



## หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

### 1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1.1 เพื่อให้บัณฑิตเรียนรู้ เข้าใจและได้ปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ทวพ 341

### 2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

2.1 เพื่อจัดเนื้อหากระบวนการเรียนการสอนและสื่อการสอนให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ทางด้านปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ

2.2 เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ปฏิบัติการและงานมอบหมายกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยวให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ

2.3 เพื่อให้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายรายวิชา

## หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

## 1. คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ทวพ 341

## 2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติงานภาคสนาม/ การฝึกงาน (กิจกรรมกลุ่มใน ห้องเรียน)	การศึกษาด้วยตนเอง
42 ชั่วโมง/ ภาคการศึกษา	ไม่มี	3 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา	90 ชั่วโมงต่อ/ สัปดาห์

## 3. ความรับผิดชอบหลัก/ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม							2. ความรู้							3. ทักษะทาง ปัญหา				4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล และความ รับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิง ตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ						
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
ทวพ 342 ปฏิบัติการเทคโนโลยี กระบวนการชีวภาพ	●	●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●

## 4. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักเรียนเป็นรายบุคคล

อาจารย์ผู้สอนจัดเวลาให้คำปรึกษา และแนะนำทางวิชาการแก่นักเรียนนอกชั้นเรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มตามความต้องการ 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ โดยการนัดหมายทาง อี-เมลล์ หรือโทรศัพท์ ตามที่ประกาศในเค้าโครงรายวิชาและเว็บไซต์ของคณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร

### หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนิสิต

#### 1. คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

ผลการเรียนรู้	วิธีการสอน	วิธีการวัดและประเมินผล
<p>1.1 ตระหนักในคุณค่าและคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต ในขณะที่ปฏิบัติการและการรายงาน ปฏิบัติการ (1.1)</p> <p>1.2 มีวินัยต่อการเรียน ส่งรายงานงาน ปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนด(1.2)</p> <p>1.3 มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นทีมและสามารถ แก้ไขข้อขัดแย้งในขณะที่ปฏิบัติการ (1.3)</p> <p>1.4 รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรี ความเป็นมนุษย์ (1.4)</p> <p>1.5 เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับ ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการและคณะ เทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ การเกษตร (1.5)</p>	<p>1.1 ใช้การสอนแบบสื่อสารสองทาง เปิดโอกาส ให้นิสิตมีการตั้งคำถามหรือตอบคำถาม หรือ แสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม กฎ ระเบียบ และข้อบังคับ ใน ห้องปฏิบัติการ</p> <p>1.2 ยกตัวอย่างกรณีศึกษา ตัวอย่างที่ขาดความ รับผิดชอบต่อหน้าที่และการประพฤติที่ผิด จรรยาบรรณในวิชาชีพ</p> <p>1.3 อาจารย์ปฏิบัติตนเป็นตัวอย่าง ให้ ความสำคัญต่อจรรยาบรรณวิชาชีพ การมีวินัย เรื่องเวลาการเปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความ คิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของนิสิต การ เคารพและให้เกียรติแก่อาจารย์อาวุโส เป็นต้น</p>	<p>1.1 ประเมินผลจากพฤติกรรมที่ แสดงออกในห้องปฏิบัติการและในโอกาส ที่มหาวิทยาลัย/คณะจัดกิจกรรมต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องทางด้านคุณธรรมและจริยธรรม การมีสัมมาคารวะต่อผู้อาวุโสและอาจารย์</p> <p>1.2 การตรวจสอบการมีวินัยต่อการ ปฏิบัติการ การตรงต่อเวลาในการเข้า ห้องปฏิบัติการและการส่งรายงาน ปฏิบัติการ</p>

#### 2. ความรู้ที่ต้องได้รับ

ผลการเรียนรู้	วิธีการสอน	วิธีการวัดและ ประเมินผล
<p>2.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญ ใน เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐานเพื่อนำไป ประยุกต์ใช้ในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ (2.1)</p> <p>2.2 รู้ เข้าใจและสนใจพัฒนาความรู้ ความชำนาญด้านประยุกต์ใช้ ในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ (2.4)</p> <p>2.3 มีความรู้ครอบคลุมสาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุพอลิเมอร์ เล็งเห็น การเปลี่ยนแปลงและเข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีใหม่ๆ (2.5)</p> <p>2.4 มีประสบการณ์ในการพัฒนาและ/หรือการฝึกปฏิบัติการใช้ เครื่องมือ เครื่องจักรในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ (2.6)</p> <p>2.5 สามารถบูรณาการความรู้ในความรู้ในศาสตร์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง เข้ากับประยุกต์ใช้ในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ (2.7)</p>	<p>2.1 ใช้การสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นิสิตร่วมมือกันเรียนรู้ (Co-Operative Learning) จากประสบการณ์ ภาคปฏิบัติการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต และการศึกษานอกเวลาผ่านเว็บไซต์การ เรียน รายวิชาแบบออนไลน์ ของ มหาวิทยาลัย (A-tutor)</p>	<p>2.1 ประเมินจาก การปฏิบัติการ ทั้งรายบุคคลและ กลุ่ม</p> <p>2.2 รายงาน ปฏิบัติการ การ สอบข้อเขียน กลางภาคและ ปลายภาค</p>

