

**รายละเอียดของรายวิชา**  
**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ**  
**ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2561**  
**มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ**

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

- |   |  |
|---|--|
| 1. รหัสและชื่อรายวิชา   | MI 3143 จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม<br>(Environmental Microbiology)   |
| 2. จำนวนหน่วยกิต  | 3 (2/2-1/3-0)  |
| 3. หลักสูตรและประเภทรายวิชา   | หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)<br>ประเภทรายวิชากลุ่มวิชาชีพ  |
| 4. ระดับการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน                                       | ระดับปริญญาตรี/ชั้นปีที่ 3   |
| 5. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)                          | MI 1012 จุลชีววิทยาพื้นฐาน และ<br>MI 2043 สรีรวิทยาของจุลินทรีย์   |
| 6. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites)                        | ไม่มี  |
| 7. ชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา<br>ชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบร่วม      | อาจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล<br>ไม่มี  |
| 8. สถานที่เรียน   | ห้อง 2-109 อาคารเรียนรวม และ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา 1<br>(MI 1) อาคารปฏิบัติการ 5 ชั้น มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิม<br>พระเกียรติ |
| 9. วันที่จัดทำรายละเอียดของรายวิชา หรือวันที่มีการปรับปรุงครั้งล่าสุด | 7 สิงหาคม พ.ศ. 2561  |

**หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์**

**1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา**

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจความสัมพันธ์ บทบาทการอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศ และบทบาทของจุลินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงความสำคัญของจุลินทรีย์ในการเป็นดัชนีบ่งบอกการปนเปื้อน และการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการด้านการปรับปรุง และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การแก้ปัญหามลพิษจากสารเคมี การบำบัดน้ำเสีย และการเกษตรโดยใช้จุลินทรีย์
4. เพื่อให้ศึกษามีความสามารถพอที่จะปฏิบัติงานขั้นพื้นฐานทางจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม และสามารถตรวจประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านจุลินทรีย์ได้

## 2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศจุลินทรีย์ บทบาทของจุลินทรีย์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ บทบาทของจุลินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดมลพิษ การใช้จุลินทรีย์เป็นดัชนีบ่งบอก การปนเปื้อน การบำบัดและกำจัดของเสียโดยจุลินทรีย์ รวมทั้งการตรวจวิเคราะห์และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย ซึ่งจะเป็นพื้นฐานความรู้ที่สำคัญในการประยุกต์ใช้ด้านต่าง ๆ โดยมีการปรับเปลี่ยนเนื้อหาให้สอดคล้องกับวิทยาการและเทคโนโลยีตามยุคสมัย

## หมวดที่ 3 ส่วนประกอบของรายวิชา

### 1. คำอธิบายรายวิชา

การศึกษาสมดุลของระบบนิเวศจุลินทรีย์ การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ บทบาทของจุลินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดมลพิษ การใช้จุลินทรีย์เป็นดัชนีบ่งบอกการปนเปื้อน และการตรวจวิเคราะห์ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย การบำบัดและกำจัดของเสียโดยจุลินทรีย์ การแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมเป็นพิษ โดยหลักการทางจุลชีววิทยา ทำปฏิบัติการตามหัวข้อซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และทัศนศึกษานอกสถานที่

### 2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการเรียนการสอน/ภาคการศึกษา

การบรรยายสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ปฏิบัติการสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง 15 ครั้ง / ภาคการศึกษา

### 3. ระยะเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการเป็นรายบุคคล

พบอาจารย์ได้ที่ห้องพักอาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารปฏิบัติการ 5 ชั้น ชั้น 3 หรือให้นักศึกษานัดเวลาเข้าสอบถามปัญหาการเรียนได้ตามที่ต้องการ ที่เบอร์โทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัย 02-3126360-79 ต่อ 1256 หรือทาง E-mail: piyapom.su@hcu.ac.th และ junejungko@hotmail.com

## หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

การพัฒนาผลการเรียนรู้ในมาตรฐานผลการเรียนรู้แต่ละด้าน ให้ข้อมูลในแต่ละด้าน ดังนี้

1. ความรู้หรือทักษะที่รายวิชามุ่งหวังที่จะพัฒนานักศึกษา ซึ่งต้องสอดคล้องกับที่ระบุในแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (curriculum mapping)
2. ระบุวิธีการสอนที่ใช้ในการพัฒนาความรู้/หรือทักษะในข้อ 1
3. ระบุวิธีวัดและประเมินผลรายวิชาที่สอดคล้องกับประเมินผลการเรียนรู้ในมาตรฐานการเรียนรู้แต่ละด้าน

