร่กระจายของโรคมากขึ้นได้อีกด้วย

การวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ

1. การตรวจหาเชื้อโดยตรง นำสิ่งส่งตรวจได้แก่ หนอง เลือด เสมหะ น้ำไขสันหลัง หรือ swab จากคอหรือจากแผลหนองต่างๆ ตามชนิดของโรคและอาการ มาย้อมสีแกรม จะพบลักษณะเฉพาะของเชื้อ คือเป็นคอคโคแกรมบวกอยู่กันเป็นกลุ่ม แต่จากการย้อมสีไม่สามารถจำแนก เชื้อสาย *S. aureus* ได้
2. การทดสอบโดยอาศัยปฏิกิริยาทางชีวเคมี นำสิ่งส่งตรวจที่ได้ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น Blood agar plate แล้วนำโคโลนีไปทดสอบแยกชนิดตามคุณสมบัติต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทดสอบ coagulase การทดสอบหา enterotoxin ที่ปนเปื้อนในอาหาร จะต้องทำการทดสอบโดยการทำ immunodiffusion

Escherichia coli (7)

รูปร่างและลักษณะทั่วไป

แบคทีเรียใน Family Enterobacteriaceae มีลักษณะเป็นแท่ง ติดสีแกรมลบ แบคทีเรียพวกนี้เป็นพวก facultative anaerobes เจริญได้ในที่มีอากาศ หรือสภาพไม่มีอากาศ (anaerobic) ก็ได้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เหมาะสมในการเจริญ เชื้อเจริญได้ดีบน Blood agar และ Chocolate agar ลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบน selective media แต่ละชนิด มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไป แล้วแต่คุณสมบัติการเมตาโบไลต์สารอาหารในอาหารเลี้ยงเชื่อนั้นๆ ไม่สร้างสปอร์ มีขนาด 0.3-1.0×1.0-6.1 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่มีแฟลกเจลลาแบบ peritrichous แต่สำหรับ *E. coli* แฟลกเจลลาลายไป

Enterobacteriaceae ทุกชนิดสามารถหมักย่อยน้ำตาลกลูโคส ไม่ผลิตเอนไซม์ oxidase และเกือบทุกชนิดที่สามารถรีดิวส์ไนเตรตไปเป็นไนไตรต์ แบคทีเรียกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ผลิตเอนไซม์ catalase เมื่อป้อนเพาะเชื้อที่ 35°C ภายใน 24 ชั่วโมง ก็เจริญได้รวดเร็ว โคโลนีที่ขึ้นบน Blood agar มักเป็นสีเทาโค้ง นูน เป็นมัน ทึบแสง *E. coli* มีหลาย serotype และหลาย biotypes ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ บางสายพันธุ์มีแคปซูล เชื้อสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี เช่น มีชีวิตอยู่ตามเสื้อผ้าแห้ง และในฝุ่นละอองได้หลายวัน อยู่ในน้ำได้นานหลายสัปดาห์ แต่ถูกทำลายเมื่อต้มที่ 60°C นาน 30 นาที และ *E. coli* เจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดธรรมดา

นิเวศวิทยาและการติดต่อ

พบได้ทั่วไป ในน้ำ ในดิน พืชผัก ลำไส้คน และสัตว์ แมแต่แมลง จึงปนเปื้อนได้ทุกที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีความชื้น หรือที่ที่อาจปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย เช่น ในบริเวณส้วม ภาชนะ และสิ่งของเครื่องใช้ที่ผ่านการหยิบจับด้วยมือ

การก่อโรค

E. coli หลายสายพันธุ์ก่อโรคในลำไส้ ทำให้ท้องร่วงได้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ และในกรณีที่เชื้อเข้าสู่สูบอดแผล กระแสเลือด หรืออวัยวะภายในส่วนอื่น ก็มีโอกาสดูดเชื้อก่อโรคได้ทั้งสิ้น

Candida albicans (9-10)

รูปร่างและลักษณะทั่วไป

เชื้อราใน class Deuteromycetes มีลักษณะสำคัญคือ เส้นใยมีผนังกัน มีเฉพาะการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศเท่านั้น และสร้างสปอร์แบบ conidia ซึ่งเชื้อใน genus *Candida* จัดเป็น Yeastlike fungi คือตัวเชื้อเป็นยีสต์เซลล์ มีรูปกลมหรือรี สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ (budding) ได้เป็น blastoconidia และพบสร้างได้ทั้ง true hyphae และ pseudohyphae

