



เอกสารคำสอน

ชุดวิชา 93257 ศัตรุพีชเบื้องต้น
หน่วยที่ 10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพิษ

อาจารย์ ดร. ธำรงเจต พัฒมมุข

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี
โทรศัพท์ 025048046 – 48
แฟกซ์ 025033578

คำนำ

ชุดวิชาศัตรูพืชเบื้องต้น (Introduction to Crop Pests) เป็นชุดวิชาในหมวดวิชาเฉพาะสำหรับนักศึกษาในหลักสูตรเกษตรศาสตรบัณฑิต แขนงวิชาการจัดการการเกษตร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2559 สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ เป็นชุดวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา 15 หน่วย เกี่ยวข้องกับศัตรูพืชที่สำคัญ ได้แก่ วัชพืช แมลงศัตรูพืช ไรศัตรูพืช สัตว์ศัตรูพืช โรคพืช การกักกันพืช สารควบคุมศัตรูพืชและการใช้ และวัฏอันตรายทางการเกษตร โดยเนื้อหาใน หน่วยที่ 10 จะกล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช ประกอบไปด้วย ประวัติและความเป็นมาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาการโรคพืช สาเหตุการเกิดโรคที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส เชื้อไวรอยด์ และไส้เดือนฝอย เป็นต้น รวมถึงโรคที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน เป็นต้น และอธิบายถึงหลักการโรคพืชเบื้องต้น การเพาะเลี้ยงเชื้อ และการวินิจฉัยโรคพืช ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการจัดการโรคพืช และต่อยอดในการปฏิบัติงานทางด้านการจัดการการผลิตพืช ดังนั้นเนื้อหาในหน่วยที่ 10 โรคความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช จึงเหมาะสำหรับ นักเรียน นักศึกษา เกษตรกร และประชาชนทั่วไปที่สนใจ

สารบัญ

คำนำ	2
สารบัญ	3
รายละเอียดชุดวิชา	4
แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 10	5
แผนการสอนประจำหน่วย	6
แบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 10.....	9
ตอนที่ 10.1 ประวัติความเป็นมา ความหมาย และความเสียหายที่เกิดจากโรคพืช	11
ตอนที่ 10.2 หลักการโรคพืช	16
ตอนที่ 10.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชและหลักการวินิจฉัยโรคพืช	23
แนวต่อบกิจกรรมหน่วยที่ 10	27
แบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 10	30
เฉลยแบบประเมินผลตนเองหน่วยที่ 10.....	33
บรรณานุกรม	33

รายละเอียดชุดวิชา

ชุดวิชา 93257 ศัตรูพืชเบื้องต้น (Introduction to Crop Pests)

คำอธิบายชุดวิชา

ชนิดของศัตรูในกลุ่มต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ แมลงศัตรู สัตว์ศัตรู โรคพืช และวัชพืช แหล่งที่มา การแพร่กระจาย และการระบาดของศัตรูพืช การทำความเข้าใจเกี่ยวกับพืชและกลไกการเข้าทำลายพืช การวินิจฉัยสาเหตุความเสียหายจากศัตรูพืชขั้นต้น หลักการควบคุมและการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนเครื่องมืออุปกรณ์และความรู้เกี่ยวกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

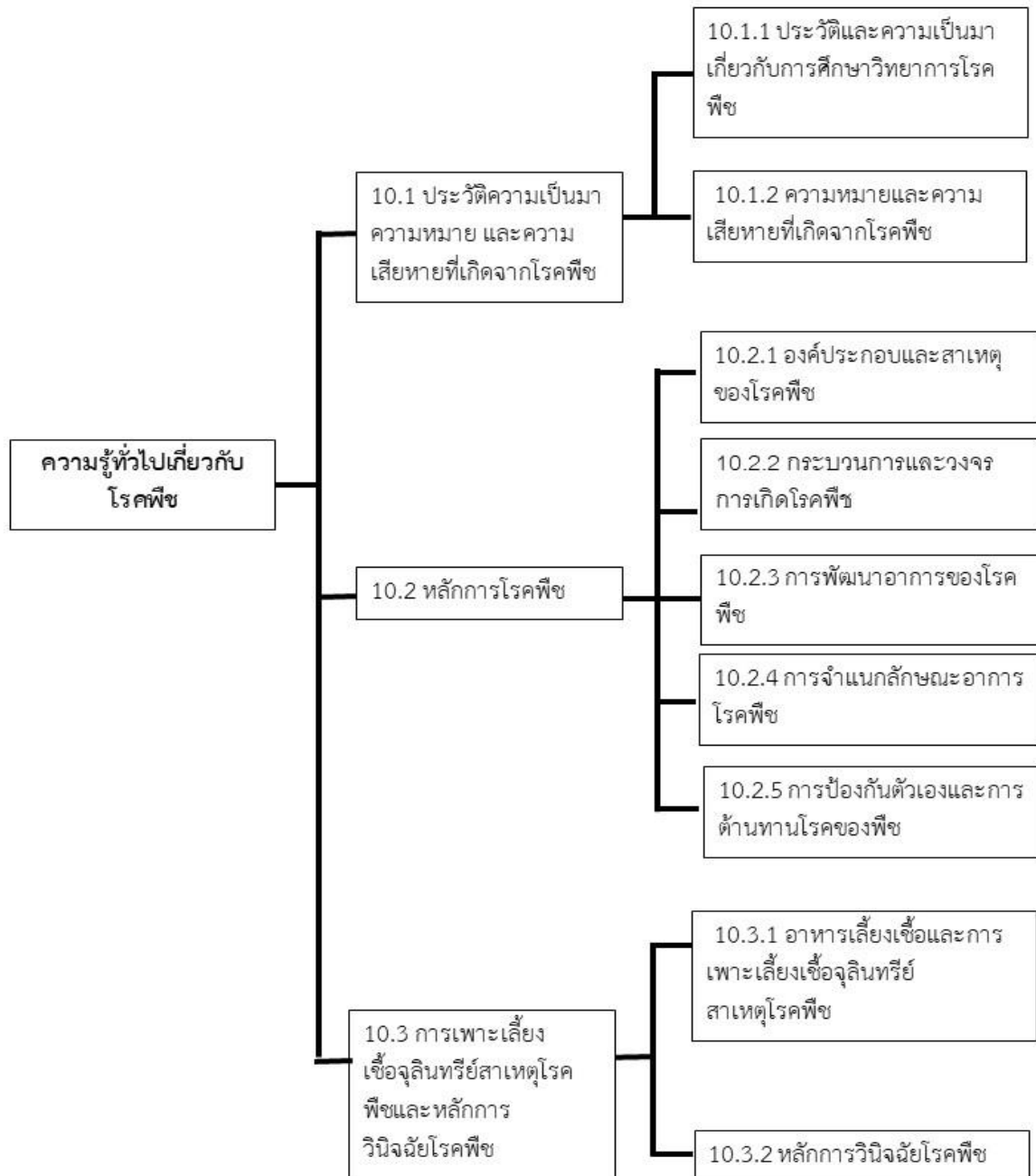
วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของศัตรูพืชที่สำคัญ
2. เพื่อให้ความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งที่มา การแพร่กระจาย การระบาดและการทำความเข้าใจเกี่ยวกับพืช
3. เพื่อให้ความสามารถวินิจฉัยสาเหตุความเสียหายจากศัตรูพืชขั้นต้นได้
4. เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการควบคุมและป้องกันกำจัดศัตรูพืช

รายชื่อหน่วยการสอน

- หน่วยที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับศัตรูพืช
- หน่วยที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัชพืช
- หน่วยที่ 3 วัชพืชที่สำคัญ
- หน่วยที่ 4 การควบคุมวัชพืชและการจัดการวัชพืช
- หน่วยที่ 5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแมลงและแมลงศัตรูพืช
- หน่วยที่ 6 แมลงศัตรูพืชที่สำคัญ
- หน่วยที่ 7 การจัดการแมลงศัตรูพืช
- หน่วยที่ 8 ไรศัตรูพืชและการจัดการ
- หน่วยที่ 9 สัตว์ศัตรูพืชและการจัดการ
- หน่วยที่ 10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช
- หน่วยที่ 11 โรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส และเชื้อไวรอยด์
- หน่วยที่ 12 โรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา ไล้เดือนฝอย ธาตุอาหารและปัจจัยสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม
- หน่วยที่ 13 การควบคุมและการจัดการโรคพืช
- หน่วยที่ 14 สารควบคุมศัตรูพืชและการใช้
- หน่วยที่ 15 ศัตรูพืชบูรณา การกักกันพืช และวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร

แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพิษ



แผนการสอนประจำหน่วย

หน่วยที่ 10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช

เค้าโครงเนื้อหา

- ตอนที่ 10.1 ประวัติความเป็นมา ความหมาย และความเสียหายที่เกิดจากโรคพืช
- เรื่องที่ 10.1.1 ประวัติและความเป็นมาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาการโรคพืช
 - เรื่องที่ 10.1.2 ความหมายและความเสียหายที่เกิดจากโรคพืช
- ตอนที่ 10.2 หลักการโรคพืช
- เรื่องที่ 10.2.1 องค์ประกอบและสาเหตุของโรคพืช
 - เรื่องที่ 10.2.2 กระบวนการและวงจรการเกิดโรคพืช
 - เรื่องที่ 10.2.3 การพัฒนาอาการของโรคพืช
 - เรื่องที่ 10.2.4 การจำแนกลักษณะอาการโรคพืช
 - เรื่องที่ 10.2.5 การป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืช
- ตอนที่ 10.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชและหลักการวินิจฉัยโรคพืช
- เรื่องที่ 10.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อและการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช
 - เรื่องที่ 10.3.2 หลักการวินิจฉัยโรคพืช

แนวคิด

1. มนุษย์เริ่มสนใจศึกษาวิทยาการทางด้านโรคพืชเพื่อที่จะลดปัญหาและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับพืชและผลผลิต โดยโรคพืชวิทยาจัดเป็นสาขาหนึ่งของจุลชีววิทยาที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับ เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดโรคกับพืช ได้แก่ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส เชื้อไวรอยด์ และไส้เดือนฝอย ส่วนโรคพืชยังสามารถเกิดจากสิ่งที่มีชีวิตได้อีกด้วย เช่น การขาดสมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น โดยจากการบันทึกที่เป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์เกี่ยวกับการศึกษาโรคกับพืชสามารถ แบ่งออกได้เป็น 3 ยุค ได้แก่ 1) ยุคก่อนประวัติศาสตร์ 2) ยุคเริ่มต้นการศึกษาจุลชีววิทยาและโรคพืชวิทยา และ 3) ยุคการศึกษาโรคพืชปัจจุบัน อย่างไรก็ตามโรคพืชนั้นมีหมายถึง สภาวะที่ต้นพืชเกิดความผิดปกติ โดยมีสาเหตุเนื่องจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์และไส้เดือนฝอยศัตรูพืช และจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความผิดปกติทางด้านสรีระของพืช การทำงานของระบบต่างๆ ในพืชผิดปกติ ทำให้พืชมีโครงสร้างทางสัณฐานเปลี่ยนแปลงไป โดยพืชจะแสดงอาการให้เห็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นหรือพืชอาจตาย ทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านปริมาณ คุณภาพ และมูลค่าทางเศรษฐกิจ