ที่	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้				3. ทักษะทางปัญญา			4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขการสื่อสารการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ					6. ทักษะการปฏิบัติงานด้านวิชาชีพ		
				1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3
หมวดวิชาเฉพาะด้าน (กลุ่มวิชาชีพ)																											
1.	MI 3143	จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม	3 (2/2-1/3-0)		○	●	○		●					●					●		○		●				

## 1. คุณธรรม จริยธรรม

### (1) คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

- 1.1 มีคุณธรรม 6 ประการ ได้แก่ ขยัน อดทน ประหยัด เมตตา ซื่อสัตย์ กตัญญู และดำเนินชีวิตตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (1.2)
- 1.2 แสดงออกถึงความมีวินัยและความรับผิดชอบ เสียสละ และเป็นแบบอย่างที่ดีต่อสังคม (1.3)
- 1.3 เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม (1.4)

### (2) วิธีการสอน

ข้อ 1.2 กำหนดเป็นความรับผิดชอบหลัก โดยผู้สอนทำข้อตกลงกับนักศึกษาในเรื่องการเข้าชั้นเรียน การส่งงานที่ได้รับมอบหมายให้ตรงตามกำหนด การนำเสนอผลงานตามที่ได้รับมอบหมาย รวมทั้งการแต่งกายที่เหมาะสม ถูกกาลเทศะ

ข้อ 1.1 และ 1.3 กำหนดเป็นความรับผิดชอบรอง โดยการมอบหมายงานทั้งที่เป็นรายบุคคล รายกลุ่ม เพื่อฝึกให้นักศึกษาทำงานเป็นทีม ซึ่งต้องมีการฝึกภาวะความเป็นผู้นำและการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นอกจากนี้ยังมีการสอดแทรกเรื่องคุณธรรม 6 ประการ และการปฏิบัติตามกฎข้อบังคับต่าง ๆ ทั้งการทำงานและการดำเนินชีวิตในสังคม โดยให้นักศึกษาเล่าประสบการณ์การกระทำความดีของตนเอง รวมทั้งบรรยายบรรณทางวิชา โดยเน้นการบันทึกผลการทดลอง การอภิปรายและสรุปผลการทดลองตามความเป็นจริง มีกิจกรรมการรณรงค์ลดขยะในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ หรือบริเวณพื้นที่โดยรอบ (คุณธรรมด้านซื่อสัตย์)

### (3) วิธีการประเมินผล

- ประเมินจากการเข้าชั้นเรียน และการส่งงานตามที่ได้รับมอบหมาย
- ประเมินจากผลงานที่มอบหมายให้ทำ
- ประเมินจากความตั้งใจเรียน และการถาม-ตอบในระหว่างการเรียนรู้

## 2. ความรู้

### (1) ความรู้ที่ต้องได้รับ

- 2.1 อธิบายความรู้หลักการและทฤษฎีในรายวิชาที่เรียน (2.1)

### (2) วิธีการสอน

ข้อ 2.1 กำหนดเป็นความรับผิดชอบหลัก

- สอนโดยใช้วิธีการบรรยายเนื้อหาภาคทฤษฎี พร้อมยกตัวอย่างประกอบการบรรยาย เช่น วิดีทัศน์หรืองานวิจัยที่มีการนำจุลินทรีย์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
- สอนโดยใช้วิธีบรรยายและฝึกปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม โดยจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาและฝึกปฏิบัติตามหัวข้อปฏิบัติการ พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการทดลอง
- ฝึกให้นักศึกษา (รายบุคคล/รายกลุ่ม) คิดและสรุปความรู้ที่ได้ศึกษาในแต่ละบท โดยผู้สอนใช้วิธีสุ่มเรียกเพื่อตอบคำถามหรือบรรยายหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งทำการทดสอบย่อยภายหลังจากสอนจบแต่ละบท
- ฝึกให้นักศึกษา (รายบุคคล/รายกลุ่ม) คิดและสรุปความรู้ที่ได้ศึกษาหรือค้นคว้าข้อมูลทางการวิจัย ซึ่งเป็นงานมอบหมายที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนจะนำเสนอตัวอย่างกรณีศึกษาในหัวข้อที่สอดคล้องกับเนื้อหา

ภาคทฤษฎีและหัวข้อปฏิบัติการ และให้นักศึกษาในแต่ละกลุ่มอภิปราย พร้อมทั้งสรุปความรู้ที่ได้ศึกษาหรือค้นคว้ามา ประยุกต์ใช้ หรือแก้ไขปัญหาจากกรณีศึกษาที่ผู้สอนนำเสนอ โดยมีการจัดทำรายงานและนำเสนอหน้าชั้นเรียนในรูปแบบ

