

**รายละเอียดของรายวิชา**

**คณะ** วิทยาศาสตร์ **ภาควิชา** วิทยาศาสตร์การแพทย์

**หลักสูตร** วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

BMS 322 พันธุวิศวกรรม 3 (2-3-6)

 (Genetic engineering)

วิชาบังคับร่วม -

วิชาบังคับก่อน BCH201 ชีวเคมีพื้นฐาน (Basic Biochemistry)

ภาคการศึกษา 2/2567

กลุ่ม 01, 02, 11, 12, 13

ประเภทของวิชา □ วิชาปรับพื้นฐาน

 □ วิชาศึกษาทั่วไป

 ■ วิชาเฉพาะ

 □ วิชาเลือกเสรี

อาจารย์ผู้รับผิดชอบ ผศ.ดร. ธเนศ โสภณนิธิประเสริฐ อาจารย์ประจำ

อาจารย์ผู้สอน รศ.ดร. ธเนศ พงศ์ธีรัตน์ ■ อาจารย์ประจำ □ อาจารย์พิเศษ

 รศ.ดร. ปานันท์ กาญจนภูมิ ■ อาจารย์ประจำ □ อาจารย์พิเศษ

 ผศ.ดร. ธเนศ โสภณนิธิประเสริฐ ■ อาจารย์ประจำ □ อาจารย์พิเศษ

 ผศ.ดร. สุรณัฐ พงษ์หาญพจน์ ■ อาจารย์ประจำ □ อาจารย์พิเศษ

 ดร. ธิดารัตน์ รัตนบุรี ■ อาจารย์ประจำ □ อาจารย์พิเศษ

 ดร. ฐิติพันธุ์ มีมงคลเกียรติ ■ อาจารย์ประจำ □ อาจารย์พิเศษ

ผู้ช่วยอาจารย์ อาจารย์ วรัญญา ชมภูพล

สถานที่สอน ■ ในที่ตั้ง □ นอกที่ตั้ง

วันที่จัดทำ 7 ธันวาคม 2567

**หมวดที่ 2 วัตถุประสงค์ของรายวิชาและส่วนประกอบของรายวิชา**

**1. วัตถุประสงค์ของรายวิชา**

 1) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถทำปฏิบัติการเกี่ยวกับเทคนิคพื้นฐานของพันธุวิศวกรรม อาทิ การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ การทำดีเอ็นเอให้บริสุทธิ์ การตัดต่อยีน การควบคุมและสังเคราะห์โปรตีนลูกผสม เป็นต้น

 2) เพื่อนักศึกษาสามารถนำเอาความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อต่อยอดในการศึกษาขั้นสูง หรือใช้ในงานวิจัยการระดับโมเลกุลได้

**2. คำอธิบายรายวิชา**

 การศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของดีเอ็นเอพื้นฐาน เทคนิคการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนดีเอ็นเอในหลอดทดลอง การใช้งานเอนไซม์ตัดจำเพาะ กระบวนการเชื่อมต่อชิ้นส่วนดีเอ็นเอเพื่อสร้างดีเอ็นเอพาหะลูกผสม เทคนิคการขนส่งดีเอ็นเอพาหะลูกผสมเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านและการควบคุมให้แสดงออกเป็นโปรตีน การทำโปรตีนลูกผสมให้บริสุทธิ์ หลักการการปรับแต่งลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอเพื่อการปรับปรุงคุณสมบัติของโปรตีน หลักการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ หลักการหาลำดับเบสในสายดีเอ็นเอ และการประยุกต์ใช้การตรวจหาดีเอ็นเอเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ในระดับโมเลกุล

 Fundamental study of DNA structure and function, PCR technique, Restriction enzyme, recombinant plasmid construction, recombinant plasmid transferring techniques and regulation of gene expression, recombinant protein purification, improvement of recombinant protein properties using gene manipulation, DNA fingerprint, DNA sequencing, and Molecular markers.