## 3. ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

ผลการเรียนรู้	วิธีการสอน	วิธีการวัดและประเมินผล
<p>3.1 คิดอย่างมีวิจารณญาณและอย่างเป็นระบบ (3.1)</p> <p>3.2 สามารถสืบค้น ตีความและประเมินสารสนเทศ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาประยุกต์ใช้ในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพอย่างสร้างสรรค์ (3.2)</p> <p>3.3 สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการจากปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ (3.3)</p> <p>3.4 สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะการแก้ไขปัญหาจากประยุกต์ใช้ในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (3.4)</p>	<p>3.1 ใช้การสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นิสิตร่วมมือกันเรียนรู้ (Co-Operative Learning) จากประสบการณ์ภาคปฏิบัติการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ตและการศึกษานอกเวลาผ่านเว็บไซต์การเรียนรายวิชาแบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัย (A-tutor)</p>	<p>3.1 ประเมินจากการปฏิบัติการ ทั้งรายบุคคลและกลุ่ม</p> <p>3.2 รายงานปฏิบัติการ การสอบข้อเขียนกลางภาคและปลายภาค</p>

## 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

ผลการเรียนรู้	วิธีการสอน	วิธีการวัดและประเมินผล
<p>4.1 ใช้ภาษาในการติดต่อสื่อสารและสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี (4.1)</p> <p>4.2 สามารถปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและสมาชิกกลุ่ม (4.2)</p> <p>4.3 วางตัวและแสดงความคิดเห็นได้เหมาะสมกับบทบาท หน้าที่และความรับผิดชอบขณะปฏิบัติการ (4.3)</p> <p>4.4 สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองและวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง (4.4)</p>	<p>4.1 ใช้การสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นิสิตร่วมมือกันเรียนรู้ (Co-Operative Learning) จากประสบการณ์การปฏิบัติ</p> <p>4.2 ฝึกปฏิบัติการและระดมสมองในการแก้ไขขณะปฏิบัติการจริง</p>	<p>4.1 ประเมินจากการปฏิบัติการทั้งรายบุคคลและกลุ่ม</p> <p>4.2 นิสิตในกลุ่มประเมินกันเอง</p>

## 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

ผลการเรียนรู้	วิธีการสอน	วิธีการวัดและประเมินผล
<p>5.1 สามารถระบุและนำเทคนิคทางสถิติหรือคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการวิเคราะห์ แปลความหมาย และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาในปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม(5.1)</p> <p>5.2 สามารถสรุปประเด็นและสื่อสารทั้งการพูดและการเขียน รู้จักเลือกและใช้รูปแบบของการนำเสนอที่เหมาะสมสำหรับเรื่อง</p>	<p>5.1 การสอนโดยมีการนำเสนอข้อมูลจากการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นตัวอย่างกระตุ้นให้นิสิตเห็นประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ</p> <p>5.2 การมอบหมายงานที่ต้องมีการสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>5.3 สามารถเขียนรายงานปฏิบัติการได้ถูกต้องตามหลักภาษาไทย และค้นคว้าข้อมูลอ้างอิงจากตำรา และงานวิจัยในภาษาอังกฤษ</p>	<p>5.1 ประเมินทักษะการใช้ภาษาเขียนจากเอกสารรายงานปฏิบัติการ</p> <p>5.2 ประเมินทักษะการใช้สื่อและการใช้ภาษาพูดจากการสรุป ปฏิบัติการหน้าชั้นเรียน</p> <p>5.3 ประเมินรายงานการสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>5.4 ประเมินการทำกิจกรรมผ่านสื่อการสอนเว็บไซต์รายวิชาของ</p>