- มอบหมายงานที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้นักศึกษาจับกลุ่มและพัฒนาความรู้จากหัวข้อที่เลือกเอง โดยสมาชิกแต่ละคนต้องนำหลักการความรู้ที่ได้ศึกษาในแต่ละบทมาประยุกต์ร่วมกับความรู้ที่ได้จากการสืบค้นผ่าน social network ที่เป็นที่ยอมรับทางวิชาการ ระบบฐานข้อมูลทางวิชาการ หรือห้องสมุด เป็นต้น และมีการแสดงข้อมูลหรือผลงานนำเสนอผ่านโปรแกรม lincoit ร่วมกับการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

- มอบหมายงานที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้นักศึกษาจับกลุ่มและศึกษาหัวข้อที่เลือก โดยนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาในแต่ละบทเรียน และจากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ มาพัฒนาการจัดทำวีดิทัศน์หรือละครภาคภาษาอังกฤษ และมีการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

- มอบหมายงานที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้นักศึกษาจับกลุ่มและทำการสืบค้นบทความวิจัยทางด้าน จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม แลกเปลี่ยนความรู้ และอภิปรายร่วมกันในกลุ่มโดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งสรุปส่วนสำคัญในรูปแบบเล่มรายงาน

- นำนักศึกษาไปทัศนศึกษานอกสถานที่เพื่อให้นักศึกษาได้รับความรู้ทางทฤษฎีเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ ได้เห็นกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนการจัดการในด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงานในภาคอุตสาหกรรม หรือการศึกษาวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมในหน่วยงาน/สถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- มีการบูรณาการเรียนการสอนกับการบริการวิชาการในโครงการค่ายวิทยาศาสตร์ มวก. ครั้งที่ 16 โดยการศึกษาระบบกระจายของจุลินทรีย์ในธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อม เช่น จุลินทรีย์ในอากาศ

### (3) วิธีการประเมินผล

- การทดสอบย่อย การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค และงานที่ได้รับมอบหมาย
- คุณภาพของงานที่มอบหมายให้ไปทำหรือศึกษาเพิ่มเติม

## 3. ทักษะทางปัญญา

### (1) ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

3.1 สามารถค้นหาข้อเท็จจริง ทำความเข้าใจประเมินข้อมูลแนวคิดและหลักฐานใหม่จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายแล้วนำมาสรุปใช้แก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยที่นักศึกษาสามารถสืบค้น ติความ และประเมินข้อมูลหรือข้อเท็จจริงทางด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม เพื่อสรุปถึงประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาประยุกต์ใช้ (3.1)

### (2) วิธีการสอน

ข้อ 3.1 กำหนดเป็นความรับผิดชอบหลัก โดยมอบหมายให้นักศึกษาไปศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ พร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนหรือการปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม ดังนี้

- มอบหมายให้นักศึกษา (รายกลุ่ม) สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ หรือสื่อสารสนเทศทางด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดทำวีดิทัศน์ภาษาอังกฤษในหัวข้อที่สนใจ โดยมีอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ให้คำแนะนำและแนวทางในการจัดทำ

- มอบหมายให้นักศึกษา (รายกลุ่ม) สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ หรือสื่อสารสนเทศทางด้าน จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม โดยผู้สอนจะนำเสนอตัวอย่างกรณีศึกษาในหัวข้อที่สอดคล้องกับเนื้อหาภาคทฤษฎีและหัวข้อ ปฏิบัติการ และให้นักศึกษาในแต่ละกลุ่มอภิปราย พร้อมทั้งสรุปความรู้ที่ได้ศึกษาหรือค้นคว้ามาประยุกต์ใช้ หรือแก้ไข ปัญหาจากกรณีศึกษาที่ผู้สอนนำเสนอ โดยมีการจัดทำรายงานและนำเสนอหน้าชั้นเรียน

- ฝึกให้นักศึกษา (รายกลุ่ม) คิดวิเคราะห์และออกแบบการทดลอง ทำการทดลองได้อย่างถูกต้อง และนำเสนอ ในรูปของการบรรยายหน้าชั้นเรียนและเขียนรายงานการทดลอง และฝึกให้นักศึกษาวิเคราะห์ถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น จากการทำการทดลอง มีการมอบหมายให้นักศึกษาไปศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ หรือสื่อสารสนเทศ พร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