2. องค์ประกอบโรคพืช มี 4 องค์ประกอบด้วยกัน เรียกว่า สามเหลี่ยมโรคพืช (disease triangle) หรือพีระมิดแห่งการเกิดโรค (disease pyramid) ประกอบด้วย 1) พืชอาศัยที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคพืช 2) เชื้อสาเหตุโรคพืชที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลาย หรือก่อให้เกิดโรคกับพืช 3) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค

และ 4) ระยะเวลาที่ยาวนานพอที่เชื้อโรคสัมผัสกับพืช โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคพืช สามารถแบ่งเป็น โรคพืชที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส เชื้อไวรอยด์ และไส้เดือนฝอย ส่วน โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น โรคที่เกิดการขาดธาตุอาหาร โรคที่เกิดการได้รับธาตุอาหารมากเกินไปจนเป็นพิษ เป็นต้น โดยการเกิดโรคกับพืชนั้นมีลำดับเหตุการณ์ในการพัฒนาการเกิดโรคเป็นขั้นตอน เราเรียกว่า วงจรการเกิดโรคพืช (disease cycle) ประกอบด้วยลำดับเหตุการณ์แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การสัมผัสพืชและจดจำของเชื้อ 2) การเข้าสู่พืชของเชื้อ 3) การติดเชื้อ และ 4) การแพร่กระจายของเชื้อ อาการของโรคมายังถึงลักษณะของพืชที่ผิดปกติหรือเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจาก ปฏิกริยาทางเคมีตอบสนองภายในพืชซึ่งไม่สามารถสังเกตได้ในทันทีหลังจากที่ถูกรบกวนโดยสาเหตุของโรคพืชทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยการพัฒนาลักษณะอาการของโรคพืช สามารถแบ่งได้เป็น อาการในระดับเซลล์ และอาการทางเนื้อเยื่อ อาการทางแผล และอาการทางสัณฐานวิทยา เป็นต้น โดยการจำแนกลักษณะอาการโรคพืชสามารถแบ่งได้เป็นอาการเจริญผิดปกติเกิดเนื่องจากการแทนที่ของเนื้อเยื่อโดยส่วนของเชื้อ อาการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ อาการเตี้ยและแคระแกร็น อาการเนื้อเยื่อตาย อาการสีผิดปกติ และ อาการร่วงของใบและผล อย่างไรก็ตามพืชก็มีการป้องกันตัวเองจากเชื้อโรคเช่นกัน โดยการป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืชแบ่งออกได้ 2 ประการ คือ 1) ความต้านทานที่มีอยู่แล้วในพืช และ 2) ความต้านทานที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างขึ้น

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ คือ อาหารซึ่งมีส่วนประกอบของสารอาหารที่เอื้ออำนวยให้จุลินทรีย์เจริญและแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน โดยจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน มีความต้องการสารอาหาร ตลอดจนสภาพความเป็นกรดต่าง (pH) ของอาหารแตกต่างกัน ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อโดยทั่วไปควรมีคุณสมบัติคือ มีธาตุอาหารและความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ มีความเป็นกรดและด่าง (pH) ที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ ปราศจากสารพิษที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และ ปราศจากสิ่งมีชีวิตชนิดใด ๆ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ และสิ่งสำคัญในการแยกเชื้อสาเหตุโรคพืชคือ ผู้ปฏิบัติต้องคำนึงถึงเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) อยู่เสมอเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น โดยวิธีการแยกเชื้อสาเหตุโรคพืชมีด้วยกัน 4 วิธีคือ Dilution plate method, Streak plate method, Tissue transplanting method และ Spread plate method โดยการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์นั้นถือเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการวินิจฉัยโรคพืช เพราะการวินิจฉัยโรคพืชเป็นการลงความเห็นถึงสาเหตุของโรค เพื่อจัดการได้ให้คำแนะนำ แก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการเพาะปลูกพืช โดยหลักในการวินิจฉัยโรคพืชมี 3 ประการคือ 1) ตรวจสอบอาการผิดปกติของพืช 2) เก็บตัวอย่างพืชเป็นโรคและดินอย่างถูกต้อง 3) การตรวจพิสูจน์สาเหตุโรค ซึ่งการวินิจฉัยโรคพืชก็จะแตกต่างกันไปตามชนิดสาเหตุโรคพืช โดยต้องยึดหลักการพิสูจน์โรคโดยวิธี Koch's Postulates

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาหน่วยที่ 10 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืชได้
2. อธิบายหลักการโรคพืชได้
3. อธิบายการการวินิจฉัยโรคพืชได้

กิจกรรมระหว่างเรียน

1. ทำแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 10
2. ศึกษาเอกสารการสอนตอนที่ 10.1-10.3
3. ปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายในเอกสารการสอน
4. ฟังรายการวิทยุกระจายเสียงและวีซีดีประกอบชุดวิชา (ถ้ามี)
5. ชมรายการวิทยุโทรทัศน์ (ถ้ามี)
6. ทำกิจกรรมประจำชุดวิชา (ถ้ามี)
7. ทำแบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 10

สื่อการสอน

1. เอกสารการสอน
2. แบบฝึกปฏิบัติ
3. รายการวิทยุกระจายเสียงและวีซีดีประกอบชุดวิชา (ถ้ามี)
4. รายการวิทยุโทรทัศน์ (ถ้ามี)
5. กิจกรรมประจำชุดวิชา (ถ้ามี)

การประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ประเมินผลจากกิจกรรมและแนวตอบท้ายเรื่อง
3. ประเมินผลจากกิจกรรมประจำชุดวิชา (ถ้ามี)
4. ประเมินผลจากการสอบประจำภาคการศึกษา

**เมื่ออ่านแผนการสอนแล้ว ขอให้ทำแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียน
หน่วยที่ 10 ในแบบฝึกปฏิบัติ แล้วจึงศึกษาเอกสารการสอนต่อไป**

แบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 10

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช”

คำแนะนำ ขอให้ให้นักศึกษาอ่านคำถาม แล้วเขียนวงกลมรอบข้อความตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดนักวิทยาศาสตร์ได้ชื่อว่าเป็น บิดาแห่งวิชาจุลชีววิทยา และเป็นผู้ที่ค้นพบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
 - ก. Piera A. Micheli
 - ข. Antonie Philips van Leeuwenhoek
 - ค. Isaac B. Prevost
 - ง. Robert Hooke
 - จ. Louis Pasteur
2. ข้อใดคือเชื้อสาเหตุโรคพืชที่เกิดการระบาดในเหตุการณ์ The Irish Potato Famine
 - ก. *Aspergillus flavus*
 - ข. *Xanthomonas citri* subsp. *citri*
 - ค. *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*
 - ง. *Phytophthora infestans*
 - จ. *Plasmopara viticola*
3. ข้อใดคือ องค์ประกอบของการเกิดโรคพืช
 - ก. เชื้อโรคพืช
 - ข. พืชอาศัย
 - ค. สภาพแวดล้อม
 - ง. ระยะเวลาที่เหมาะสม
 - จ. ถูกทุกข้อ
4. ข้อใดคือสาเหตุโรคพืชที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่สุด
 - ก. เชื้อแบคทีเรีย
 - ข. เชื้อไฟโตพลาสมา
 - ค. เชื้อไวรัส
 - ง. เชื้อไวรอยด์
 - จ. เชื้อรา
5. ข้อใดคือเหตุการณ์แรกที่เกิดขึ้นในวงจรการเกิดโรค
 - ก. การสัมผัสพืชและจดจำของเชื้อ
 - ข. การเข้าสู่พืชของเชื้อ
 - ค. การติดเชื้อ

- ง. การแพร่กระจายของเชื้อ
 จ. การอยู่ข้ามฤดู
6. ข้อใดคือเชื้อสาเหตุโรคพืชที่มีผลต่อการลดระดับจิบเบอเรลลินทำให้พืชแสดงอาการเตี้ยแคระ
- ก. *Puccinia punctiformis*
 ข. *Cucumber mosaic virus* (CMV)
 ค. *Agrobacterium tumefaciens*
 ง. *Meloidogyne* spp.
 จ. *Gibberella fujikuroi*
7. ข้อใดคือความต้านทานโรคที่มีอยู่แล้วในพืช
- ก. การเกิด tylose ในท่อน้ำของพืช
 ข. การเกิดชั้นที่แยกปรีออกของเนื้อเยื่อ
 ค. การสร้างผนังเซลล์ให้หนาขึ้นโดยมี callose เพิ่มขึ้น
 ง. การที่ผิวพืชมีชั้นคิวติเคิลหนา
 จ. การสังเคราะห์สารไฟโตเอเล็กซิน
8. ข้อใดคืออาหารเลี้ยงเชื้อที่แยกความแตกต่างของโคโลนี
- ก. Potato dextrose agar (PDA)
 ข. Nutrient agar (NA)
 ค. MacConkey (MCK)
 ง. SX agar
 จ. ถูกทุกข้อ
9. สารปฏิชีวนะ และ วิตามิน ควรฆ่าเชื้อด้วยวิธีการใด
- ก. การลนไฟโดยตรง
 ข. ใช้ตู้อบความร้อน (hot air oven)
 ค. ใช้หม้อนึ่งความดัน autoclave
 ง. ใช้อุปกรณ์ชุดกรอง syringe filter
 จ. ใช้ แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
10. ข้อใดลักษณะของเชื้อ (sign) ที่ใช้การวินิจฉัยโรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย
- ก. ooze
 ข. mycelium
 ค. basidiocarp
 ง. zoospore
 จ. conidiophores

ตอนที่ 10.1 ประวัติ ความเป็นมา ความหมาย และความเสียหายที่เกิดจากโรคพืช

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ของตอนที่ 10.1 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

10.1.1 ประวัติและความเป็นมาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาการโรคพืช

10.1.2 ความหมายและความเสียหายที่เกิดจากโรคพืช

แนวคิด

1. ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์จนถึงยุคปัจจุบัน มนุษย์รู้จักการเกษตรจากการเก็บเมล็ดพันธุ์พืชป่าและรวบรวมไว้เพื่อนำพืชมาปลูกเป็นอาหารในการดำรงชีวิต และเมื่อประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้น จึงเริ่มมีการขยายพื้นที่ทำการเกษตร และนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการผลิตพืช โรคพืชจัดเป็นศัตรูพืชที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง ถือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดควบคู่กับการเพาะปลูกพืชเพื่อการอุปโภคบริโภคของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จึงทำให้มนุษย์เริ่มสนใจศึกษาวิทยาการทางด้านโรคพืชเพื่อที่จะลดปัญหาและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับพืชและผลผลิต โดยโรคพืชวิทยาจัดเป็นสาขาหนึ่งของจุลชีววิทยาที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับ เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดโรคกับพืช ได้แก่ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส เชื้อไวรอยด์ และไส้เดือนฝอย ส่วนโรคพืชยังสามารถเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตได้อีกด้วย เช่น การขาดสมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น โดยจากการบันทึกที่เป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์เกี่ยวกับการศึกษาโรคกับพืชสามารถ แบ่งออกได้เป็น 3 ยุค ได้แก่ 1) ยุคก่อนประวัติศาสตร์ 2) ยุคเริ่มต้นการศึกษาจุลชีววิทยาและโรคพืชวิทยา และ 3) ยุคการศึกษาโรคพืชปัจจุบัน

2. โรคพืช หมายถึง สภาวะที่ต้นพืชเกิดความผิดปกติ โดยมีสาเหตุเนื่องจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์และไส้เดือนฝอยศัตรูพืช และจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความผิดปกติทางด้านสรีระของพืช การทำงานของระบบต่างๆ ในพืชผิดปกติ ทำให้พืชมีโครงสร้างทางสัณฐานเปลี่ยนแปลงไป โดยพืชจะแสดงอาการให้เห็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นหรือพืชอาจตาย ทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านปริมาณ คุณภาพ และมูลค่าทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามความเสียหายของโรคพืช สามารถแบ่งดังนี้ คือ ก่อให้เกิดความเสียหายด้านปริมาณผลผลิตลดลง เกิดความเสียหายด้านคุณภาพผลผลิตต่ำลง เกิดความเสียหายด้านเศรษฐกิจ ความเสียหายด้านอาชีพเกษตรกรกรรม และ ความเสียหายด้านนิเวศน์และสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาตอนที่ 10.1 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายประวัติและความเป็นมาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาการโรคพืชได้
2. อธิบายความหมายและความเสียหายที่เกิดจากโรคพืชได้

ตอนที่ 10.1 ประวัติ ความเป็นมา ความหมาย และความเสียหายที่เกิดจากโรคพืช

โรคพืช จัดเป็นศัตรูพืชที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง ถือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดควบคู่กับการเพาะปลูกพืชเพื่อการอุปโภคบริโภคของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จึงทำให้มนุษย์เริ่มสนใจศึกษาวิทยาการทางด้านโรคพืชเพื่อที่จะลดปัญหาและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับพืชและผลผลิต โดยโรคพืชวิทยาจัดเป็นสาขาหนึ่งของจุลชีววิทยาที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับ เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดโรคกับพืช ได้แก่ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส เชื้อไวรอยด์ และไส้เดือนฝอย ส่วนโรคพืชยังสามารถเกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น การขาดสมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การเป็นพิษจากสารควบคุมวัชพืช และการเกษตรกรรมที่ไม่ถูกวิธี เป็นต้น โดยประวัติศาสตร์เกี่ยวกับการเกิดโรคกับพืชสามารถ แบ่งออกได้เป็น 3 ยุค คือ 1) ยุคก่อนประวัติศาสตร์ 2) ยุคเริ่มต้นการศึกษาจุลชีววิทยาและโรคพืชวิทยา และ 3) ยุคการศึกษาโรคพืชปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ยุคก่อนประวัติศาสตร์

1.1 ประมาณ 1000 ปีก่อนคริสตกาล สมัยเฮบรู (Hebrews) ได้กล่าวไว้ในคัมภีร์ไบเบิล ถึงการระบาดของและเสียหายของโรคไหม้ (blast) โรคราสนิม (rust) และ โรคราแป้ง (powdery mildews)

1.2 ประมาณ 300 ถึง 286 ปีก่อนคริสตกาล ในสมัยกรีก (Greeks) มีความเชื่อคล้ายสมัยเฮบรู โดยเชื่อว่าโรคเกิดขึ้นเพราะความไม่พอใจของพระเจ้า ซึ่งในสมัยกรีกได้มีนักปรัชญา 2 ท่านที่ได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับโรคพืชและเขียนบันทึกไว้ คือ 1) ทีโอฟราสตัส (Theophrastus) ได้รับการยกย่องเป็น บิดาแห่งพฤกษศาสตร์ และ 2) อริสโตเติล (Aristotle) เป็นอีกผู้หนึ่งที่ทำให้ความสนใจกับโรคราสนิมของธัญพืช รวมถึงสภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรค

2. ยุคเริ่มต้นการศึกษาจุลชีววิทยาและโรคพืชวิทยา

2.1 Robert Hooke ค.ศ. 1665 ผู้ค้นพบเซลล์สิ่งมีชีวิต โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

2.2 Antonie Philips van Leeuwenhoek ค.ศ. 1675 เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวดัตช์ ได้ชื่อว่าเป็น บิดาแห่งวิชาจุลชีววิทยา

2.3 Piera A. Micheli ค.ศ. 1729 ได้ศึกษาเชื้อราด้วยกล้องจุลทรรศน์ และได้พิสูจน์ให้เห็นว่าสปอร์ของเชื้อราที่เพาะบนชิ้นเนื้อแดงโมและผลไม้อื่นๆ

2.4 Mathiew Tillet ค.ศ. 1755 ให้ทำการทดลองเกี่ยวกับเมล็ดข้าวสาลีโดยเอาฝุ่นผงสีดำจากข้าวสาลีที่เป็นโรคไปใส่ในเมล็ดที่ได้จากต้นปกติ

2.5 Isaac B. Prevost ค.ศ. 1807 ได้พิสูจน์ว่าโรคของข้าวสาลีว่าเป็นโรคเกิดจากเชื้อรา และได้ทำการศึกษาสปอร์ การขยายพันธุ์ การงอกของสปอร์ การป้องกันกำจัดโรคโดยจุ่มเมล็ดในสารละลายยูนซี

3. ยุคการศึกษาโรคพืชวิทยาปัจจุบัน

3.1 เชื้อรา

3.1.1 Heinrich Anton de Bary ค.ศ. 1853 ทำการศึกษาโรคราสนิมและโรคราเขม่าดำของข้าวสาลี โดยสรุปว่ามีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา และได้รับการขนานนามว่าเป็น บิดาของเชื้อราวิทยาสมัยใหม่ (father of modern mycology)

3.1.2 Pierre Marie Alexis Millardet ค.ศ. 1885 ได้มีการค้นพบยาบอร์โด (Bordeaux mixture) ซึ่งมีส่วนผสมของยูนซี (copper sulfate) กับปูนขาว

3.2 เชื้อแบคทีเรีย

3.2.1 Louis Pasteur ค.ศ. 1854 ได้ศึกษาและพบว่าการบูดเสียของอาหารหรือน้ำต้มเนื้อเกิดจาก สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในนั้นไม่ใช่เกิดจากทฤษฎีการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (spontaneous generation)

3.2.3 Robert Koch ค.ศ. 1879 ได้ตั้งสมมุติฐานการเกิดโรค (Koch's Postulate) ไว้ 4 ประการ สมมุติฐานดังกล่าวใช้เป็นหลักทางการศึกษา ด้านจุลชีววิทยาและทางโรคพืชวิทยาจนถึงปัจจุบัน

3.2.5 Thomas Jonathan Burrill ค.ศ. 1878 ในปี ได้พบเป็นครั้งแรกว่าอาการใบไหม้ของแอปเปิ้ลและแพร์ (fire blight of apple) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

3.2.6 Erwin Frink Smith (E.F. Smith) ค.ศ. 1895 ได้รับการยกย่องให้เป็น “บิดาโรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย”

3.3 เชื้อไฟโตพลาสมา

3.3.1 Doi และ คณะ ค.ศ. 1967 ได้ค้นพบสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายมายโคพลาสมา (mycoplasma-like organism: MLO) จากท่อลำเลียงของต้นหม่อนที่มีอาการเหลือง

3.3.2 ค.ศ. 1972 Davis และคณะ ได้สังเกตเห็นจุลินทรีย์รูปร่างเป็นเกลียว (helical microorganism) เรียกสิ่งที่พบว่าเป็น เชื้อ *Spiroplasma* sp.

3.4 เชื้อไวรัส

3.4.1 Adolf Mayer ค.ศ. 1886 ได้ใช้น้ำคั้นจากยาสูบเป็นโรคใบด่างชนิดให้ยาสูบปกติ โดย Mayer สรุปว่าโรคใบด่างของยาสูบเกิดจากแบคทีเรีย

3.4.2 Dimitri Iwanowski ค.ศ. 1892 ได้ทำการทดลองโรคใบด่างของยาสูบซ้ำ พบว่าสาเหตุของโรคใบด่างของยาสูบสามารถผ่านเครื่องกรองแบคทีเรียได้

3.4.3 Martinus Willem Beijerinck ค.ศ. 1898 สรุปว่าสาเหตุโรคใบด่างของยาสูบไม่ใช่จุลินทรีย์ แต่เป็น contagium vivum fluidum (fluid living contagium) ซึ่งเขาเรียกสิ่งนี้ว่า เชื้อไวรัส (virus)

3.4.4 ค.ศ. Holmes 1929 พบวิธีการตรวจหาจำนวนไวรัสโดยการเปรียบเทียบสัดส่วนกับจำนวนแผลที่เกิดขึ้นบนใบพืชที่ทำด้วยน้ำคั้นของพืชเป็นโรค

3.4.5 Stanley ค.ศ. 1935 ได้ตกผลึกโปรตีนของไวรัสจากน้ำคั้นของยาสูบที่เป็นโรคใบด่างด้วยแอมโมเนียมซัลเฟต และได้สรุปว่าไวรัสเป็นโปรตีนที่สามารถเพิ่มปริมาณได้เองในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

3.4.6 Bawden และ Pirie ค.ศ. 1936 ได้อธิบายว่าผลึกของไวรัสประกอบด้วยโปรตีนและกรดไรโบนิวคลีอิก (ribonucleic acid)

3.4.7 Kausche และผู้ร่วมงาน ค.ศ. 1939 เป็นนักวิจัยกลุ่มแรกที่ได้เห็นอนุภาคไวรัสผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

3.4.8 Gierer และ Schramm ค.ศ. 1956 สามารถแยกโปรตีนออกจากไวรัสได้ และกรดนิวคลีอิกเพียงอย่างเดียวก็สามารถก่อให้เกิดโรคกับพืชได้ และสามารถสร้างอนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่ได้