นิเวศวิทยาและการติดต่อ

พบเชื้อก่อโรคได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในน้ำ อาหาร ดิน และในร่างกายของคน เช่น ที่ผิวหนัง ในช่องปาก ทางเดินอาหาร ช่องคลอด โดยพบเชื้อได้เป็น normal flora ของคนปกติ การเกิดโรคนอกจากเกี่ยวข้องกับ ความรุนแรงของตัวเชื้อเองแล้ว ยังเกี่ยวกับสภาวะของร่างกายของผู้ป่วยด้วย ผู้ที่เสี่ยงต่อการติดโรคคือ ผู้ที่มีความต้านทานของร่างกายต่ำ ได้แก่ ผู้ป่วยโรคมะเร็ง เบาหวาน โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง ผู้ป่วยที่ได้รับยาปฏิชีวนะนานๆ สาร steroid ยาคุมกำเนิดและนอกจากนี้ยังพบบ่อยในเด็ก คนชรา หญิงมีครรภ์ คนช้วน และในผู้ป่วยหลังการผ่าตัด เป็นต้น โรค Candidosis เป็นได้กับร่างกายทุกระบบ การติดเชื้อมักเป็นแบบ endogenous infection แต่บางครั้งอาจพบ exogenous infection ได้บ้าง

ลักษณะทางคลินิก

การก่อโรคของเชื้อ *Candida* มีรูปแบบต่างๆ กันดังนี้

1. โรคติดเชื้อในปาก

เป็นรูปแบบที่พบได้บ่อยที่สุดในผู้ป่วยโรคเอดส์ ซึ่งแสดงอาการทางคลินิกให้ปรากฏเป็นโรคแรก และเป็นการบ่งชี้ว่าผู้ป่วยมีความผิดปกติในระบบภูมิคุ้มกันซึ่งจะปรากฏอาการเมื่อจำนวน CD_4 T-lymphocytes ประมาณ 400 เซลล์/ลูกบาศก์มิลลิเมตร ในรายที่ป่วยเป็นเอดส์เต็มขั้น โรคจะกลับเป็นซ้ำอีกทุก 1-2 เดือนหลังได้รับการรักษาแล้ว นอกจากนี้ยังพบในคนชรา ผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็ง ผู้ป่วยที่ได้รับยาพวกสเตอรอยด์ และผู้ป่วยด้วยโรคเรื้อรังอื่นๆ

ภายในช่องปากมีสภาพเปียกชื้นและเป็นที่รวมของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดด้วยกัน เมื่อเนื้อเยื่อภายในช่องปากมีภูมิต้านทานต่อเชื้อน้อยลง เชื้อต่างๆ โดยเฉพาะเชื้อ *Candida* จะสามารถแบ่งตัวได้เป็นจำนวนมาก ลักษณะทางคลินิกของโรคติดเชื้อ *Candida* ในปากมีได้หลายแบบ ที่พบได้บ่อยคือ ฝ้าขาวในปาก (oral thrush) มักพบได้ในทารก เนื่องจากภูมิคุ้มกันต่อเชื้อยังเกิดขึ้นไม่เพียงพอ ติดเชื้อจากหัวนม ขวดนม และน้ำนมที่ใช้เลี้ยงทารก ติดเชื้อจากช่องคลอดมารดาที่เป็นโรคตกขาวจากเชื้อนี้ โรคมีลักษณะเป็นแผ่นฝ้าสีขาว

หนาพอประมาณ คลุมอยู่ที่บริเวณกระพุ้งแก้ม ลิ้น เหงือก เพดานปาก ตลอดจนทอนซิล เมื่อใช้ปากคีบจับดูจะอ่อนยุ่ยคล้ายฝ้าน้ำนม ซึ่งขูดออกได้ง่ายโดยเสียดไม้จิ้มฟัน เด็กที่เป็นโรคจะร้องกวน ไม่ดูดนม อีกแบบหนึ่งคือปากนกกระจอก (angular cheilitis, perleche) ผิวหนังตรงมุมปากที่เป็นโรคข้างใดข้างหนึ่ง หรือทั้ง 2 ข้าง มีลักษณะเปื่อยยุ่ย เป็นคราบสีขาวและเห็นรอยปริ อาจพบน้ำเหลืองจับรังเป็นสะเก็ดสีเหลืองอยู่ที่ขอบ ในภาวะที่ภูมิคุ้มกันต่ำมากๆ อาจกลายเป็น granuloma ขึ้นมาได้ คือมีลักษณะเป็นก้อนนูนแข็งสีแดงมีสะเก็ดสีเหลืองปกคลุม ในรายที่ใส่ฟันปลอม ฟันปลอมอาจทำให้เกิดแผล อาจทำให้เกิดแผลขึ้นก่อนแล้วเชื้อ *Candida* ที่มีอยู่ในช่องปากงอกกลุกลามก่อโรคขึ้น เรียกว่า denture stomatitis (chronic atrophic candidosis) มีการอักเสบของเนื้อเยื่อชั้นใต้เยื่อเมือก เกิดแผลอักเสบเรื้อรังที่รอยต่อของขอบเหงือกกับฟันปลอม แผลนี้มีอาการเจ็บบ้างเล็กน้อย และแสบเมื่อรับประทานอาหารรสจัด