### (3) วิธีการประเมินผล

ประเมินตามผลงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย โดยพิจารณาจากวิธีการคิด วิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาจาก ตัวอย่างกรณีศึกษาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่

## 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

### (1) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

4.1 สามารถปรับตัวเข้าทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ทั้งในฐานะผู้นำและสมาชิกกลุ่ม (4.2)

### (2) วิธีการสอน

ข้อ 4.1 กำหนดเป็นความรับผิดชอบหลัก โดยมีการมอบหมายงานมอบหมายในรูปแบบงานกลุ่มให้นักศึกษา ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อจัดทำรายงานรูปเล่ม และนำเสนอหน้าชั้นเรียน การเรียนภาคปฏิบัติการให้แบ่ง นักศึกษาออกเป็นกลุ่ม ซึ่งการจัดกลุ่มจะมีการหมุนเวียนสมาชิกในกลุ่มไปตามความเหมาะสมของปฏิบัตินั้น ๆ และให้นักศึกษาคัดเลือกสมาชิกในกลุ่มเพื่อเป็นหัวหน้ากลุ่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะทั้งการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี สมาชิกภายในกลุ่มจะต้องรับผิดชอบในการทำปฏิบัติการร่วมกัน มีการวางแผนและการออกแบบการทดลอง มีการ อภิปรายกลุ่มร่วมกัน รวมทั้งมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ ซึ่งจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน มีการ ปรับตัวเข้าหากัน เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รู้จักการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบให้ เหมาะสมตามความสามารถของสมาชิกแต่ละคน

### (3) วิธีการประเมิน

ประเมินตามพฤติกรรมและการแสดงออกของนักศึกษาในการนำเสนองานกลุ่ม บทบาทในการทำงานกลุ่ม และผลสัมฤทธิ์ของงานที่ได้รับมอบหมายในกลุ่ม

## 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### (1) ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

5.1 สามารถสรุปประเด็น และสื่อสาร ทั้งการพูดและการเขียน และเลือกใช้รูปแบบการนำเสนอได้ถูกต้อง เหมาะสม (5.2)

5.2 สามารถใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (5.4)

### (2) วิธีการสอน

ข้อ 5.1 กำหนดเป็นความรับผิดชอบหลัก ข้อ 5.2 กำหนดเป็นความรับผิดชอบรอง

ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาจับกลุ่มและพัฒนาความรู้จากหัวข้อที่เลือกเอง และศึกษาด้วยตนเองโดยอาศัยหลักการและความรู้เบื้องต้นที่ได้จากบทเรียน จากนั้นทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงทางวิชาการอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น จากหนังสือ วารสารทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ ฯลฯ จากห้องสมุด สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ เว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อนำมาประมวลผล แปลความหมาย เรียบเรียง และนำเสนอในรูปแบบรายงาน วิดีทัศน์ภาษาอังกฤษ และการนำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยใช้เลือกใช้สื่อและรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม สามารถใช้ภาษาไทยได้อย่างถูกต้อง เพื่อฝึกทักษะการนำเสนอในที่ประชุมได้อย่างเหมาะสม

### (3) วิธีการประเมินผล

ประเมินจากวิธีการเลือกใช้เครื่องมือและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่นักศึกษาใช้ในการนำเสนอ

## 6. ทักษะปฏิบัติทางวิชาชีพ

### (1) ทักษะปฏิบัติทางวิชาชีพที่ต้องพัฒนา

6.1 มีทักษะด้านการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยาพื้นฐานและจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม โดยในรายวิชานี้ฝึกทักษะด้านการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยาพื้นฐานเพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม (6.1)

### (2) วิธีการสอน

ข้อ 6.1 กำหนดเป็นความรับผิดชอบหลัก โดยใช้วิธีบรรยายและฝึกให้นักศึกษาปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยาพื้นฐานและจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม โดยมีการแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันและให้จัดทำรายงานปฏิบัติหลังจากฝึกปฏิบัติในแต่ละหัวข้อ โดยฝึกให้นักศึกษาทำการทดลองการสูมตัวอย่างและการนับจำนวนจุลินทรีย์ในอากาศ การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยวิธีการทางจุลชีววิทยา การวิเคราะห์ค่า BOD และ COD รวมทั้งการศึกษาจุลินทรีย์ที่ใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์มลพิษ เป็นต้น เพื่อเพิ่มทักษะในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและห้องปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม

### (3) วิธีการประเมินผล

ประเมินตามผลงานที่นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติตามหัวข้อปฏิบัติการ โดยพิจารณาจากวิธีการคิด วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง รวมทั้งทักษะในการปฏิบัติการ

## หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

### 1. แผนการสอน โปรตระบุนในช่งกิจกรรมการเรียนการสอนของสัปดาห์ที่มีการ

1. ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. บูรณาการกระบวนการวิจัยหรืองานสร้างสรรค์กับการเรียนการสอน
3. บูรณาการงานบริการวิชาการกับการเรียนการสอน
4. บูรณาการงานด้านทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรมกับการเรียนการสอน
5. สอดแทรกจริยธรรมและคุณธรรม
6. สอดแทรกความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียน

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ฝ)			
1 (20-8-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>นิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม (Ecology and environment)</b> - ความหมายของนิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศ - ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่าง ๆ - องค์ประกอบและประเภทของระบบนิเวศ รวมทั้งการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ  <b>ภาคปฏิบัติการ</b> การเตรียม Winogradsky column และ contact slide (Winogradsky column and contact slide preparation)	2/3/0	- อบรมคุณธรรม 6 ประการ (ขยัน อดทน ประหยัด เมตตา ซื่อสัตย์ กตัญญู) - แนะนำกฎระเบียบและข้อปฏิบัติในการเรียน - แนะนำความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียน - แนะนำรายวิชา - บททดสอบพื้นฐาน - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
2 (27-8-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>จุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม (Microorganisms in the environment)</b> - ความสัมพันธ์ การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ และบทบาทของจุลินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม - บทบาทของจุลินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในดิน น้ำ และอากาศ - การกระจายตัวของเชื้อจุลินทรีย์ในธรรมชาติ	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวิดีโอ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วิดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ฝ)			
(27-8-61)	<b>ภาคปฏิบัติการ</b> การศึกษาการกระจายตัวของจุลินทรีย์ในธรรมชาติโดยใช้ Winogradsky column และ buried slide (Examination of microorganisms in Winogradsky column and buried slide)				
<b>3</b> (3-9-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>จุลชีววิทยาทางดิน (Soil microbiology)</b> - ความหมายของจุลชีววิทยาทางดินและประวัติความเป็นมาของจุลชีววิทยาทางดิน - ส่วนประกอบและโครงสร้างของดิน - จุลินทรีย์ในดิน บทบาทของจุลินทรีย์ในดิน และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในดิน - การนับจำนวนจุลินทรีย์ในดิน วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และระดับความชื้นในดิน	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวิดีโอทัศน์ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วิดีทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
(3-9-61)	<b>ภาคปฏิบัติการ</b> การเก็บตัวอย่างดิน และการนับจำนวนจุลินทรีย์ในดิน รวมทั้งการวัด pH และระดับความชื้นของดิน (Sampling and enumeration of microorganisms in soil, soil pH determination, moisture content determination)				



สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ผ)			
4 (10-9-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>ระบบนิเวศวิทยาของดินในการหมุนเวียนแร่ธาตุ</b> <b>(Microbial ecology in biogeochemical cycling)</b> - ความหมายของวัฏจักรทางชีวธรณีเคมี - ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในวัฏจักรคาร์บอน วัฏจักรไนโตรเจนและวัฏจักรซัลเฟอร์ - ความสำคัญของธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์  <b>ภาคปฏิบัติการ</b> การสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ในวงจรกำมะถัน (Hydrogen sulfide production via sulfur cycle)	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวิดิทัศน์ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วิดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
5 (17-9-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ในดินและรากพืช</b> <b>(Interaction of microorganisms in soil and plant root)</b> - ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ในดินและรากพืช - การตรึงไนโตรเจนโดยไรโซเบียมและพืชตระกูลถั่ว - ประโยชน์ของการตรึงไนโตรเจนร่วมกันของไรโซเบียมและพืชตระกูลถั่ว - กระบวนการ nitrification และ denitrification  <b>ภาคปฏิบัติการ</b> บทบาทของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรไนโตรเจน (Roles of microorganisms involving nitrogen cycle)	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวิดิทัศน์ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วิดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ฝ)			
6 (24-9-61)	<p><b>ภาคบรรยาย</b></p> <p><b>จุลชีววิทยาทางอากาศ (Aero-microbiology)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บทบาทที่สำคัญของจุลินทรีย์ในอากาศที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม</li> <li>- ปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่มีผลต่อการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในอากาศ</li> <li>- เชื้อโรคและสารพิษที่สำคัญในอากาศ รวมทั้งหลักการการควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคในอากาศ</li> <li>- การสู่มตัวอย่างและการนับเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ</li> </ul> <p><b>ภาคปฏิบัติการ</b></p> <p>การสู่มตัวอย่างและการนับจำนวนจุลินทรีย์ในอากาศ (Sampling and enumeration of microorganisms in the air by settling plate technique)</p>	2/3/0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม</li> <li>- บททดสอบย่อย (Quiz)</li> <li>- บรรยาย PowerPoint</li> <li>- ตัวอย่างประกอบ</li> <li>- การถาม-ตอบ</li> <li>- การชมวิดีโอ</li> <li>- ปฏิบัติการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PowerPoint</li> <li>- วิดิทัศน์</li> </ul>	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
7	สอบกลางภาค (วันที่ 30 กันยายน 2561 เวลา 13.00 - 16.00 น.)				
8 (8-10-61)	<p><b>ภาคบรรยาย</b></p> <p><b>จุลชีววิทยาของแหล่งที่อยู่ใต้น้ำ (Aquatic microbiology)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บทบาทที่สำคัญของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม</li> <li>- ปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่มีผลต่อการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ</li> <li>- หลักการของการวิเคราะห์ค่า BOD (Determination of Biochemical Oxygen Demand)</li> <li>- หลักการของการวิเคราะห์ค่า COD (Determination of Chemical Oxygen Demand)</li> </ul>	2/3/0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม</li> <li>- บททดสอบย่อย (Quiz)</li> <li>- บรรยาย PowerPoint</li> <li>- ตัวอย่างประกอบ</li> <li>- การถาม-ตอบ</li> <li>- การชมวิดีโอ</li> <li>- ปฏิบัติการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PowerPoint</li> <li>- วิดิทัศน์</li> </ul>	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ฝ)			
(8-10-61)	<b>ภาคปฏิบัติการ</b> การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยวิธีการทางจุลชีววิทยา 1 (Microbiological examination of water I)				
<b>9</b> (22-10-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>จุลินทรีย์ดัชนีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ</b> (Indicator microorganisms) - การใช้จุลินทรีย์ดัชนีและเกณฑ์การเลือกจุลินทรีย์ดัชนี - ลักษณะของจุลินทรีย์ดัชนีที่สำคัญ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยวิธีการทางจุลชีววิทยา ได้แก่ การนับจุลินทรีย์ทั้งหมด การวิเคราะห์ coliform และ fecal coliform โดยวิธี MPN (multiple-tube technique) และการกรองด้วยเมมเบรน (membrane filter technique)	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวีดิทัศน์ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วีดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
(22-10-61)	<b>ภาคปฏิบัติการ</b> การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยวิธีการทางจุลชีววิทยา 2 (Microbiological examination of water II)				
<b>10</b> (29-10-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment)</b> - ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่าง ๆ - หลักการและความแตกต่างของระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่าง ๆ - การบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน				อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ผ)			
(29-10-61)	<b>ภาคปฏิบัติการ</b> การวิเคราะห์ค่า BOD (Determination of Biochemical Oxygen Demand) <b>การนำเสนอวีดิทัศน์/ละครภาคภาษาอังกฤษ</b>				
<b>11</b> (5-11-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment) (ต่อ)</b> - ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่าง ๆ - หลักการและความแตกต่างของระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่าง ๆ - การบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวีดิทัศน์	- PowerPoint - วีดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
(5-11-61)	<b>ภาคปฏิบัติการ</b> การวิเคราะห์ค่า COD (Determination of Chemical Oxygen Demand) <b>การนำเสนอวีดิทัศน์/ละครภาคภาษาอังกฤษ</b>				
<b>12</b> (12-11-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>จุลินทรีย์กับสารอินทรีย์มลพิษ</b> <b>(Microorganisms and organic pollutants)</b> - กระบวนการทั่ว ๆ ไปในการย่อยสลายทางชีวภาพ - ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง สภาพพิษ และการถูกย่อยสลายได้ของสารปนเปื้อน - ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการย่อยสลายและสภาวะย่อยสลายสารอินทรีย์มลพิษ	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวีดิทัศน์ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วีดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ผ)			
(12-11-61)	<b>ภาคปฏิบัติการ</b> การศึกษาจุลินทรีย์ที่ใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์มลพิษ (Case study of microorganisms and organic pollutants) <b>การนำเสนอวีดิทัศน์/ละครภาคภาษาอังกฤษ</b>				
<b>13</b> (19-11-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>จุลินทรีย์กับโลหะมลพิษ (Microorganisms and metal pollutants)</b> - ความหมายและแหล่งของโลหะ - ผลกระทบความเป็นพิษของโลหะต่อจุลินทรีย์ - การเกิดปฏิสัมพันธ์ของโลหะกับจุลินทรีย์ - กลไกการทนต่อสารพิษและการทำลายพิษโลหะของจุลินทรีย์ - วิธีทางกายภาพและทางเคมีในการบำบัดโลหะ (19-11-61) <b>ภาคปฏิบัติการ</b> การศึกษาจุลินทรีย์ที่ใช้ในการกำจัดโลหะมลพิษ (Case study of microorganisms and metal pollutants) <b>การนำเสนอวีดิทัศน์/ละครภาคภาษาอังกฤษ</b>	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวีดิทัศน์ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วีดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
<b>14</b> (21-11-61)*	<b>ทัศนศึกษานอกสถานที่ ณ กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ</b>	2/3/0	- นักศึกษาดูงานนอกสถานที่พร้อมฟังการ บรรยายจากวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิ - การถาม-ตอบ - การชมวีดิทัศน์	- PowerPoint - วีดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	ชื่อผู้สอน
		(บ/ป/ผ)			
15 (26-11-61)	<b>ภาคบรรยาย</b> <b>การบำบัดทางชีวภาพ : การควบคุมทางชีวภาพ</b> <b>(Bioremediation : Biocontrol)</b> - ความหมายและจุดประสงค์ของการบำบัดทางชีวภาพ - วิธีการในการบำบัดทางชีวภาพ - วิธีการใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดดินหรือตะกอนที่ปนเปื้อนโลหะ - วิธีการใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดแหล่งปนเปื้อนโลหะในน้ำ  (26-11-61) <b>ภาคปฏิบัติการ</b> การศึกษากระบวนการก่อโรคของ <i>Nomuraea rileyi</i> ในหนอนกระทู้ผัก ( <i>Spodoptera litura</i> ) <b>การนำเสนอวีดิทัศน์/ละครภาคภาษาอังกฤษ</b>	2/3/0	- อบรมเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม - บททดสอบย่อย (Quiz) - บรรยาย PowerPoint - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ - การชมวีดิทัศน์ - ปฏิบัติการ	- PowerPoint - วีดิทัศน์	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
16 (28-11-61)*	<b>การนำเสนอบทความวิชาการทางด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม</b>	2/3/0	- อบรมคุณธรรม 6 ประการ (ขยัน อดทน ประหยัด เมตตา ซื่อสัตย์ กตัญญู) - คำแนะนำการสอบปลายภาค - นักศึกษานำเสนอผลงานในรูปแบบ PowerPoint พร้อมจัดทำรายงานรูปเล่ม - ตัวอย่างประกอบ - การถาม-ตอบ	- PowerPoint	อ.ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล
17	<b>สอบปลายภาค (วันที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 13.00 - 16.00 น.)</b>				
<b>รวม</b>		30/45/0			