3.5 เชื้อไวรอยต์

ในช่วงก่อนปี ค.ศ. 1970 ได้พบโรคพืชที่เกิดกับพืชหลายชนิดที่ยังหาสาเหตุไม่ได้แต่มีการสันนิษฐานว่าเกิดจากเชื้อไวรัส เมื่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นทำให้พบว่าอาการที่มีลักษณะคล้ายโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสนั้นมีสาเหตุมาจากเชื้อไวรอยต์ โดยการศึกษาของ Theodor Otto Diener (ค.ศ.1971-1972) ได้เป็นผู้ที่ค้นพบโรคที่เกิดจากเชื้อไวรอยต์ในมันฝรั่ง (ในปัจจุบันคือ Potato spindle tuber diseases)

3.6 ไล่เดือนฝอย

3.6.1 Turbevill Needham ค.ศ. 1743 ได้รายงานการศึกษาเกี่ยวกับไล่เดือนฝอยโดยสังเกตพบไล่เดือนฝอยในเมล็ดที่บวมพองของข้าวสาลี

3.6.2 Berkeley ค.ศ.1855 พบไล่เดือนฝอยในแตงกวาที่เป็นโรครากปม จึงเรียกไล่เดือนฝอยนั้นว่าไล่เดือนฝอยรากปม (root knot nematode)

3.6.3 Herman Schacht ค.ศ.1859 ได้รายงานความเสียหายของผักกาดหวานในประเทศเยอรมนี ซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายของ cyst nematode และมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมน้ำตาลเป็นอย่างมากมายาวนาน

3.6.4 Julius Kuhn ค.ศ. 1871 ได้ศึกษาวิธีป้องกันกำจัดไล่เดือนฝอยในแปลงผักกาดหวานด้วยสารเคมีอบดิน และยังได้ร่วมกับทีมงานศึกษาการใช้พืชเป็นเหยื่อ เพื่อกระตุ้นให้ไล่เดือนฝอยฟักออกจากไข่ แล้วถอนทำลายต้นพืช เพื่อให้ไล่เดือนฝอยขาดอาหารไม่สามารถเจริญครบวงจรชีวิต

4. การศึกษาโรคพืชในประเทศไทย

การศึกษาโรคพืชในประเทศไทยเริ่มมาไม่น้อยกว่า 70 ปีแล้ว โดยเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2470 หม่อมเจ้าสิทธิพร กฤดากร ได้ตีพิมพ์เกี่ยวกับโรครากเน่าของพลู โรคราน้ำค้างของแตงโม และการควบคุมโรคด้วยวิธีต่างๆ ในหนังสือพิมพ์กสิกรรม ซึ่งถือเป็นรายงานโรคพืชเรื่องแรกที่ตีพิมพ์ในเอกสารของทางราชการ ต่อ พ.ศ. 2475 ได้จัดตั้งแผนกโรควิทยาขึ้นที่สถานีทดลองโรคพืชที่ตำบลเขาวิ้ว อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี สังกัดกรมตรวจกสิกรรม พ.ศ. 2486 กระทรวงเกษตรได้จัดตั้งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ขึ้นในพื้นที่ของสถานีทดลองบางเขน และจัดให้มีแผนกกีฏวิทยา ปัจจุบันงานการเรียน การสอน และงานวิจัยทางด้านโรคพืช ซึ่งมีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหลักในการผลิตบุคลากรแต่เดิมได้ขยายไปสู่สถาบันอุดมศึกษา อาชีวศึกษา และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านการเกษตรทั่วประเทศ

5. ความหมายของโรคพืช

โรคพืช หมายถึง สภาวะที่ต้นพืชเกิดความผิดปกติ โดยมีสาเหตุเนื่องจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์และไล่เดือนฝอยศัตรูพืช และจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความผิดปกติทางด้านสรีระของพืช การทำงานของระบบต่างๆ ในพืชผิดปกติ ทำให้พืชมีโครงสร้างทางสัณฐานเปลี่ยนแปลงไป โดยพืชจะแสดงอาการให้เห็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นหรือพืชอาจตาย ทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านปริมาณ คุณภาพ และมูลค่าทางเศรษฐกิจ

6. ความเสียหายของโรคพืช

เนื่องจากพืชเป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และโรคพืชเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดควบคู่กับการปลูกพืช จึงส่งผลต่อชีวิตความเป็นอยู่อย่างมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่อดีตกระทั่งปัจจุบัน ซึ่งแม้มีวิทยาการก้าวหน้าอย่างมากก็ยังไม่สามารถเอาชนะโรคพืชได้อย่างเด็ดขาด เนื่องจากโรคพืชมีพัฒนาการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมและเพิ่มความรุนแรงอยู่ตลอดเวลา โดยสามารถแบ่งความเสียหายจากโรคพืชเป็น

- 6.1 ความเสียหายด้านปริมาณผลผลิตลดลง
 - 6.2 ความเสียหายด้านคุณภาพผลผลิตต่ำลง
 - 6.3 ความเสียหายด้านเศรษฐกิจ
 - 6.4 ความเสียหายด้านอาชีพเกษตรกร
 - 6.5 ความเสียหายด้านนิเวศน์และสิ่งแวดล้อม
-

กิจกรรม 10.1.1

1. บิดาแห่งวิชาจุลชีววิทยา ซึ่งเป็นผู้ที่ค้นพบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope เป็นคนแรกคือใครและ
2. Pierre Marie Alexis Millardet ได้มีการค้นพบยาบอร์โด (Bordeaux mixture) เพื่อควบคุมและป้องกันโรคพืชชนิดใด และมีส่วนผสมของสารใด

บันทึกตอบกิจกรรม 10.1.1

กิจกรรม 10.1.2

จงอธิบายความหมายของโรคพืชและยกตัวอย่างโรคพืชที่ทำให้ความเสียหายด้านเศรษฐกิจ

1.

บันทึกตอบกิจกรรม 10.1.2

ตอนที่ 10.2 หลักการโรคพืช

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ของตอนที่ 10.2 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

- 10.2.1 องค์ประกอบและสาเหตุของโรคพืช
- 10.2.2 กระบวนการและวงจรการเกิดโรคพืช
- 10.2.3 การพัฒนาอาการของโรคพืช
- 10.2.4 การจำแนกลักษณะอาการโรคพืช
- 10.2.5 การป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืช

แนวคิด

1. องค์ประกอบโรคพืชเป็นปัจจัยของการเกิดโรคพืช ซึ่งมี 4 องค์ประกอบด้วยกัน เรียกว่า สามเหลี่ยมโรคพืช (disease triangle) หรือพีระมิตแห่งการเกิดโรค (disease pyramid) ประกอบด้วย 1) พืชอาศัยที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคพืช 2) เชื้อสาเหตุโรคพืชที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลาย หรือก่อให้เกิดโรคกับพืช 3) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค และ 4) ระยะเวลาที่ยาวนานพอที่เชื้อโรคสัมผัสกับพืช โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคพืช สามารถแบ่งเป็น โรคพืชที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตหรือโรคติดเชื้อ (infectious disease) ได้แก่ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส เชื้อไวรอยต์ และไส้เดือนฝอย ส่วน โรคพืชที่เกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต หรือโรคไม่ติดเชื้อ (non-infectious disease) เช่น โรคที่เกิดการขาดธาตุอาหาร โรคที่เกิดการได้รับธาตุอาหารมากเกินไปจนเป็นพิษ เป็นต้น

2. โรคพืชเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืชกับเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช โดยมีลำดับเหตุการณ์ในการพัฒนาการเกิดโรคเป็นขั้นตอน เราเรียกว่า วงจรการเกิดโรคพืช (disease cycle) ประกอบด้วยลำดับเหตุการณ์แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การสัมผัสพืชและจดจำของเชื้อ 2) การเข้าสู่พืชของเชื้อ แบ่งเป็น การเข้าสู่พืชโดยตรง การเข้าสู่พืชโดยทางช่องเปิดธรรมชาติ และการเข้าสู่พืชทางบาดแผล 3) การติดเชื้อ แบ่งเป็นขั้นตอนคือ การติดเชื้อในพืช การเจริญเพิ่มปริมาณของเชื้อในพืช และ 4) การแพร่กระจายของเชื้อ เกิดได้โดยการแพร่กระจายโดยลม น้ำ พาหะนำโรค มนุษย์

3. อาการของโรค (symptom) หมายถึงลักษณะของพืชที่ผิดปกติหรือเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจาก ปฏิกริยาทางเคมีตอบสนองภายในพืชซึ่งไม่สามารถสังเกตได้ในทันทีหลังจากที่ถูกรบกวนโดยสาเหตุของโรคพืชทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยลักษณะการเกิดอาการและการพัฒนาอาการของโรคพืชมีการเปลี่ยนแปลงคือ การเปลี่ยนแปลงทางสรีระของพืชเมื่อเป็นโรค เช่น ความสามารถในการผ่านเข้าออกของสารระหว่างเซลล์พืช ระดับน้ำในเซลล์และเนื้อเยื่อพืช การคายน้ำของพืช กระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสง และการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารในพืช เป็นต้น โดยการพัฒนาลักษณะอาการของโรคพืช สามารถแบ่งได้เป็น อาการในระดับเซลล์ และ อาการทางเนื้อเยื่อ อาการทางแผล และอาการทางสัณฐานวิทยา เป็นต้น

4. การจำแนกลักษณะอาการโรคพืช เพื่อความสะดวกในการศึกษาโรคพืช สามารถจำแนกลักษณะอาการโรคพืช ออกเป็น 6 กลุ่ม คือ 1) อาการเจริญผิดปกติเกิดเนื่องจากการแทนที่ของเนื้อเยื่อโดยส่วนของเชื้อ 2) อาการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ 3) อาการเตี้ยและแคระแกร็น 4) อาการเตี้ยและแคระแกร็น สามารถแบ่งได้เป็น อาการเนื้อเยื่อตาย

(necrosis) หรืออาการไหม้ (blight) อาการเน่า (rot) อาการแผลสะเก็ด อาการเหี่ยว (wilt) 5) อาการสีผิดปกติ และ 6) อาการร่วงของใบและผล อย่างไรก็ตามอาการต่างๆที่พืชแสดง อาจมีการแสดงออกให้เห็นส่วนของเชื้อ (sign) เช่น ส่วนเจริญของเชื้อ ตัวอย่างเช่น เม็ด sclerotium stroma เส้นใย mycelium น้ำเมือก ooze และ ส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ ตัวอย่างเช่น spore mass และ fruiting body เป็นต้น