**3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษา**

 มี 5 ชั่วโมง/สัปดาห์ ■ e-mail: thanet.s@rsu.ac.th

 □ Facebook: ………………………..

 ■ Line: BMS322 sec01 (2024: Inter) for International student

 BMS322 sec02 (2024: TH) สำหรับนักศึกษาไทย

 ■ อื่นๆ: ปรึกษาโดยตรงรายบุคคลในเวลาราชการ

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

การพัฒนาผลการเรียนรู้ในมาตรฐานผลการเรียนรู้แต่ละด้านที่มุ่งหวัง มีดังต่อไปนี้

**1. คุณธรรม จริยธรรม**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **ผลการเรียนรู้** | **วิธีการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 1.4 | เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | * จัดวางและชี้แจงกฎระเบียบในการเข้าเรียนในรายวิชาให้ชัดเจน กำหนดเวลาในการเข้าชั้นเรียนชัดเจน
 | * สังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนการสอน ให้เป็นไปตามกฎระเบียบที่แจ้งไว้
* ให้คะแนนเข้าชั้นเรียน
 |

**2. ความรู้**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **ผลการเรียนรู้** | **วิธีการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 2.2 | สามารถวิเคราะห์ปัญหา เข้าใจ รวมทั้งประยุกต์ความรู้ ทักษะ และการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา | * บรรยาย ซักถามในห้อง
* มอบบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียน เพื่อให้อ่าน วิเคราะห์และค้นคว้า เพิ่มเติม
* มอบหมายงานให้ค้นคว้าด้วยตนเองตามหัวข้อที่กำหนดและในหัวข้อที่สนใจและทันสมัย
* การนำเสนอผลงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน
* เชิญผู้ทรงคุณวุฒินำผลงานวิจัย ประสบการณ์การวิจัยในขอบข่ายเทคโนโลยีเอนไซม์มาร่วมบรรยายเพื่อใช้พัฒนาการเรียนการสอนให้นักศึกษาเห็นการนำเอาองค์ความรู้พัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (research-based instruction)
 | * แบบฝึกหัด สอบกลางภาค สอบปลายภาค ด้วยข้อสอบที่เน้นการวัดความรู้
* การประเมินผลงานที่นำเสนอในชั้นทั้งเนื้อหาและรูปแบบ
 |

**3. ทักษะทางปัญญา**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **ผลการเรียนรู้** | **วิธีการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 3.2 | สามารถสืบค้น ตีความ และประเมินข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาและพัฒนางานวิจัยอย่างสร้างสรรค์ | * มอบหมายงานให้นักศึกษาทำ และนำเสนอผลงานในชั้นพร้อมทั้งร่วมอภิปรายภายในห้อง
 | * แบบฝึกหัด สอบกลางภาค สอบปลายภาค โดยเน้นข้อสอบที่มีการวิเคราะห์และการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับจากวิชานี้
 |

**4.** ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **ผลการเรียนรู้** | **วิธีการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 4.1 | สามารถทำงานกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี | * จัดกลุ่มปฏิบัติการ โดยให้บริหารจัดการ แบ่งความรับผิดชอบในการเรียนปฏิบัติการภายในกลุ่มด้วยตนเอง
 | * สังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการกลุ่ม โดยมีอาจารย์ประจำกลุ่มปฏิบัติการประเมินและให้ข้อแนะนำนักศึกษา
 |

**5.** ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **ผลการเรียนรู้** | **วิธีการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 5.3 | สามารถใช้สารสนเทศและเทคโนโลยีสื่อสารอย่างเหมาะสม | * มอบหมายงานให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากแหล่งที่มาข้อมูลที่น่าเชื่อถือผ่านทาง Website ต่างๆ เช่น จาก www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed, www.scopus.com, www.sciencedirect.com เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบการอ้างอิงในการเขียนรายงาน
* มอบหมายให้นักศึกษานำเสนอผลการปฏิบัติการให้ผู้ฟังเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน ฝึกคิด วิเคราะห์และสามารถสรุปใจความสำคัญ
* นำเสนองานโดยอาศัยรูปแบบหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม
 | * รูปแบบการจัดทำรายงาน และการนำเสนอโดยอาศัยรูปแบบหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม
* การมีส่วนร่วมในการอภิปรายและวิธีการอภิปราย
 |