หมายเหตุ \* กรณีตรงกับวันหยุด ผู้สอนจะนัดสอนทดแทนภายหลังจากเปิดการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบวันเวลาว่างของนักศึกษา

## 2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้*	กิจกรรมการประเมิน	กำหนดการประเมิน ผลการเรียนรู้ (ระบุ วัน-เวลา)	ร้อยละของค่าน้ำหนักในการ ประเมินผลการเรียนรู้
1.2, 1.3, 1.4	การเข้าชั้นเรียน การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และการส่งงานที่ได้รับมอบหมาย	ตลอดภาคการศึกษา	3
1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 3.1, 4.2, 5.2, 5.4, 6.1	รายงานปฏิบัติการ รายงานสรุปเกี่ยวกับหัวข้อกรณีศึกษา	ตลอดภาคการศึกษา	8
1.3, 2.1, 3.1, 4.2, 5.2, 5.4	รายงานดูงาน	21 พ.ย. 2561	2
1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 3.1, 4.2, 5.2, 5.4	งานมอบหมาย - แปลบทความวิจัยด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม อภิปรายกลุ่ม และจัดทำรายงานรูปเล่ม - นำเสนอข้อมูล/ผลงานสืบค้นทางด้านจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อมผ่านโปรแกรม linoit - การจัดทำวีดิทัศน์หรือละคร (ภาคภาษาอังกฤษ) จากหัวข้อในบทเรียน	28 พ.ย. 2561	12
2.1, 3.1	การทดสอบย่อย	ตลอดภาคการศึกษา	10
2.1, 3.1	การสอบกลางภาค - เนื้อหาวิชาในสัปดาห์ที่ 1-6	30 ก.ย. 2561	30
2.1, 3.1	การสอบปลายภาค - เนื้อหาวิชาในสัปดาห์ที่ 8-13, 15	4 ธ.ค. 2561	35

\* ระบุผลการเรียนรู้หัวข้อย่อยตามแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ของรายวิชา (curriculum mapping) ที่กำหนดในหลักสูตร

## หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### 1. ตำราและเอกสารหลักที่ใช้ในการเรียนการสอน

เอกสารประกอบการสอนภาคบรรยายและภาคปฏิบัติในรายวิชา MI 3143 จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม โดย อาจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ สุภัคดำรงกุล

### 2. เอกสารอ่านประกอบ/สื่ออิเล็กทรอนิกส์/แหล่งอ้างอิงอื่น ๆ ที่นักศึกษาควรอ่านเพิ่มเติม

- 1) วีรนุช หลาง. 2551. **จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 166 หน้า
- 2) สุบัณฑิต นิมรัตน์. 2549. **จุลชีววิทยาทางดิน**. สำนักพิมพ์ไอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพฯ. 280 หน้า
- 3) สมศักดิ์ วังโน. 2541. **การตรึงไนโตรเจน : ไรโซเบียม - พืชตระกูลถั่ว**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 252 หน้า
- 4) อุ่แก้ว ประกอบไวยทกิจ บีเวอร์. 2531. **นิเวศวิทยา**. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ. 346 หน้า
- 5) อุ่แก้ว ประกอบไวยทกิจ บีเวอร์. 2538. **มนุษย์-ระบบนิเวศและสภาพนิเวศในประเทศไทย**. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ. 248 หน้า
- 6) อลิสสา วังโน. 2554. **การบำบัดสารมลพิษทางชีวภาพ**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 348 หน้า
- 7) Atlas, R.M. and Bartha, R. 1998. **Microbial Ecology: Fundamentals and Applications**. Addison Wesley Longman, California, USA. 694 p.
- 8) Black, J.G. 1999. **Microbiology: Principles and Explorations**. 4<sup>th</sup> ed., John Wiley & Sons Inc., New York, USA. 775 p.
- 9) Mitchell, R. 1974. **Introduction of Environmental Microbiology**. Prentice Hall, New Jersey, USA. 355 p.
- 10) Stumm, W. and Morgan, J.J. 1996. **Aquatic Chemistry**. John Wiley & Sons Inc., New York, USA. 1021 p.

## หมวดที่ 7 การประเมินรายวิชาและกระบวนการปรับปรุง

### 1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

การประเมินประสิทธิผลในรายวิชาที่จัดทำโดยให้นักศึกษาได้จัดกิจกรรมในการเสนอแนวคิดและความเห็น ดังนี้

- การสนทนากลุ่มระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- การสังเกตการณ์จากพฤติกรรมผู้เรียน
- แบบประเมินผู้สอนและแบบประเมินรายวิชา



## 2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

ในการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินการสอนมีกลยุทธ์ ดังนี้

- ผลการสอบ
- จัดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างอาจารย์และนักศึกษา

## 3. วิธีการปรับปรุงการสอน

หลังจากได้ผลการประเมินการสอนในข้อ 2 นำมาปรับปรุงการสอนโดยการจัดกิจกรรมในการระดมสมอง และหาข้อมูลเพิ่มเติมในการปรับปรุงการสอน โดยทำการวิจัยในและนอกชั้นเรียน

## 4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์รายวิชาของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้

ทำการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์รายวิชาโดยคณะกรรมการบริหารหลักสูตรที่ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกร่วมกับอาจารย์ประจำหลักสูตร โดยตรวจสอบหัวข้อการเรียนการสอน วิธีการวัด และประเมินผล รวมทั้งการตัดเกรด

## 5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา เพื่อนำมาวางแผนการปรับปรุงการสอน และรายละเอียดวิชาทำให้เกิดคุณภาพมากขึ้น โดยการปรับปรุงเนื้อหาวิชา รวมทั้งการวัดและประเมินผล ตามข้อเสนอแนะ และผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ 4

### ชื่ออาจารย์ผู้สอนและผู้รับผิดชอบในรายวิชา

ลงชื่อ 

วันที่รายงาน 7 สิงหาคม 2561

(อาจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ สุภักด์ดำรงกุล)

### ชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลงชื่อ 

วันที่รายงาน 7 สิงหาคม 2561

(อาจารย์ ดร.จรัสญศรี พุ่มเทียน)