5. การป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืชแบ่งออกได้ 2 ประการ คือ 1) ความต้านทานที่มีอยู่แล้วในพืช (pre-formed resistance หรือ constitutive resistance) และ 2) ความต้านทานที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างขึ้น (induced resistance) โดยความต้านทานที่มีอยู่แล้วในพืช ตัวอย่างเช่น โครงสร้างส่วนผิวของใบพืชที่สัมผัสสภาพแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา ความหนาและความแข็งแรงของผนังเซลล์ ชั้นไขหรือแวคซ์ (wax) ชั้นคิวติเคิล (cuticle) ที่ปกคลุมเซลล์ผิวและผนังของเซลล์ผิวพืช ขนาด ตำแหน่ง และรูปร่างของปากใบ เป็นต้น ส่วนความต้านทานที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างขึ้นโดยเชื้อจุลินทรีย์โรคพืช พืชจะแบ่งการตอบสนองออกเป็น การตอบสนองของโครงสร้างระดับเนื้อเยื่อ เช่น การสร้างผนังเซลล์ให้หนาขึ้นโดยมี callose cellulose และ hemicelluloses เพิ่มขึ้น การเกิดชั้นที่แยกปรืออกของเนื้อเยื่อ (abscission layer) เป็นต้น การตอบสนองของโครงสร้างระดับเซลล์ เช่น การตอบสนองที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์บริเวณที่ถูกเชื้อทำลาย และ การตอบสนองโดยกระบวนการชีวเคมีระดับเซลล์ เช่น การสังเคราะห์สารไฟโตเล็กซิน (phytoalexin) การสังเคราะห์โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค หรือโปรตีนพีอาร์ (pathogenesis-related protein; PR protein) การเกิดปฏิกิริยาการตายอย่างเฉียบพลันของเซลล์ที่ถูกบุกรุกและเซลล์ข้างเคียง (hypersensitive reaction; HR) และ ความต้านทานที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างแพร่กระจายทั้งต้น (systemic acquired resistance) เป็นต้น

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาตอนที่ 10.2 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายองค์ประกอบและสาเหตุของโรคพืชได้
2. อธิบายกระบวนการและวงจรการเกิดโรคพืชได้
3. อธิบายการพัฒนาอาการของโรคพืชได้
4. อธิบายการจำแนกลักษณะอาการโรคพืชได้
5. อธิบายการป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืชได้

ตอนที่ 10.2 หลักการโรคพืช

1. องค์ประกอบของการเกิดโรคพืช

การที่โรคพืชจะปรากฏให้เห็นเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ปลูกพืชหรือเกิดการระบาดได้ โดยเฉพาะโรคพืชที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ จำเป็นต้องมีปัจจัยของการเกิดโรคพืช ซึ่งมี 4 องค์ประกอบในระบบการปลูกนั้นครบถ้วน องค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบนี้เรียกว่า สามเหลี่ยมโรคพืช (disease triangle) หรือพีระมิดแห่งการเกิดโรค (disease pyramid)

1.1 พืชอาศัยที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคพืช (susceptible host plant)

1.2 เชื้อสาเหตุโรคพืชที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลาย หรือก่อให้เกิดโรคกับพืช (virulent pathogen)

1.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค (favorable environmental condition)

1.4 มีระยะเวลาที่ยาวนานพอที่เชื้อโรคสัมผัสกับพืช (sufficient time)

2. สาเหตุโรคพืช

การที่พืชในแปลงปลูกมีลักษณะอาการผิดปกติไปจากลักษณะทางพันธุกรรมนั้นสามารถแบ่งสาเหตุของการเกิดโรคพืชออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 สาเหตุของโรคพืชที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น จุลินทรีย์และไส้เดือนฝอย ได้แก่

2.2.1 เชื้อรา

2.2.2 เชื้อแบคทีเรีย

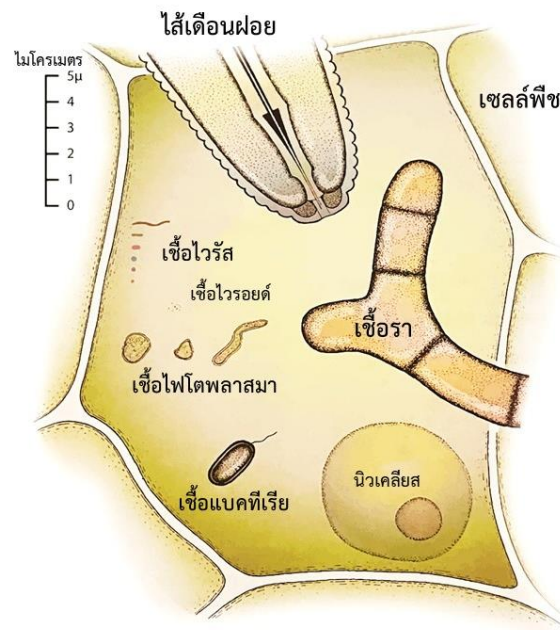
2.2.3 เชื้อไฟโตพลาสมา

2.2.4 เชื้อไวรัส

2.2.5 เชื้อไวรอยด์

2.2.6 ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

2.2 สาเหตุของโรคพืชที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยในที่นี้จะหมายถึงความไม่เหมาะสมของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน



ภาพที่ 10.1 แผนภาพแสดงรูปร่าง และขนาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับเซลล์พืช

3. กระบวนการและวงจรการเกิดโรคพืช

วงจรการเกิดโรคพืชประกอบด้วยลำดับเหตุการณ์แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1)

3.1 การสัมผัสพืชและจดจำของเชื้อ การสัมผัสพืชและจดจำของเชื้อ (contact and recognition) เกิดขึ้นเมื่อ ส่วนของเชื้อสาเหตุโรคที่เข้ามาสัมผัสกับพืชมีชื่อเรียกโดยรวมว่า ส่วนก่อโรคหรือ กล้าเชื้อ (inoculum)

3.2 การเข้าสู่พืชของเชื้อ เมื่อเชื้อสาเหตุโรคพืชสัมผัส และเกิดปฏิกิริยาการจดจำกันได้ระหว่าง พืช กับเชื้อ หรือ ปฏิกิริยาแบบเข้ากันได้ (compatible) จากนั้นเชื้อสาเหตุโรคพืชแต่ละชนิดจะเข้าสู่พืชได้โดยวิธีการที่แตกต่างกัน

3.3 การติดเชื้อ

3.3.1 การติดเชื้อในพืช การติดเชื้อเป็นกระบวนการที่เชื้อสาเหตุโรคซึ่งเมื่อเข้าสู่พืชแล้วสามารถ เจริญเติบโต และ/หรือเจริญเพิ่มปริมาณโดยอาศัยสารอาหารต่างๆ

3.3.2 การเจริญเพิ่มปริมาณของเชื้อในพืช เชื้อสาเหตุโรคพืชแต่ละชนิดเมื่อประสบความสำเร็จในการ เข้าสู่พืชและใช้ประโยชน์จากพืชได้ เชื้อเหล่านั้นก็เจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ เริ่มลุกลาม (invasion) ออกไปยังเซลล์หรือเนื้อเยื่อใกล้เคียง

3.4 การแพร่กระจายของเชื้อ มีเชื้อสาเหตุโรคพืชเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถเคลื่อนที่กระจายออกไปจากแหล่งเกิดโรคได้ด้วยตัวเอง เช่น ไล้เดือนฝอย แบคทีเรีย และสปอร์ของราบางชนิดส่วนใหญ่การแพร่กระจายของโรค พืชที่มีผลต่อการก่อให้เกิดการระบาดของโรคมักเป็นการแพร่กระจายของเชื้อสาเหตุโรคโดยอาศัยพาหะ หรือสิ่งอื่นนำพาไป เช่น ลม น้ำ แมลง และมนุษย์ เป็นต้น

4. อาการของโรค

อาการของโรค (symptom) หมายถึงลักษณะของพืชที่ผิดปกติหรือเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจาก ปฏิกริยาทางเคมีตอบสนองภายในพืชซึ่งไม่สามารถสังเกตได้ในทันทีหลังจากที่ถูกรบกวนโดยสาเหตุของโรคพืชทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต เมื่อปฏิกริยาดังกล่าวขยายตัวหรือแพร่กระจายมากยิ่งขึ้นก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อพืชในรูปแบบต่างๆ กันจนสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า อย่างไรก็ตามอาการผิดปกติของพืชอาจเกิดขึ้นที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของพืช หรือเกิดอาการกับต้นพืชทั้งต้นก็ได้ ในพืชต้นเดียวกันอาจมีอาการของโรคได้หลายแบบได้แก่

- 4.1 ความสามารถในการผ่านเข้าออกของสารระหว่างเซลล์พืช
- 4.2 ระดับน้ำในเซลล์และเนื้อเยื่อพืช
- 4.3 การคายน้ำของพืช
- 4.4 กระบวนการหายใจ
- 4.5 กระบวนการสังเคราะห์แสง
- 4.6 การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารในพืช
- 4.7 เมตาบอลิซึมของเซลล์พืช
- 4.8 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

5. ลักษณะอาการของโรคพืช

5.1 อาการในระดับเซลล์ (cytological symptom) คือ เกิดจากเซลล์มีความผิดปกติในลักษณะต่างๆ เช่น มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป เซลล์เริ่มเสื่อมสภาพ หรือเกิดสิ่งแปลกปลอมขึ้นภายในเซลล์ เป็นต้น ส่วนอาการทางเนื้อเยื่อ (histological symptom) และ อาการทางเนื้อเยื่อ คือเป็นลักษณะที่ผิดปกติทางโครงสร้าง หรือส่วนประกอบและการจัดเรียงตัวของเซลล์ เช่น ความผิดปกติของขนาด รูปร่าง และ/หรือ จำนวนเซลล์ เป็นต้น

5.2 อาการทางแผล เป็นลักษณะของเนื้อเยื่อซึ่งผิดไปจากปกติเป็นบริเวณจำกัดบนส่วนของพืช (localized lesion) เช่น การเกิดแผลจุด แผลไหม้ หรือแผลเน่า เป็นหย่อมๆ บนส่วนของใบ ผล กิ่งก้าน หรือลำต้นพืช เป็นต้น อาการทางแผลที่เกิดจากการตายของเนื้อเยื่อพืช (necrotic symptom) อาจแบ่งระยะการพัฒนาของอาการได้ เช่น ระยะเริ่มต้นของอาการก่อนเกิดการตายของเนื้อเยื่อ ระยะที่เกิดการตายของเซลล์และเนื้อเยื่อ และอาการทางสัณฐานวิทยา

6. การจำแนกลักษณะอาการโรคพืช

การจำแนกลักษณะอาการโรคพืช เพื่อความสะดวกในการศึกษาโรคพืช สามารถจำแนกลักษณะอาการโรคพืชออกเป็น 6 กลุ่ม

- 6.1 อาการเจริญผิดปกติเกิดเนื่องจากการแทนที่ของเนื้อเยื่อโดยส่วนของเชื้อ
- 6.2 อาการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ
- 6.3 อาการเตี้ยและแคระแกร็น
- 6.4 อาการเตี้ยและแคระแกร็น
- 6.5 อาการสีผิดปกติ
- 6.6 อาการร่วงของใบและผล