2. โรคติดเชื้อบริเวณผิวหนังและเล็บ

บริเวณรอยพับ เช่น ขาหนีบ ง่ามกัน รักแร้ ได้เด้านม ขอกนิ้วมือ นิ้วเท้า โดยเฉพาะในเด็ก คนอ้วน ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ได้ยาสเตียรอยด์ แม่บ้านที่ทำหน้าที่ในการซักล้าง รวมทั้งผู้ป่วยไฟไหม้หรือน้ำร้อนลวกจะติดเชื้อ *Candida* ได้ง่าย ลักษณะทางคลินิกเริ่มเป็นตุ่มอักเสบเล็กๆ สีแดงหลายๆ เม็ด เกิดที่บริเวณรอยพับ ต่อมาตุ่มเหล่านี้จะกลายเป็นหนองแล้วแตกออกเป็นแผลตื้นๆ และมีฝ้าสีขาวของผิวหนังที่ตายติดอยู่ ตุ่มเหล่านี้จะขยายตัวรวมกันเป็นแผ่นฝ้าขนาดใหญ่ มองเห็นส่วนที่นูนเป็นสีแดงรอบๆ บริเวณรอยโรคเดิมจะพบตุ่มแดงเล็กๆ เกิดขึ้นใหม่อีกเป็นจำนวนมากกระจายตัวออกไป มีอาการคันและแสบ ในรายที่เป็นอยู่นานแผ่นฝ้าจะค่อยๆ เลือนหายไปเอง แต่ผิวหนังบริเวณที่เป็นโรคจะหนาขึ้น มีสีคล้ำพร้อมด้วยรอยปริ ปรากฏอยู่ตรงซอกหลัง รอยพับ ลักษณะของโรคชนิดนี้เรียกว่า *Candida intertrigo* รายที่เป็นที่เล็บ เนื้อข้างเล็บจะบวมแดง มีอาการอักเสบร่วมด้วย ต่างจากโรคกลากที่เล็บ ซึ่งจะพบพยาธิสภาพที่เล็บเท่านั้น เล็บที่เกิดโรคมักมีสีเหลือง ผิวของแผ่นเล็บจะกลายเป็นระลอกคลื่นในแนวขวาง

3. โรคติดเชื้อเรื้อรังบริเวณผิวหนังและเยื่อเมือก

โรคมักเกิดที่ผิวหนังชั้นนอกสุดและเยื่อเมือกเท่านั้น และมักพบที่ผิวหนังบริเวณรอยพับ ในผู้ป่วยรายที่มีภูมิคุ้มกันของร่างกายต่ำ เช่น โรคต่อมไร้ท่อ พันธุกรรม เชื้อ *Candida* จะลุกลามไปได้ทั่วร่างกาย เช่น ที่ลำตัว ศีรษะ ปาก ช่องปาก ลิ้น อวัยวะเพศและเล็บ เกิดเป็นกลุ่มอาการขึ้นมาเรียกว่า โรคติดเชื้อ *Candida* บริเวณผิวหนังและเยื่อเมือกเรื้อรัง (chronic mucocutaneous candidosis) ซึ่งพบได้ในเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 10 ปี และบางรายโรคมีอาการรุนแรงมากจนทำให้เสียชีวิตได้ เริ่มแรกลักษณะทางคลินิกจะเป็นตุ่มน้ำหนองเม็ดเล็กๆ สีแดง เกิดขึ้นหลายตุ่มรวมกันอยู่เป็นกลุ่มๆ ซึ่งมีอาการเจ็บๆ คันๆ ต่อมาตุ่มเหล่านี้จะแตกออกแล้วรวมกันเป็นแผ่นฝ้าปนกับสะเก็ดสีเหลือง ผิวหนังรอบๆ แผ่นฝ้าจะมีอาการอักเสบ โรคค่อยๆ ขยายตัวออกไปโดยรอบเกิดตุ่มขนาดเล็กขึ้นที่ขอบเดิม ผิวหนังที่เป็นโรคยกตัวเป็นแผ่นแข็งนูนขึ้นมาและมีสะเก็ดสีเหลืองปิดอยู่คล้ายเปลือกเกาะ เรียกว่า crusty granuloma เมื่อใช้ปากคีบดึงสะเก็ดออกมามดูด้วยกล้องจุลทรรศน์พบเชื้อจำนวนมาก ถ้าโรคเกิดที่หนังศีรษะสามารถทำให้ผมร่วงได้ นอกจากนี้ผู้ป่วยยังมีไข้ต่ำๆ เบื่ออาหาร ผอมแห้ง มีอาการขาดอาหารและโลหิตจาง ตับ ม้าม และต่อมน้ำเหลืองขยายใหญ่สามารถคลำได้ เม็ดเลือดขาวมีจำนวนสูงขึ้น เม็ดเลือดแดงตกตะกอนเร็วขึ้น บางรายเกิดโรคที่อวัยวะภายในได้