**หมวดที่ 4 แผนการสอนและการประเมินผล**

**1. แผนการสอน**

| **สัปดาห์ที่** | **หัวข้อ/รายละเอียด** | **จำนวนชั่วโมง** | **กิจกรรมการเรียนการสอน****และสื่อที่ใช้** | **ผู้สอน** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | **บรรยาย:**Introduction to genetic engineering: Step in DNA cloning- ภาพรวม ความเป็นมา และวิวัฒนาการของกระบวนการพันธุวิศวกรรม- ขั้นตอนในการทำโคลนดีเอ็นเอ**ปฏิบัติการ:**Reagent and material preparation- คำนวณ และเตรียมสารเคมี- เตรียมอุปกรณ์พลาสติกที่จำเป็น- วิธีการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อไอน้ำ (autoclave) | 23 | บรรยาย การซักถาม ตอบคำถามภายในห้อง คำนวณ และจัดเตรียมสารเคมี และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเรียนปฏิบัติการพันธุวิศวกรรม | ผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐ |
| 2 | **บรรยาย:**Isolation and characterization of nucleic acid- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสกัดแยกกรดนิวคลีอิก ได้แก่ DNA RNA- การสังเคราะห์ complementary DNA (cDNA) เบื้องต้น- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบคุณสมบัติของกรดนิวคลีอิก**ปฏิบัติการ:**Plasmid preparation- การเตรียมพลาสมิดด้วยวิธี conventional alkaline extraction- การเตรียมพลาสมิดด้วยวิธี commercial column-based plasmid separation | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้อง ปฏิบัติการสกัดพลาสมิดจากแบคทีเรียที่เตรียมไว้ | ผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐ |
| 33 (ต่อ) | **บรรยาย:**DNA vector- ชนิดและคุณสมบัติของดีเอ็นเอพาหะ- การใช้งานดีเอ็นเอพาหะ**ปฏิบัติการ:**Qualitative and quantitative determination of plasmid DNA- ตรวจสอบเชิงคุณภาพพลาสมิดที่สกัดได้ด้วยวิธี Agarose gel electrophoresis- ตรวจสอบเชิงปริมาณพลาสมิดที่สกัดได้ด้วยวิธี UV spectrophotometry | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้อง ทำการตรวจสอบพลาสมิดที่สกัดได้ด้วยวิธี Agarose gel electrophoresis และวิธี Spectrophotometry | ดร.ธิดารัตน์รัตนบุรีผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐ |
| 4 | **บรรยาย:**PCR and gene amplification for DNA cloning- หลักการเทคนิคการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนดีเอ็นเอในหลอดทดลอง (PCR)- การใช้เทคนิค PCR ในการโคลนยีน**ปฏิบัติการ:**Lab discussion 1 (step of plasmid preparation)- อภิปรายผลการสกัดพลาสมิด และวิจารณ์ร่วมกัน | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้อง รายงานสรุปกระบวนการสกัดและตรวจสอบพลาสมิด และทำแบบทดสอบเก็บคะแนน | ผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐ |
| 5 | **บรรยาย:**Enzyme in genetic engineering- ชนิดและการใช้งานเอนไซม์ตัดจำเพาะ- ชนิดและการใช้งานเอนไซม์ไลเกส- เอนไซม์อื่นๆ ในงานพันธุวิศวกรรม**ปฏิบัติการ:**Gene amplification for DNA cloning by PCR technique- คำนวณองค์ประกอบการทำ PCR- กระบวนการทำ PCR และการตรวจสอบ PCR product หลังการทำ PCR | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้อง คำนวณและเตรียม PCR reaction ทำการ operate เครื่อง PCR และทำการตรวจสอบ PCR product ด้วยวิธี Agarose gel electrophoresis | ผศ.ดร.สุรณัฐพงษ์หาญพจน์ผศ.ดร.ธเนศโสภณนิธิประเสริฐ |
| 6 | **บรรยาย:**cDNA synthesis and gene library construction- หลักการสร้าง cDNA ในรายละเอียด- การสร้างห้องสมุดยีน (gene library)- ความสำคัญและการประยุกต์ใช้ฐานข้อมูลห้องสมุดยีน**ปฏิบัติการ:**DNA elution from agarose gel- แยกส่วน PCR product ออกจากแผ่นเจล Agarose ภายหลังการทำ Gel electrophoresis  | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้อง กระบวนการแยกชิ้นส่วนดีเอ็นเอในแผ่นเจลออกด้วยชุดสกัดแยกดีเอ็นเอจากเจล | รศ.ดร.ปานันท์กาญจนภูมิรศ.ดร.ปานันท์กาญจนภูมิ |
| 7 | **บรรยาย:**มอบหมายงาน ค้นคว้าด้วยตัวเอง**ปฏิบัติการ:**Cutting end preparation for plasmid construction- ตัดชิ้นส่วนดีเอ็นเอ และพลาสมิดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ- เชื่อมต่อชิ้นส่วนดีเอ็นเอและพลาสมิดเข้ากันด้วนเอนไซม์ไลเกส  | 23 | มอบหมายงานให้ทำโดยอาจารย์ประจำกลุ่มคำนวณและเตรียม restriction enzyme reaction และ ligation enzyme reaction | คณาจารย์ผศ.ดร.สุรณัฐพงษ์หาญพจน์ |
| 8 | **บรรยาย:**Gene transfer techniques- รูปแบบการถ่ายโอนยีนเข้าสู่สิ่งมีชีวิตเจ้าบ้านแบบต่างๆ ได้แก่ ทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีวภาพ**ปฏิบัติการ:**Lab discussion 2 (step of recombinant plasmid construction)- อภิปรายผลการตัดและต่อชิ้นส่วนยีนเพื่อสร้างพลาสมิดลูกผสม (recombinant plasmid) และวิจารณ์ร่วมกัน | 23 | บรรยาย การซักถาม ตอบคำถามภายในห้อง รายงานสรุปกระบวนการสร้างพลาสมิดลูกผสมและทำแบบทดสอบเก็บคะแนน | ผศ.ดร.สุรณัฐพงษ์หาญพจน์ผศ.ดร.สุรณัฐพงษ์หาญพจน์ |
| 9 | **บรรยาย:**Screening and detection of the recombinant clones- การคัดเลือกโคลนที่มี recombinant plasmid ภายหลังกระบวนการ transformation ด้วยวิธีต่างๆ- การตรวจสอบการแสดงออกของโปรตีนจากกระบวนการพันธุวิศวกรรม**ปฏิบัติการ:**มอบหมายงาน ค้นคว้าด้วยตัวเอง | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้อง มอบหมายงานให้ทำโดยอาจารย์ประจำกลุ่ม | ดร.ธิดารัตน์รัตนบุรีคณาจารย์ |
| 10 | **บรรยาย:**Molecular mechanism of gene expression regulation- รูปแบบกลไกการควบคุมการแสดงออกของยีนในระดับโมเลกุลภายในเซลล์**ปฏิบัติการ:**Competent cell preparation- เตรียม competent cell จากเซลล์ *E. coli* สายพันธุ์ DH5 สำหรับกระบวนการ CaCl2 heat shock transformation | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้อง ทำการเตรียม competent cell ด้วย CaCl2 ตามวิธีมาตรฐาน | ดร.ฐิติพันธุ์มีมงคลเกียรติผศ.ดร.สุรณัฐพงษ์หาญพจน์ |