7. การป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืช

พืชโดยทั่วไปมีโอกาสสัมผัสเชื้อโรคมามากมายหลายชนิด แต่พืชก็ไม่ปรากฏอาการของโรคออกมาให้เห็นตามชนิดและ/หรือจำนวนของเชื้อสาเหตุที่เข้ามาสัมผัสกับพืช สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่ง เกิดเนื่องจากพืชมีสิ่งที่ยช่วยป้องกันตัวเองทำให้เชื้อสาเหตุของพืชหลายๆ ชนิดไม่สามารถเข้าทำลายพืชได้ สิ่งที่ยช่วยป้องกันตัวเองของพืชจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรค แบ่งออกได้ 2 ประการ คือ

7.1 ความต้านทานที่มีอยู่แล้วในพืช (pre-formed resistance หรือ constitutive resistance) เช่น ไซหรือแวคซ์ ผิวพืชที่มีเซลล์ขนอยู่หนาแน่น ตำแหน่งและรูปร่างของปากใบ และพืชบางชนิดสังเคราะห์สารไฟโตแอนทิจิปีน เป็นต้น

7.2 ความต้านทานที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างขึ้น (induced resistance) ได้แก่ การตอบสนองของโครงสร้างระดับเนื้อเยื่อ เช่น การสร้างผนังเซลล์ให้หนาขึ้นโดยมี callose cellulose และ hemicelluloses เพิ่มขึ้น การตอบสนองของโครงสร้างระดับเซลล์ เช่น การเกิดชั้นที่แยกปรืออกของเนื้อเยื่อ (abscission layer) การเกิด tylose ในท่อ้ำของพืช การตอบสนองโดยกระบวนการชีวเคมีระดับเซลล์ เช่น การสังเคราะห์สารไฟโตเล็กซิน การสังเคราะห์โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค หรือโปรตีนพ็อาร์ และการเกิดปฏิกิริยาการตายอย่างเฉียบพลันของเซลล์ที่ถูกบุกรุกและเซลล์ข้างเคียง เป็นต้น

กิจกรรม 10.2.1

1. จงอธิบายองค์ประกอบของการเกิดโรคพืช
2. จงอธิบายสาเหตุของการเกิดโรคพืช

บันทึกตอบกิจกรรม 10.2.1

กิจกรรม 10.2.2

1. จงอธิบายกระบวนการทางสรีระของพืชที่ตอบสนองต่อการเกิดโรคหรือการเปลี่ยนแปลงของพืชเมื่อเป็นโรค
2. จงอธิบายลักษณะอาการของโรคพืชสามารถแบ่งได้เป็นกี่ลักษณะ

บันทึกตอบกิจกรรม 10.2.2

กิจกรรม 10.2.3

- 1.การป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืชแบ่งเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง
- 2.จงอธิบายการตอบสนองโดยกระบวนการชีวเคมีระดับเซลล์หลังจากที่พืชถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย

บันทึกตอบกิจกรรม 2.2.3

ตอนที่ 10.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชและหลักการวินิจฉัยโรคพืช

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ของตอนที่ 10.3 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 10.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อและการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช

เรื่องที่ 10.3.2 หลักการวินิจฉัยโรคพืช

แนวคิด

1. อาหารเลี้ยงเชื้อหมายถึงอาหารซึ่งมีส่วนประกอบของสารอาหารที่เอื้ออำนวยให้จุลินทรีย์เจริญและแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน โดยจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน มีความต้องการสารอาหาร ตลอดจนสภาพความเป็นกรดต่าง (pH) ของอาหารแตกต่างกัน ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อโดยทั่วไปควรมีคุณสมบัติคือ มีธาตุอาหารและความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ มีความเป็นกรดและต่าง (pH) ที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ ปราศจากสารพิษที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และ ปราศจากสิ่งมีชีวิตชนิดใด ๆ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ในการจำแนกอาหารเลี้ยงเชื้อสามารถแบ่งได้หลายประเภทเช่น 1) แบ่งตามลักษณะทางกายภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ 2) แบ่งตามส่วนผสมหรือองค์ประกอบของสารอาหาร 3) แบ่งตามประโยชน์ที่ใช้ โดยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ก๊าซ ความเป็นกรด-เบส แรงดันออสโมติก และ รังสี อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญในการแยกเชื้อสาเหตุโรคพืชคือ ผู้ปฏิบัติต้องคำนึงถึงเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) อยู่เสมอเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น โดยวิธีการแยกเชื้อสาเหตุโรคพืชมีด้วยกัน 4 วิธีคือ Dilution plate method, Streak plate method, Tissue transplanting method และ Spread plate method
2. การวินิจฉัยโรคพืช เป็นการลงความเห็นถึงสาเหตุของโรค เพื่อจัดการได้ให้คำแนะนำ แก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการเพาะปลูกพืช การเก็บตัวอย่างพืชที่เป็นโรคจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างพืชเป็นโรคและบันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น สถานที่ปลูก สภาพแวดล้อม การเขตกรรม ลักษณะอาการของโรค และสภาพการเกิดโรคในแปลงปลูก ลักษณะอาการที่เกิดกับต้นพืช เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลการวินิจฉัยที่แม่นยำและถูกต้อง โดยหลักในการวินิจฉัยโรคพืชมี 3 ประการคือ 1) ตรวจสอบอาการผิดปกติของพืช 2) เก็บตัวอย่างพืชเป็นโรคและดินอย่างถูกต้อง 3) การตรวจพิสูจน์สาเหตุโรค ซึ่งการวินิจฉัยโรคพืชก็จะแตกต่างกันไปตามชนิดสาเหตุโรคพืช โดยต้องยึดหลักการพิสูจน์โรคโดยวิธี Koch's Postulates

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาตอนที่ 10.3 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายอาหารเลี้ยงเชื้อและการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชได้
2. อธิบายการวินิจฉัยโรคพืชได้

ตอนที่ 10.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชและหลักการวินิจฉัยโรคพืช

เชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช เช่น เชื้อราและแบคทีเรีย เป็นกลุ่มเชื้อที่สามารถเพาะเลี้ยงบนอาหารได้ โดยอาหารโดยอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อจะต้องประกอบด้วยธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน วิตามิน และเกลือแร่ อาหารเลี้ยงเชื้ออาจอยู่ในรูปของเหลว หรืออยู่ในรูปอาหารแข็ง ซึ่งอยู่กับการต้องการและวัตถุประสงค์ในการใช้

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อ (culture medium) หมายถึงอาหารซึ่งมีส่วนประกอบของสารอาหารที่เอื้ออำนวยให้จุลินทรีย์เจริญและแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน โดยจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน มีความต้องการสารอาหาร ตลอดจนสภาพความเป็นกรดต่าง (pH) ของอาหารแตกต่างกัน ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อโดยทั่วไปควรมีคุณสมบัติคือ 1) มีธาตุอาหารและความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ 2) มีความเป็นกรดและด่าง (pH) ที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ 3) ปราศจากสารพิษที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และ 4) ปราศจากสิ่งมีชีวิตชนิดใด ๆ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

2. การจำแนกอาหารเลี้ยงเชื้อ

วัตถุประสงค์ของการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ มีหลายประการ เช่น เพื่อแยกเชื้อสาเหตุโรคพืช เพื่อศึกษาลักษณะการเจริญ เพื่อการจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ เพื่อเพาะเลี้ยงเซลล์ เพื่อเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ อาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งประเภทต่างๆ เช่น

2.1 แบ่งตามลักษณะทางกายภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อเช่น อาหารแข็ง อาหารเหลว และอาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลว เป็นต้น

2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งตามส่วนผสม หรือองค์ประกอบของสารอาหาร ได้แก่ 2.2.1 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ทราบส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอนทั้งชนิดและปริมาณ (artificial media หรือ non – synthetic medium) อาหารเลี้ยงเชื้อนี้จะมีสารอินทรีย์มากมายที่ได้จากสารสกัดจากเนื้อเยื่อพืช หรือสัตว์ เช่น ประดักด้วยเพปโตน (Peptone) สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract) เป็นต้น

2.3 อาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งตามประโยชน์ที่ใช้ เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไป อาหารเลือกเฉพาะ อาหารแยกความแตกต่าง และอาหาร enriched media หรืออาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้เติมสารอาหารพิเศษ เป็นต้น

3. สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช

นอกจากองค์ประกอบของสารอาหารที่ใช้เลี้ยงจุลินทรีย์แล้ว สภาพแวดล้อมต่างๆ ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วย สภาพแวดล้อม ได้แก่

3.1 อุณหภูมิ

3.2 ก๊าซ

3.3 ความเป็นกรด-เบส (pH)

3.4 แร่ธาตุออสโมติก

3.5 รังสี

4. การแยกเชื้อสาเหตุโรคพืช

เชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชส่วนมากสามารถดำรงชีวิตแบบแซปโรไฟท์ (saprophyte) ได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ทำให้สามารถนำมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการแล้วนำมาศึกษาต่อไปได้ โดยการแยกเชื้อและนำเชื้อมาเพาะเลี้ยง ในขั้นแรกควรเลือกอาหารให้เหมาะสมกับชนิดของเชื้อ และปัจจัยต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ แสง และที่สำคัญตลอดในการแยกเชื้อโดย เทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) สามารถปฏิบัติโดยการแยกเชื้อสาเหตุโรคพืชมาเพาะเลี้ยงจะต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นขึ้นปะปน

5. วิธีการที่ใช้ในการแยกเชื้อ

วิธีการที่ใช้ในการแยกเชื้อ มีอยู่ 4 วิธี คือ

5.1 Dilution plate method

5.2 Streak plate method

5.3 Tissue transplanting method

5.4 Spread plate method

6. การวินิจฉัยโรค

การวินิจฉัยโรคพืชหมายถึง การลงความเห็นถึงสาเหตุของโรคเพื่อจะได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาเนื่องจากโรคพืชนั้น การวินิจฉัยโรคพืชจัดเป็นศิลปะของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหา จึงไม่มีวิธีใดๆ ที่ถือเป็นมาตรฐานเพื่อการนำมาใช้วินิจฉัยโรคพืชดังนั้นผู้ที่วินิจฉัยโรคพืชจำเป็นต้อง มีความรู้และประสบการณ์ในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นความรู้ทางด้านโรคพืช แมลง วิธีการปลูกพืช ชนิดของพืช และพันธุ์พืช เพื่อนำมาประกอบกันแล้วประมวลให้ทราบถึงสาเหตุของอาการและวิธีจัดการการแก้ไข

7. หลักการวินิจฉัยโรคพืช

7.1 ตรวจดูอาการผิดปกติของพืช โดยอาศัยประสบการณ์ หรือเอกสารอ้างอิงที่มีภาพและรายละเอียด ลักษณะอาการของโรคอย่างชัดเจน เพื่อให้ทราบกลุ่มของสาเหตุโรคว่าเกิดจากสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิต เนื่องจากอาการของโรคมีความสัมพันธ์แบบจำเพาะกับชนิดของสาเหตุโรค

7.2 เก็บตัวอย่างพืชเป็นโรคและดินอย่างถูกต้อง พร้อมกับรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพืช เช่นสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดโรค ช่วงเวลาการเกิดโรค ลักษณะการระบาดของโรค ตลอดจนวิธีการปฏิบัติของผู้ปลูก เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวินิจฉัย

7.3 การตรวจพิสูจน์สาเหตุโรค เพื่อให้ทราบชนิดของสาเหตุโรคด้วยวิธีการ และอุปกรณ์ต่างๆที่ เหมาะสมกับสาเหตุโรคหรือความต้องการของผู้ปลูก โดยอาศัยหลักการพิสูจน์โรคของ Koch's Postulates

8. การพิสูจน์โรคโดยวิธี Koch's Postulates

หลักเกณฑ์การพิสูจน์โรคตามกรรมวิธีของ Koch's มีอยู่ 4 ประการ

8.1 ส่วนของพืชที่เกิดโรคพืช เนื่องจากมีจุลินทรีย์เป็นสาเหตุ หากตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ย่อมพบจุลินทรีย์นั้นอยู่ด้วยเสมอ ไม่ว่าจะปลูกพืชในท้องถิ่นใดก็ตาม

8.2 จะต้องแยกจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช จากอาการของโรคซึ่งเจริญปะปนอยู่กับ จุลินทรีย์ทั่วไปออกมาให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ ซึ่งการแยกเชื้อจากอาการของโรคพืชมักจะได้จุลินทรีย์ออกมาหลายชนิด

8.3 นำจุลินทรีย์ที่แยกได้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ข้างต้นไปปลูกลงบนพืชอาศัยชนิดเดียวกัน กับที่แยกเชื้อได้มา จุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชย่อมสามารถทำให้พืชต้นนั้นแสดงอาการโรคออกมาได้ ขณะที่จุลินทรีย์อื่นๆ ที่ไม่ใช่สาเหตุโรคพืชไม่สามารถทำให้พืชเกิดโรคได้

8.4 สามารถแยกจุลินทรีย์สาเหตุโรคจากพืชที่เกิดโรคในข้อ 6.3 ออกมาเลี้ยงเป็นเชื้อบริสุทธิ์ได้ และการปลูกเชื้อกลับเข้าไปในพืชต้นเดิมหรือพืชชนิดเดียวกัน ทำให้พืชนั้นกลับเป็นโรครุนแรงได้อีกครั้ง หรือเรียกว่า (re – isolation และ re – inoculation) จึงสามารถสรุปได้ว่า จุลินทรีย์ที่แยกได้เป็นเชื้อบริสุทธิ์นั้นเป็นเชื้อสาเหตุของโรคจริง จากนั้นก็ดำเนินการจัดจำแนกเพื่อหาชนิดของจุลินทรีย์นั้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการหาแนวทางควบคุมโรคที่พบใหม่ต่อไป

กิจกรรม 10.3.1

1. อาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งตามประโยชน์ที่ใช้สามารถแบ่งได้กี่ประเภท
2. วิธีการแยกเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชสามารถแบ่งได้เป็นกี่วิธี

บันทึกตอบกิจกรรม 10.3.1

กิจกรรม 10.3.2

1. จงอธิบายการพิสูจน์โรคโดยวิธี Koch's Postulates

บันทึกตอบกิจกรรม 10.3.2

แนวตอบกิจกรรมหน่วยที่ 10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช

ตอนที่ 10.1 ประวัติ ความเป็นมา ความหมาย และความเสียหายที่เกิดจากโรคพืช

แนวตอบกิจกรรม 10.1.1

1. Antonie Philips van Leeuwenhoek
2. ยาบอร์โดมีส่วนผสมของจุลินทรีย์กับปูนขาวที่ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างขององุ่น

แนวตอบกิจกรรม 10.1.2

1. โรคพืช หมายถึง สภาวะที่ต้นพืชเกิดความผิดปกติ โดยมีสาเหตุเนื่องจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ จุลินทรีย์และไส้เดือนฝอยศัตรูพืช และจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความผิดปกติทางด้านสรีระของพืช การทำงานของระบบต่างๆ ในพืชผิดปกติ ทำให้พืชมีโครงสร้างทางสัณฐานเปลี่ยนแปลงไป โดยพืชจะแสดงอาการให้เห็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นหรือพืชอาจตาย ทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านปริมาณ คุณภาพ และมูลค่าทางเศรษฐกิจ

2. โรคไหม้จากแบคทีเรียของถั่วเหลืองที่เกิดจากเชื้อ *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* เกิดระบาดใน ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1976 ทำให้สูญเสียผลผลิตเป็นมูลค่าถึง 65 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และโรคพืชยังทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายการควบคุมโรคเพิ่มขึ้น

ตอนที่ 10.2 หลักการโรคพืช

แนวตอบกิจกรรม 10.2.1

1. องค์ประกอบของการเกิดโรคพืช ประกอบไปด้วย 1) พืชอาศัยที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคพืช 2) เชื้อสาเหตุโรคพืชที่มีความรุนแรงในการเข้าทำลาย หรือก่อให้เกิดโรคร่วมกับพืช 3) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค 4) มีระยะเวลาที่ยาวนานพอที่เชื้อโรคสัมผัสกับพืช

2. สาเหตุของการเกิดโรคพืชแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) สาเหตุของโรคพืชที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เชื้อไฟโตพลาสมา เชื้อไวรัส เชื้อไวรอยด์ และไส้เดือนฝอยศัตรูพืช และ 2) สาเหตุของโรคพืชที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน

แนวตอบกิจกรรม 10.2.2

1. เมื่อพืชถูกเชื้อโรคเข้าทำลายพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นดังนี้
 - 1) ความสามารถในการผ่านเข้าออกของสารระหว่างเซลล์พืชเปลี่ยนแปลงไป
 - 2) ระดับน้ำในเซลล์และเนื้อเยื่อพืชเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากเชื้อโรคไปอุดตันท่อลำเลียง
 - 3) การคายน้ำของพืชเพิ่มขึ้น
 - 4) กระบวนการหายใจของพืชเพิ่มสูงขึ้น
 - 5) การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารในพืชเปลี่ยนแปลงไป

- 6) กระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์พืชเปลี่ยนแปลงไปอาจมีการสังเคราะห์สารบางชนิดมากขึ้น
- 7) พืชมีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ผิดปกติ

2. ลักษณะอาการของโรคพืชสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือ

- 1) อาการในระดับเซลล์ และ อาการทางเนื้อเยื่อ อาการในระดับเซลล์ คือ เกิดจากเซลล์มีความผิดปกติในลักษณะต่างๆ เช่น มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป เซลล์เริ่มเสื่อมสภาพ เป็นต้น
- 2) อาการทางแผล เป็นลักษณะของเนื้อเยื่อซึ่งผิดไปจากปกติเป็นบริเวณจำกัดบนส่วนของพืช เช่น การเกิดแผลจุด แผลไหม้ หรือแผลเน่า เป็นหย่อมๆ บนส่วนของใบ ผล กิ่งก้าน หรือลำต้นพืช เป็นต้น
- 3) อาการทางสัณฐานวิทยา เป็นลักษณะผิดปกติทางรูปร่างบนส่วนต่างๆ ที่อยู่ภายนอกของพืช อาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ลักษณะที่พืชมีการพัฒนาและเจริญเติบโตน้อยกว่าปกติ (hypoplastic และ hypotrophic symptom) เกิดจากพืชมีอัตราการแบ่งเซลล์ต่ำ จำนวนเซลล์จึงมีน้อยกว่าปกติ (hypoplasia) หรือมีขนาดเซลล์เล็กกว่าเซลล์ปกติ (hypotrophy) และ ลักษณะที่พืชมีการพัฒนาและเจริญเติบโตมากกว่าปกติ (hyperplastic และ hypertrophic symptom) พืชมีอัตราการแบ่งเซลล์สูงกว่าปกติ ทำให้เนื้อเยื่อพืชส่วนนั้นมีจำนวนเซลล์มากกว่าปกติ (hyperplasia) หรือเซลล์พืชมีขนาดโตกว่าเซลล์ปกติ (hypertrophy)

แนวตอบกิจกรรม 10.2.3

1. การป้องกันตัวเองและการต้านทานโรคของพืชแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ 1) ความต้านทานที่มีอยู่แล้วในพืช (pre-formed resistance หรือ constitutive resistance) และ 2) ความต้านทานที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างขึ้น (induced resistance)
2. การตอบสนองโดยกระบวนการชีวเคมีระดับเซลล์หลังจากที่พืชถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย พืชจะมีกระบวนการทางชีวเคมี สังเคราะห์สารเคมีชนิดต่างๆ และการสังเคราะห์โปรตีนบางชนิดเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช โดยกระบวนการทางชีวเคมีระดับเซลล์มีดังนี้
 - 1) การสังเคราะห์สารไฟโตอเล็กซิน (phytoalexin)
 - 2) การสังเคราะห์โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค หรือโปรตีนพีอาร์ (pathogenesis-related protein; PR protein)
 - 3) การเกิดปฏิกิริยาการตายอย่างเฉียบพลันของเซลล์ที่ถูกบุกรุกและเซลล์ข้างเคียง (hypersensitive reaction; HR)
 - 4) ความต้านทานที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างแพร่กระจายทั้งต้น (systemic acquired resistance)

ตอนที่ 10.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชและหลักการวินิจฉัยโรคพืช

แนวตอบกิจกรรม 10.3.1

1. อาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งตามประโยชน์ที่ใช้สามารถแบ่ง 4 ประเภท คือ
 - 1) อาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไป (general medium)

- 2) อาหารเลือกเฉพาะ (selective medium)
 - 3) อาหารแยกความแตกต่าง (differential medium)
 - 4) อาหาร enriched media หรืออาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้เติมสารอาหารพิเศษ
2. วิธีการแยกเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชสามารถแบ่ง
- 1) Dilution plate method
 - 2) Streak plate method
 - 3) Tissue transplanting method
 - 4) Spread plate method

แนวตอบกิจกรรม 10.3.2

1. การพิสูจน์โรคโดยวิธี Koch's Postulates มีขั้นตอนดังนี้
 - 1) ส่วนของพืชที่แสดงอาการของโรคและเกิดจากจุลินทรีย์ จะต้องพบจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุร่วมอยู่ในส่วนนั้นเสมอ (
 - 2) เชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคสามารถแยกนำไปเลี้ยงให้บริสุทธิ์ (isolation in pure culture) ในอาหารเลี้ยงเชื้อหรือบนพืชปกติพันธุ์ที่เป็นโรคร้าย ในกรณีที่เชื้อโรคเป็นปรสิตแบบถาวร (obligate parasite)
 - 3) นำเชื้อสาเหตุที่บริสุทธิ์นั้นไปปลูกบนพืชปกติที่เป็นชนิดและพันธุ์เดียวกับข้อ 2 ต้นพืชปกติจะต้องแสดงอาการของโรคให้เห็น
 - 4) เชื้อที่เป็นสาเหตุสามารถแยกให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์จากต้นพืชที่เป็นโรค จากผลการปฏิบัติในข้อ 3 ได้อีก แล้วนำไปปลูกบนต้นปกติใหม่ ต้นพืชปกตินั้นจะแสดงอาการของโรคให้เห็นอีกเหมือนในข้อ 3 (re – isolation and re – inoculation)
-

แบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 10

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช”
คำแนะนำ ขอให้นักศึกษาอ่านคำถาม แล้วเขียนวงกลมรอบข้อความตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดคือบิดาโรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย
 - ก. Antonie Philips van Leeuwenhoek
 - ข. Thomas Jonathan Burrill
 - ค. Erwin Frink Smith
 - ง. Adolf Mayer
 - จ. Martinus Willem Beijerinck
2. ข้อใดคือเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
 - ก. เชื้อรา
 - ข. เชื้อแบคทีเรีย
 - ค. เชื้อไฟโตพลาสมา
 - ง. เชื้อไวรัส
 - จ. ไส้เดือนฝอย
3. ข้อใดคือเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคขี้กลากหรือแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม
 - ก. *Erwinia carotovora* sub.sp. *carotovora*
 - ข. *Ralstonia solanacearum*
 - ค. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*
 - ง. *Xanthomonas citri* subsp. *citri*
 - จ. *Candidatus Liberibacter asiaticus*
4. เชื้อโรคพืชชนิดใดเข้าสู่พืชโดยตรงผ่านบาดแผลโดยอาศัยวิธีกล
 - ก. เชื้อรา
 - ข. เชื้อแบคทีเรีย
 - ค. เชื้อไฟโตพลาสมา
 - ง. เชื้อไวรัส
 - จ. ถูกทุกข้อ

5. ข้อใดคือเชื้อสาเหตุโรคพืชที่เพิ่มปริมาณได้โดยการแตกหน่อ (budding) และการแบ่งตัวแบบทวิภาค (binary fission)
- เชื้อรา
 - เชื้อแบคทีเรีย
 - เชื้อไฟโตพลาสมา
 - เชื้อไวรัส
 - เชื้อไวรอยด์
6. ข้อใดคือเชื้อสาเหตุโรคพืชที่มักทำให้เกิดอาการต่างแบบมีขอบเขตชัดเจน (mosaic)
- เชื้อรา
 - เชื้อแบคทีเรีย
 - เชื้อไฟโตพลาสมา
 - เชื้อไวรัส
 - ไส้เดือนฝอย
7. ข้อใดลักษณะของเชื้อ (sign) ที่ใช้การวินิจฉัยโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา
- sclerotium
 - mycelium
 - spore mass
 - fruiting body
 - ถูกทุกข้อ
8. ข้อใดคือความต้านทานโรคที่พืชถูกเหนี่ยวนำให้สร้างขึ้นหลังเชื้อเข้าทำลาย
- ใบพืชมีไขหรือแวคซ์ (wax)
 - ใบพืชที่มีชั้นคิวติเคิลหนา
 - ใบพืชเกิดปฏิกิริยาการตายอย่างเฉียบพลัน
 - ใบพืชที่มีเซลล์ขนอยู่หนาแน่น
 - ใบพืชมีระยะเวลาการเปิดและปิดปากใบพืช
9. ข้อใดคืออาหารสังเคราะห์ที่ทราบองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอน
- minimal medium
 - potato dextrose agar (PDA)
 - nutrient broth (NB)
 - nutrient agar (NA)
 - SM-1 medium

10. ข้อใดคือวิธีการแยกเชื้อแบคทีเรียที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้ได้โคโลนีเดี่ยว (single colony)
- ก. Dilution plate method
 - ข. Streak plate method
 - ค. Tissue transplanting method
 - ง. Spread plate method
 - จ. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบประเมินผลตนเองหน่วยที่ 10

ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ข.	1. ค
2. ง	2. ก
3. จ	3. ง
4. ง	4. ก
5. ก	5. ค
6. ข	6. ง
7. ง	7. จ
8. ค	8. ค
9. ง	9. ก
10. ก	10. ข

บรรณานุกรม

คณิงนิตย์ เหมยญวรากร (2556) โรคพืชที่เกิดจากเชื้อไวรอยด์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 164 หน้า

ชลิตา เล็กสมบูรณ์ (2557) โรคพืชและการวินิจฉัย ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 269

นิพนธ์ ทวีชัย (2553) โรคแบคทีเรียของพืชและการจัดการโรค ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 291 หน้า

เนียรวรรณ มีเจริญ (2560) อาหารเลี้ยงเชื้อและการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ สืบค้นจาก
<https://www.scimath.org/lesson-biology/item/7439-2017-08-11-04-33-12> เมื่อวันที่
วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563

อรรจงเจต พัฒมุข กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์ (2560) หน่วยที่ 9 การจัดการศัตรูพืช ใน ประมวลสาระชุดวิชา
ความรู้พื้นฐานด้านการเกษตร นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พงศ์พันธุ์ เจริญทรัพย์ ทรงศักดิ์ จันทร์อุดม (2548) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช ในเอกสารการสอนชุดวิชา
ศัตรูพืชเบื้องต้น มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี หน้า 1-51

ไพโรจน์ จัวงพานิช (2525) หลัทธิวิชาโรคพืช คณะเกษตร ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 386หน้า

พิสุทธิ์ เขียวมณี และ ชัยณรงค์ รัตนกริธากุล (2557) ศักยภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อเฉพาะสำหรับเชื้อรา เพื่อ
ใช้แยกเชื้อรา *Fusarium* sp.จากเมล็ดธัญพืช การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ครั้งที่ 52: สาขาพืช กรุงเทพฯ หน้า 321-328

ศรียาญญา คล้ายเรื่อง (2563) เอกสารการสอนวิชาจุลชีววิทยา เรื่องแบคทีเรียก่อโรค คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ สืบค้นจาก

<http://www.biotech.mju.ac.th/Upload/Document/744.pdf> เมื่อวันที่ 18

กุมภาพันธ์ 2563

สุภาพร กลิ่นคง (2552) โฟโตพลาสมาสาเหตุโรคพืช ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บริษัท ศูนย์การพิมพ์เพชรรุ่งจำกัด นนทบุรี 118 หน้า

สุพัฒน์ อรรถธรรม (2552) โรคพืชที่เกิดจากเชื้อไวรัส ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บริษัท ศูนย์การพิมพ์เพชรรุ่งจำกัด นนทบุรี 206 หน้า

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์ (2538) ไล่เดือนฝอยศัตรูพืชในประเทศไทย ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 275หน้า

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์ (2540) การจัดการโรคพืช คณะเกษตร ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิ.ปี.บุ๊คเซ็นเตอร์ กรุงเทพฯ 141 หน้า

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์ (2543) การจัดการโรคพืช การจัดการศัตรูพืช คณะกรรมการจัดพิมพ์ตำราการจัดการ

ศัตรูพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 189 หน้า

Agrios, G.N. (2005) Plant Pathology 5th edition Elsevier Academic Press. Burlington, U.S.A.

922p

Buchanan, B. B., W. Gruissem and R. L. Jones. (2000). Biochemistry and molecular biology of

plants. ASPP press, Rockville.

Gest H. (2004). The discovery of microorganisms by Robert Hooke and Antoni van

Leeuwenhoek,

Fellows of The Royal Society. Notes Rec R Soc Lond. 5 p187-201

India today (2018), How bacteria was discovered by the father of microbiology, Antonie van

Leeuwenhoek สืบค้นจาก [https://www.indiatoday.in/education-today/gk-current-](https://www.indiatoday.in/education-today/gk-current-affairs/story/bacteria-discovery-by-antonie-van-leeuwenhoek-1341671-2018-09-17)

[affairs/story/bacteria-discovery-by-antonie-van-leeuwenhoek-1341671-2018-09-17](https://www.indiatoday.in/education-today/gk-current-affairs/story/bacteria-discovery-by-antonie-van-leeuwenhoek-1341671-2018-09-17)

Katie Pratt (2015) UK plant disease research finding may benefit humans, News, University of

College of Agriculture, Food and Environment - It Starts With Us

<https://news.ca.uky.edu/article/uk-plant-disease-research-finding-may-benefit-humans>

Lucas, J. B. (1998). Plant Pathology and Plant Pathogens, Blackwell Science. Oxford, UK.

Malamy, J., J. P. Carr, D. F. Klessig and I. Raskin. (1990). Salicylic acid: a likely endogenous

signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Science 250: 1002-1004

Mur, L. A. J., P. Kenton, A. J. Lloyd, H. Ougham and E. Prats. (2008) The hypersensitive

response; the centenary is upon us but how much do we know? J. Exp. Bot. 59: 501-

520.

- Métraux, J. P., H. Signer, J. Ryals, E. Ward, M. Wyss-Benz, J. Gaudin, K. Raschdorf, E. Schmid, W. Blum and B. Inverardi. (1990). Increase in salicylic acid at the onset of systemic acquired resistance in cucumber. *Science* 250: 1004-1006.
- Nanda, A. K., E. Andrio, D. Marino, N. Pauly and C. Dunand. (2010). Reactive oxygen species during plant-microorganism early interactions. *J. Integr. Plant Biol.* 52: 195-204.
- Nathalie Oulhen, Barbara J. Schulz, Tyler J. Carrier (2016). English translation of Heinrich Anton de Bary's 1878 speech, 'Die Erscheinung der Symbiose' ('De la symbiose'), *Symbiosis* 69 (3)
- Raghavan Charudattan, Amos Dinoor (2000) Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations, *Crop protection*, (19) p.691-695
- Ray D. Martyn (2014). *Fusarium Wilt of Watermelon: 120 Years of Research*. Horticultural Reviews, Volume 42, First Edition, Wiley-Blackwell
- Richard N. Strange (2003) *Introduction to Plant Pathology*, Wiley, USA, ISBN: 978-0-470-84973-6480 Pages
- School of integrative plant science plant pathology and plant-microbe biology section (2020) Cornell University's College of Agriculture and Life Sciences สืบค้นจาก <http://www.plantpath.cornell.edu/PhotoLab/Stills/TobaccoLeaf.htm> เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563
- Schaad, N. W., Jones, J. B. and Chun, W. (2001). *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. St. Paul, Minnesota : APS Press
- Wikipedia, the free encyclopedia (2020) Great Famine (Ireland) สืบค้นจาก [https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Famine_\(Ireland\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Famine_(Ireland)) เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563
- Wikipedia, the free encyclopedia (2020) Antonie van Leeuwenhoek https://en.wikipedia.org/wiki/Antonie_van_Leeuwenhoek เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563