4. โรคติดเชื้อบริเวณอวัยวะเพศ

ในผู้หญิงการเกิดตกขาวจากเชื้อ *Candida* (vagina thrush) พบได้บ่อยและมีอาการคันรุนแรง มีสาเหตุเสริม เช่น การมีครรภ์ การร่วมเพศ ตกขาวมีลักษณะเป็นเมือกข้นสีขาว มีกลิ่นเปรี้ยว ภายในช่องคลอดพบ

ว่าเย็บุที่เป็นโรคมักมีลักษณะเป็นแผ่นฝ้าสีขาว เบื่อเย็บุและมีแผลตื้นๆ ขนาดเล็กๆ ในรายที่เป็นมากเมื่อทาบจะไหลออกมานอกช่องคลอดลูกกลมไปถึงทวารหนักและขาหนีบ

อวัยวะเพศของผู้ชายก็อาจเกิดโรคได้ (*Candida balanitis*) ลักษณะทางคลินิกเกิดที่ด้านบนของปลายองคชาต เมื่อเริ่มเกิดเป็นจุดสีแดงขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุดกระจายอยู่ทั่วไป ต่อมาตุ่มเหล่านี้แตกออกกลายเป็นฝ้าเย็บุสีขาวอยู่เต็มผิวหนังบริเวณที่เป็นโรค เมื่อฝ้าเหล่านี้หลุดออกไปหมดผิวเนื้อจะมีสีแดงสด มีอาการแสบและคัน อาจพบการอักเสบของหลอดปัสสาวะเกิดร่วมด้วย คือมีเมือกใสหรือสีขาวขุ่นในตอนเช้า ผู้ป่วยมีอาการแสบและคันบางเวลา

5. โรคติดเชื้อตามระบบ

ในภาวะที่ภูมิคุ้มกันของร่างกายต่ำ เช่น ผู้ป่วยเด็ก ผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็ง พบได้บ้างในผู้ป่วยเอดส์ อาจเกิดโรคติดเชื้อตามระบบได้ และอาจเกิดร่วมกับโรคอื่นๆ

ระบบต่างๆ ที่มักเกิดโรคได้แก่

ระบบทางเดินปัสสาวะ พบได้ประมาณ 1 ใน 3 ของผู้ป่วยที่เกิดโรคตามระบบ มักพบในผู้ป่วยที่มีสายสวนคาท่อปัสสาวะ กระเพาะปัสสาวะอักเสบ แล้วเชื้อลุกลามขึ้นไปก่อโรคที่ไต บางรายเชื้อกระจายไปตามหลอดเลือด ทำให้มีอาการไข้และหนาวสั่น

ระบบหัวใจ เกิดการอักเสบที่กล้ามเนื้อหัวใจ ผนังหรือเยื่อหุ้มหัวใจมีอาการคล้ายกับที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น มีไข้ เสียงหัวใจเต้นผิดปกติ หัวใจล้มเหลว ซีด ม้ามโต มักพบในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ โดยเฉพาะการเปลี่ยนลิ้นหัวใจ ผู้ป่วยที่มีสายสวนคาอยู่หรือได้รับน้ำเกลือทางหลอดเลือดดำเป็นเวลานาน ผู้ป่วยติดยาเสพติดชนิดฉีดยาเข้าหลอดเลือดดำ

ระบบประสาท อาจก่อให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ เกิดฝีขนาดต่างๆ ขึ้นในสมอง เชื่อว่าเกิดจากการกระจายเชื้อตามหลอดเลือด หรือเชื้อเข้าโดยตรง เช่น ในการเจาะหลังหรือได้รับการผ่าตัดระบบประสาท

ระบบทางเดินอาหาร ก่อให้เกิดอาการอักเสบของหลอดอาหาร ทำให้ผู้ป่วยเจ็บเวลากลืนอาหาร กลืนลำบาก เจ็บแน่นหน้าอก เป็นโรคแทรกซ้อนที่สำคัญในผู้ป่วยเอดส์ พบน้อยในโรคอื่นๆ ส่วนพยาธิสภาพในกระเพาะอาหารหรือลำไส้มักไม่มีอาการเด่นชัด

เชื้อ *Candida* สามารถก่อโรคได้ทุกที่ เช่น ทำให้เกิดการอักเสบในกระดุก ในลูกตา (endophthalmitis) และภาวะเลือดติดเชื้อ (septicemia)

6. ภาวะภูมิแพ้จากเชื้อ *Candida*

เกิดจากการที่มีการติดเชื้อ *Candida* ร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองเกิดพยาธิสภาพที่ผิวหนังคล้ายกับที่พบในโรคภูมิแพ้จากเชื้อกลาก แต่ผื่นมักพบบริเวณข้อมือหรือขาหนีบเท่านั้น (ซึ่งส่วนหนึ่งของผู้ป่วยอาจจะเกิดจากเชื้อ *Candida* ในลำไส้) เมื่อโรคติดเชื้อ *Candida* รักษาหายแล้ว พยาธิสภาพที่ผิวหนังจะหายไปด้วย

การวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ

1. การตรวจโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ นำตัวอย่างตรวจเช่น skin scraping หรือตัดเล็บส่วนที่เสีย หรือ vaginal swab แล้วแต่ว่าผู้ป่วยที่รอยโรคที่ใด นำมาทำ KOH-preparation จะพบ budding yeast cells และ pseudohyphae ปะปนอยู่กับ epithelial cells สำหรับ vaginal swab, oral swab และ pus อาจตรวจ

โดยทำ fresh preparation โดยหยดลงบนแผ่น slide ปิดด้วย cover glass ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือ อาจย้อมสีแกรมก็จะพบเชื้อติดสีแกรมบวก

2. การเพาะเชื้อ ยืนยันผลและหาชนิดของเชื้อสาเหตุโดยการเพาะเชื้อบน Sabouraud's dextrose agar หรือ Sabouraud's dextrose agar ที่มี chloramphenicol เพาะที่อุณหภูมิห้อง หรือ 37°C ได้ yeast-like colony เจริญเร็ว สังเกตเห็น colony ใน 2-3 วัน colony มีสีครีมเหมือนหยดเนย สร้างสาขารว true hyphae และ pseudohyphae ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อได้

วิธีทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ (Antimicrobial activity)

1. Disc diffusion method

ทำโดยนำเชื้อที่ต้องการทดสอบมาป้ายบนผิวหน้าของอาหารร่วน และนำแผ่น paper disc ซึ่งมีตัวยาหรือสารที่ต้องการทดสอบมาวางบนผิวหน้าของอาหารร่วน หลังจากนำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อตัวยาหรือสารที่ต้องการทดสอบ จะค่อยๆ ซึมจาก paper disc แผ่นเป็นรัศมีโดยรอบ จากที่มีความเข้มข้นสูงไปยังที่ที่มีความเข้มข้นต่ำ ตัวยาหรือสารที่ต้องการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจะพบวงใสรอบแผ่น paper disc (Zone of inhibition; clear zone) ประเมินผลโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone

2. Dilution method

ใช้หลักการเจือจางสารที่ต้องการทดสอบ ในอาหารเหลว (broth) ให้มีความเข้มข้นแต่ละหลอดลดลงไปครึ่งหนึ่งเรื่อยๆ (two fold dilution) แล้วนำเชื้อที่ต้องการทดสอบ (10^4 - 10^5 cell/ml) เติมลงไป ในจำนวนจำกัดทุกหลอด หลังจากนั้นไปเพาะเชื้อภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ สามารถหาหลอดที่ไม่มีเชื้อเจริญและมีความเข้มข้นของยาคต่ำสุด ซึ่งเรียกว่า Minimum Inhibitory Concentration (MIC)