| 11 | **บรรยาย:**Mutagenesis- หลักการทำ mutagenesis เพื่อการปรับปรุงคุณสมบัติโปรตีนที่ผลิดจากกระบวนการพันธุวิศวกรรม**ปฏิบัติการ:**Constructed plasmid transformation- กระบวนการ Heat shock transformation | 23 | บรรยาย การซักถาม การตอบคำถามภายในห้องทำการถ่ายโอนพลาสมิดลูกผสมเข้าสู่ competent cell ที่เตรียมไว้ ด้วยวิธี Heat shock transformation | ดร.ธิดารัตน์รัตนบุรีผศ.ดร.สุรณัฐพงษ์หาญพจน์ |
| 12 | **บรรยาย:**DNA sequencing- หลักการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยวิธี Sanger method- ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในการหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบ Next generation sequencing (NGS)**ปฏิบัติการ:**Screening the recombinant clones- คัดเลือกโคลนด้วยวิธี blue-white colonies screening- คำนวณ % transformation efficiencyLab discussion 3 (step of transformation)- อภิปรายผลการถ่ายโอนยีนด้วยวิธี heat shock transformation และวิจารณ์ร่วมกัน | 23(2)(1) | บรรยาย การซักถาม ตอบคำถามภายในห้อง ทำการคัดเลือกโคลน ด้วยวิธี blue-white colonies screening และคำนวณ % transformation efficiencyรายงานสรุปกระบวนการ Heat shock transformationและทำแบบทดสอบเก็บคะแนน | ดร.ฐิติพันธุ์มีมงคลเกียรติดร.ธิดารัตน์รัตนบุรีดร.ธิดารัตน์รัตนบุรี |
| 13 | **บรรยาย:**DNA fingerprint- หลักการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ- การประยุกต์ใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ**ปฏิบัติการ:**Induction of gene expression, cell collection, protein lysate preparation- การชักนำให้เกิดการแสดงออกของยีนในโคลนที่คัดเลือก- การเก็บเซลล์และการเตรียมโปรตีนจากโคลนที่คัดเลือก  | 23 | บรรยาย การซักถาม ตอบคำถามภายในห้อง นำเซลล์ที่ผ่านการชักนำให้เกิดการแสดงออกแล้วมาทำการสกัดโปรตีนออกจากเซลล์  | รศ.ดร.ธเนศพงศ์ธีรัตน์ดร.ฐิติพันธุ์มีมงคลเกียรติ |
| 1414 (ต่อ) | **บรรยาย:**Self-Directed Learning:- ค้นคว้า สรุป และเตรียมนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคพันธุวิศวกรรม**ปฏิบัติการ:**Expressed protein detection- แยกโปรตีนจากกระบวนการพันธุวิศวกรรมด้วยวิธี SDS-PAGE- ตรวจสอบโปรตีนจากกระบวนการพันธุวิศวกรรมด้วยวิธี Western blot  | 23 | บรรยาย และซักถามจากอาจารย์กรรมการฟังการนำเสนอนำโปรตีนที่สกัดได้ มาทำการแยกด้วยวิธี SDS-PAGE และทดสอบด้วย Western blot | คณาจารย์ดร.ฐิติพันธุ์มีมงคลเกียรติ |
| 15 | **บรรยาย:**Molecular marker- การคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุล และการประยุกต์ใช้- เทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุล- ความก้าวหน้าและการศึกษาเครื่องหมายโมเลกุลในปัจจุบัน**ปฏิบัติการ:**Lab discussion 4 (step of transformant screening)- อภิปรายผลการคัดเลือกโคลนที่ได้รับพลาสมิดลูกผสม | 23 | บรรยาย การซักถาม ตอบคำถามภายในห้อง รายงานสรุปผลการคัดเลือก transformant และทำแบบทดสอบเก็บคะแนน | ดร.ธิดารัตน์รัตนบุรีดร.ฐิติพันธุ์มีมงคลเกียรติ |
|  **รวม ภาคบรรยาย ภาคปฏิบัติการ** | 3045 |