และผู้ฟังที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (5.2)	ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม 5.4 สามารถใช้สารสนเทศในการค้นคว้าและ	มหาวิทยาลัย (A-tutor)
<b>ผลการเรียนรู้</b>	<b>วิธีการสอน</b>	<b>วิธีการวัดและประเมินผล</b>
5.3 สามารถระบุ เข้าถึง และสืบค้น แหล่งข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการ เทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพจากแหล่งข้อมูลทั้งในระดับชาติและนานาชาติ (5.3) 5.4 มีวิจารณ์งานในการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารที่เหมาะสม และ ใช้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อการรวบรวมข้อมูล แปลความหมาย และสื่อสารข้อมูลข่าวสาร และแนวความคิด (5.4) 5.5 สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการ กับข้อมูลต่าง ๆ จากปฏิบัติการอย่างถูกต้อง เหมาะสม (5.5) 5.6 สามารถใช้ภาษาไทยอย่างถูกต้องและ ภาษาอังกฤษในระดับใช้งานได้อย่าง เหมาะสม (5.7)	จัดการข้อมูลทั้งจากปฏิบัติการและจากข้อมูล สารสนเทศภายนอกได้อย่างถูกต้องและ เหมาะสม 5.5 ใช้สื่อการสอนผ่านเว็บไซต์รายวิชาของ มหาวิทยาลัย (A-tutor) สืบค้นข้อมูล	

หมายเหตุ หมายเลขท้ายข้อผลการเรียนรู้ คือ ลำดับข้อของผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในรายละเอียดของหลักสูตร

### หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

#### 1. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	แนะนำปฏิบัติการ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และจริยธรรมในปฏิบัติการ	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บรรยายแนะนำ ความสำคัญ และสิ่งที่นิสิตควรได้รับ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการทำงานในอนาคต</li> <li>- นิสิตเวียนปฏิบัติการในแต่ละสัปดาห์จนครบทุกกระบวนการขึ้นรูป</li> <li>- ในแต่ละสัปดาห์ ก่อนปฏิบัติการ ให้มีตัวแทนนิสิตในกลุ่มออกมาสรุปภาพรวมของปฏิบัติการ</li> </ul>	อ.นวดล
2	แนะนำปฏิบัติการ	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แนะนำปฏิบัติการ</li> </ul>	อ.วัชระ/อ.สิทธิพันธ์
3	ปฏิบัติการที่ 1 Reynolds number (ChE)	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปปฏิบัติการ</li> <li>- เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต</li> </ul>	อ.วัชระ/อ.สิทธิพันธ์
4	ปฏิบัติการที่ 2 Head loss (ChE)	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปปฏิบัติการ</li> <li>- เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต</li> </ul>	อ.วัชระ/อ.สิทธิพันธ์
5	ปฏิบัติการที่ 3 Continuous Flow Reactor (ChE)	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บรรยายเกี่ยวกับปฏิบัติการโดยสังเขป</li> <li>- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปปฏิบัติการ</li> <li>- เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต</li> <li>- ทดสอบย่อย</li> </ul>	อ.วัชระ/อ.สิทธิพันธ์
6	ปฏิบัติการที่ 4 Heat exchanger (ChE)	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปปฏิบัติการ</li> <li>- เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต</li> </ul>	อ.วัชระ/อ.สิทธิพันธ์
7	ปฏิบัติการที่ 5 การหมักแอลกอฮอล์ (ChE)	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปปฏิบัติการ</li> <li>- เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต</li> </ul>	อ.วัชระ/อ.สิทธิพันธ์
8	อภิปรายผลการทดลอง	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้นิสิตแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง</li> <li>- อาจารย์ร่วมซักถามประเด็นต่าง ๆ พร้อมให้ข้อมูลเพิ่มเติม</li> </ul>	อ.วัชระ/อ.สิทธิพันธ์
9	งดปฏิบัติการ (สัปดาห์สอบกลางภาค)			
10	ปฏิบัติการที่ 6 การระเหย (FSN)	3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปปฏิบัติการ</li> <li>- เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต</li> </ul>	อ.วิไลพร

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	ผู้สอน
11	ปฏิบัติการที่ 7 การสกัด (FSN)	3.0	- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปรูปปฏิบัติการ - เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้ คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต	อ.วิไลพร
12	ปฏิบัติการที่ 8 การดูดซับ (PMT)	3.0	- ให้นิสิตแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง	อ.นวดล
13	ปฏิบัติการที่ 9 Heat transfer (PMT)	3.0	- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปรูปปฏิบัติการ - เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้ คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต	อ.นวดล
14	ปฏิบัติการที่ 10 การตกตะกอน (PMT)	3.0	- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปรูปปฏิบัติการ - เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้ คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต	อ.นวดล
15	ปฏิบัติการที่ 11 การหมักกรด แลคติก (BOT)	3.0	- ตัวแทนนิสิตออกมาสรุปรูปปฏิบัติการ - เริ่มปฏิบัติการโดยอาจารย์เป็นผู้ควบคุม ให้ คำถาม และร่วมอภิปรายกับนิสิต	อ.นวดล
16	อภิปรายผลการทดลอง/ ทบทวนความรู้ก่อนสอบ	3.0	- อาจารย์บรรยายสรุปรายวิชา และซักถามถึงสิ่งที่ นิสิตรับจากการเรียน พร้อมทั้งอภิปรายข้อดี ข้อด้อยของรายวิชาเพื่อนำไปปรับปรุงการเรียนการ สอนในครั้งหน้า	อ.นวดล
17	สอบปลายภาค			

## 2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมินผลนิสิต	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วนของการ ประเมินผล
1.4, 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.7	การนำเสนอและอภิปรายปฏิบัติการ	15-16	10%
1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.7	รายงานปฏิบัติการ	4-14	35%
1.1, 1.3, 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 3.1, 3.3	การสอบปลายภาค	18	50%
1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	การประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม	1-17	5%



**หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน****1. หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการสอนหลัก**

คู่มือปฏิบัติการรายวิชา ปฏิบัติการเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ

**2. หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิง ที่สำคัญ**

**Pauline M. Doran, Bioprocess engineering principles, London : Academic Press, 1995**

**Wolf R. Vieth, Bioprocess engineering : kinetics, mass transport, reactors, and gene expression, New York : Wiley, 1994.**

**Kim L. Nelson, Bioprocess engineering : systems, equipment and facilities / edited by Bjorn K. Lydersen, Nancy A. D'Elia, New York : Wiley, 1994**

**Badal C. Saha, Fermentation biotechnology, New York: American Chemical Society, 2003.**

**Roger G. Harrison, Bioprocess engineering science and engineering, New York : Oxford University Press, 2003**

**Irving J. Dunn Biological reaction engineering : dynamic modelling fundamentals with simulation examples, Weinheim : Wiley-VCH, 2003**

**by Juan A. Asenjo, Jose C. Merchuk, Bioreactor system design, New York : Dekker, 1995**

**3. หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิง ที่แนะนำ**

<http://ocw.mit.edu/index.htm>

## หมวดที่ 7. การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### 1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนิสิต

ให้นิสิตประเมินประสิทธิผลของรายวิชา เกี่ยวกับความรู้ความสามารถของผู้สอน วิธีการจัดการเรียนการสอน สื่อและเทคโนโลยีที่ใช้ในการสอน การวัดผล คุณภาพการจัดการเรียนการสอน และสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ (แบบ ปค. 003 และ ปค.004) ซึ่งมีผลกระทบต่อผลการเรียนรู้ และให้นิสิตให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

### 2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- 2.1 ผลการเรียนรู้ของนิสิตโดยการสอน
- 2.2 คุณภาพรายงานกลุ่มจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
- 2.3 ผลงานจากกิจกรรมอื่น ๆ

### 3. การปรับปรุงการสอน

มีการประชุมระดมสมองจากผู้สอนและการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนเมื่อสิ้นสุดภาคการศึกษา โดยพิจารณาผลการประเมินจากข้อ 1 และ 2 และหารือปัญหาการเรียนรู้ของนิสิต เพื่อระบุแนวทางการปรับปรุงการเรียนการสอนในปีการศึกษาต่อไป

### 4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์รายวิชาของนิสิต

สำหรับการทวนสอบระดับรายวิชา คณะกรรมการผู้รับผิดชอบหลักสูตรมอบหมายให้อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีใช้ผู้สอนรายวิชานั้น สุ่มประเมินข้อสอบ รายงาน และผลงานอื่นเพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินผล

### 5. การดำเนินการทบทวนและวางแผนการปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

ผู้สอน/คณะผู้สอนพิจารณาผลการประเมินข้อ 1-4 เพื่อดำเนินการทบทวนเนื้อหา และกลยุทธ์การสอน และนำเสนอแผนการปรับปรุงรายวิชาในรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ.5) จากนั้นเสนอต่อคณะกรรมการผู้รับผิดชอบหลักสูตรเพื่อให้ความคิดเห็นและวางแผนพัฒนาปรับปรุงสำหรับใช้ในปีการศึกษาถัดไป