**2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้**

| **ผลการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** | **สัปดาห์ที่ประเมิน** | **สัดส่วนของการประเมินผล** |
| --- | --- | --- | --- |
| 2.23.2 | สอบภาคทฤษฎี (paper-based exam)- ครั้งที่ 1- ครั้งที่ 2สอบภาคปฏิบัติ (paper-based exam)- ครั้งที่ 1- ครั้งที่ 2อภิปรายผลปฏิบัติการและทำแบบทดสอบ |  6157154,8,12,15 | 27 %31.5 %8 %12 %9 % |
| 2.23.25.3 | ค้นคว้า การนำเสนองานตามที่รับมอบหมาย | **15** |  **3.5 %** |
| 1.44.1 | การเข้าชั้นเรียนบรรยายการเข้าชั้นเรียนปฏิบัติการการส่งสมุดบันทึกผลปฏิบัติการ | **ตลอดภาคการศึกษา****ตลอดภาคการศึกษา****ตลอดภาคการศึกษา** |  3 % 3 % 3 % |

##### หมวดที่ 5 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

**1. ตำราและเอกสารหลัก**

- เอกสารประกอบการสอนวิชาพันธุวิศวกรรม โดยคณาจารย์ผู้สอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

- สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล (2545). พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร

- Brown TA. Gene cloning and DNA analysis : An introduction. 6th ed. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.; 2010.

- Ferrier DR. Lippincott's illustrated reviews: biochemistry. 7th ed. Maryland: Lippincott Williams & Wilkins; 2014.

- Liu, D. Handbook of Molecular Biotechnology. Routledge; 2024.

**2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ**

ไม่มี

**3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ**

งานวิจัยตีพิมพ์เผยแพร่ในฐานข้อมูล PubMed, Scopus และ Sciencedirect

##### หมวดที่ 6 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

**1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา**

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลในรายวิชานี้ ที่ประเมินโดยนักศึกษา ได้จัดกิจกรรมในการนำแนวคิดและความเห็นจากนักศึกษา ได้ดังนี้

- จากการสนทนากลุ่มระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

- สังเกตการณ์จากพฤติกรรมของผู้เรียน

- แบบประเมินการสอนอาจารย์โดยนักศึกษา

- ข้อเสนอแนะผ่าน LINE ของรายวิชา

**2. กลยุทธ์การประเมินการสอน**

- สังเกตการณ์จากการสอนของผู้ร่วมทีมการสอน

 - ผลการสอบของนักศึกษา

 - การทวนสอบผลประเมินการเรียนรู้

**3. การปรับปรุงการสอน**

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 ถ้ามีการปรับปรุงการสอน สามารถทำโดยการจัดกิจกรรมในการระดมสมอง และหาข้อมูลเพิ่มเติมในการปรับปรุงการสอน ดังนี้

- สัมมนาเทคนิคการจัดการเรียนการสอน

**4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา**

 □ สัมภาษณ์นักศึกษา

 □ การสังเกตพฤติกรรมนักศึกษา

 ■ การตรวจสอบการให้คะแนนและประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา:

 การทวนสอบการให้คะแนนจากการสุ่มตรวจผลงานของนักศึกษาโดยอาจารย์ร่วมสอนท่านอื่น หรืออาจารย์ในภาควิชาที่ไม่ใช่อาจารย์ร่วมสอน

 ■ การประเมินความรู้รวบยอดโดยการทดสอบ:

 มีคณะกรรมการพิจารณาข้อสอบและผลสอบของภาควิชา ตรวจสอบผลการประเมินการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยตรวจสอบข้อสอบ วิธีการให้คะแนนสอบ และการตัดเกรด

 □ รายงานผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในแต่ละด้าน

 □ แบบสำรวจ/แบบสอบถาม

 □ อื่นๆ ระบุ:

**5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา**

จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอน และรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดคุณภาพมากขึ้น ดังนี้

- ปรับปรุงรายวิชาทุก 3 ปี หรือตามข้อเสนอแนะและผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ 4

- ปรับเปลี่ยนหัวข้อบรรยายพิเศษ เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองที่แตกต่างในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชานี้อย่างทันสมัย รวมถึงการประยุกต์นำเอาแนวคิดจากผลงานวิจัยของอาจารย์มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน