



หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ  
(หลักสูตรนานาชาติ)  
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2567)  
(หลักสูตรตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร พ.ศ. 2565)

คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### หมวดที่ 3 โครงสร้างของหลักสูตร รายวิชาและหน่วยกิต

#### 1. จำนวนหน่วยกิต ระยะเวลาการศึกษาและโครงสร้างหลักสูตร

1.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 125 หน่วยกิต

1.2 ระยะเวลาการศึกษาตามแผนการศึกษา รวมจำนวน 8 ภาคการศึกษา

โดยนิสิตต้องศึกษาไม่น้อยกว่า 8 ภาคการศึกษาและไม่เกิน 16 ภาคการศึกษา (ถ้ามี)

#### 1.3 โครงสร้างหลักสูตร

1) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 24 หน่วยกิต

1.1 กลุ่มวิชาศึกษาทั่วไป 12 หน่วยกิต

1.2 กลุ่มวิชาภาษา 12 หน่วยกิต

2) หมวดวิชาเฉพาะ 92 หน่วยกิต

กลุ่มวิชา	แบบปกติ	แบบสหกิจศึกษา
2.1 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์	32	37
2.2 กลุ่มวิชาบังคับสาขา	34	34
2.3 กลุ่มวิชาเลือกสาขา		
2.3.1 กลุ่มวิชาบังคับเลือก	9	9
2.3.2 กลุ่มวิชาเลือก	17	12
<b>รวม</b>	<b>92</b>	<b>92</b>

3) หมวดวิชาเลือกเสรี 9 หน่วยกิต

#### 2. รายวิชาและหน่วยกิต (คำอธิบายรายวิชาอยู่ในภาคผนวก ง)

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ (หลักสูตรนานาชาติ) ประกอบด้วยรายวิชาดังต่อไปนี้

2.1 หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 24 หน่วยกิต

2.1.1 กลุ่มวิชาศึกษาทั่วไป 12 หน่วยกิต

2.1.2 กลุ่มวิชาภาษา 12 หน่วยกิต

5503111 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 1 3 (3-0-6)

ENGLISH COMMUNICATION FOR SCIENCE I

5503122 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 2 3 (3-0-6)

ENGLISH COMMUNICATION FOR SCIENCE II

5503213 ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3 (3-0-6)

COMMUNICATION AND PRESENTATION SKILLS FOR SCIENCE

รายวิชาภาษาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาษาอังกฤษหรือภาษาประจำชาติของนิสิต 3 หน่วยกิต

<b>2.2</b>	<b>หมวดวิชาเฉพาะ</b>	<b>92 หน่วยกิต</b>
<b>2.2.1</b>	<b>กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์</b>	
2.2.1.1	แบบปกติ	32 หน่วยกิต
2300399	การเสนอโครงการ PROJECT PROPOSAL	1 (1-0-2)
2300490	สัมมนา SEMINAR	1 (1-0-2)
2300499	โครงการวิทยาศาสตร์ SENIOR PROJECT	2 (0-6-0)
2301107	แคลคูลัส 1 CALCULUS I	3 (3-0-6)
2301108	แคลคูลัส 2 CALCULUS II	3 (3-0-6)
2301286	ความน่าจะเป็นและสถิติ PROBABILITY AND STATISTICS	3 (3-0-6)
2302101	เคมีทั่วไป 1 GENERAL CHEMISTRY I	3 (3-0-6)
2302102	เคมีทั่วไป 2 GENERAL CHEMISTRY II	3 (3-0-6)
2302103	ปฏิบัติการเคมีทั่วไป GENERAL CHEMISTRY LABORATORY	1 (0-3-0)
2303101	ชีววิทยาทั่วไป 1 GENERAL BIOLOGY I	3 (3-0-6)
2303102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 GENERAL BIOLOGY LABORATORY I	1 (0-3-0)
2304152*	ฟิสิกส์สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพประยุกต์ PHYSICS FOR APPLIED BIOLOGICAL SCIENCE	3 (3-0-6)
2304197	ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับนักชีววิทยา PHYSICS LABORATORY FOR BIOLOGISTS	1 (0-3-0)
2305101	ชีววิทยาทั่วไป 2 GENERAL BIOLOGY II	3 (3-0-6)
2305102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2 GENERAL BIOLOGY LABORATORY II	1 (0-3-0)

	2.2.1.2 แบบสหกิจศึกษา	37 หน่วยกิต
2300398	การเตรียมความพร้อมสำหรับสหกิจศึกษา PREPARATION FOR CO-OPERATIVE EDUCATION	1 (0-2-1)
2300399	การเสนอโครงการ PROJECT PROPOSAL	1 (1-0-2)
2300490	สัมมนา SEMINAR	1 (1-0-2)
2300498	สหกิจศึกษา COOPERATIVE EDUCATION	6 (0-18-0)
2301107	แคลคูลัส 1 CALCULUS I	3 (3-0-6)
2301108	แคลคูลัส 2 CALCULUS II	3 (3-0-6)
2301286	ความน่าจะเป็นและสถิติ PROBABILITY AND STATISTICS	3 (3-0-6)
2302101	เคมีทั่วไป 1 GENERAL CHEMISTRY I	3 (3-0-6)
2302102	เคมีทั่วไป 2 GENERAL CHEMISTRY II	3 (3-0-6)
2302103	ปฏิบัติการเคมีทั่วไป GENERAL CHEMISTRY LABORATORY	1 (0-3-0)
2303101	ชีววิทยาทั่วไป 1 GENERAL BIOLOGY I	3 (3-0-6)
2303102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 GENERAL BIOLOGY LABORATORY I	1 (0-3-0)
2304152*	ฟิสิกส์สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพประยุกต์ PHYSICS FOR APPLIED BIOLOGICAL SCIENCE	3 (3-0-6)
2304197	ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับนักชีววิทยา PHYSICS LABORATORY FOR BIOLOGISTS	1 (0-3-0)
2305101	ชีววิทยาทั่วไป 2 GENERAL BIOLOGY II	3 (3-0-6)
2305102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2 GENERAL BIOLOGY LABORATORY II	1 (0-3-0)

<b>2.2.2</b>	<b>กลุ่มวิชาบังคับสาขา</b>	<b>34</b>	<b>หน่วยกิต</b>
	แบบปกติและแบบสหกิจศึกษา		
2300251	หลักการและประเด็นในเทคโนโลยีชีวภาพ CONCEPTS AND ISSUES IN BIOTECHNOLOGY	3	(3-0-6)
2300252	หลักการทางวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ PRINCIPLE OF BIOLOGICAL PROCESS ENGINEERING	3	(3-0-6)
2300253	จริยธรรมทางงานวิทยาศาสตร์ SCIENCE ETHICS	1	(1-0-2)
2300351	การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์โดยเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ BIOTECHNOLOGICAL FRONTIER IN PLANT AND ANIMAL BREEDING	3	(3-0-6)
2300361	เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลเบื้องต้น INTRODUCTION TO MOLECULAR BIOTECHNOLOGY	3	(3-0-6)
2300401	โครงการวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการ INTERGRATIVE SCIENCE PROJECT	3	(0-9-0)
2300492	การฝึกงาน TRAINING	0	
2301170	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม COMPUTER AND PROGRAMMING	3	(3-0-6)
2301172	ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และการโปรแกรม COMPUTER AND PROGRAMMING LABORATORY	1	(0-2-1)
2302219	เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติ ORGANIC CHEMISTRY LABORATORY	1	(0-3-0)
2302270	เคมีอินทรีย์ ORGANIC CHEMISTRY	3	(3-0-6)
2305263*	พันธุศาสตร์ทั่วไปสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ GENERAL GENETICS FOR BIOTECHNOLOGY	3	(2-3-4)
2310310	ชีวเคมีทั่วไป GENERAL BIOCHEMISTRY	3	(3-0-6)
2310360	ปฏิบัติการชีวเคมีทั่วไป GENERAL BIOCHEMISTRY LABORATORY	1	(0-3-0)
2312302	จุลชีววิทยาทั่วไป GENERAL MICROBIOLOGY	3	(2-3-4)

## 2.2.3 กลุ่มวิชาเลือกสาขา

### 2.2.3.1 กลุ่มวิชาบังคับเลือก

9 หน่วยกิต

แบบปกติและแบบสหกิจศึกษา

2300261	การบริหารจัดการในโรงงานอุตสาหกรรม INDUSTRIAL ADMINISTRATION AND MANAGEMENT	1 (1-0-2)
2300362	การวิเคราะห์ลำดับทางชีวภาพ BIOLOGICAL SEQUENCE ANALYSIS	3 (2-2-5)
2300363	แนวโน้มในเทคโนโลยีชีวภาพ TREND IN BIOTECHNOLOGY	2 (2-0-4)
2300500	ความเป็นผู้ประกอบการทางเทคโนโลยี TECHNOPRENEURSHIP	3 (3-0-6)
2314335	กระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพทางอาหาร 1 PROCESSING IN FOOD BIOTECHNOLOGY I	3 (3-0-6)
2314336	กระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพทางอาหาร 2 PROCESSING IN FOOD BIOTECHNOLOGY II	3 (3-0-6)
2314339	ปฏิบัติการกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพทางอาหาร PROCESSING IN FOOD BIOTECHNOLOGY LABORATORY	1 (0-3-0)
2602313	การจัดการและองค์การ MANAGEMENT AND ORGANIZATION	3 (3-0-6)
2605311	หลักการตลาด PRINCIPLE OF MARKETING	3 (3-0-6)

### 2.2.3.2 กลุ่มวิชาเลือก

แบบปกติ

17 หน่วยกิต

แบบสหกิจศึกษา

12 หน่วยกิต

2300301	ทักษะคอมพิวเตอร์ทางชีวสารสนเทศศาสตร์ COMPUTER SKILLS IN BIOINFORMATICS	3 (2-3-4)
2300364	เทคโนโลยีชีวภาพสะอาด CLEAN BIOTECHNOLOGY	3 (3-0-6)
2300365*	การสื่อสารทางเทคโนโลยีชีวภาพ COMMUNICATION IN BIOTECHNOLOGY	3 (3-0-6)
2300366*	เทคโนโลยีชีวภาพแบบยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ SUSTAINABLE BIOTECHNOLOGY AND CLIMATE CHANGE	3 (3-0-6)

2303455	ชีววิทยาของโรค BIOLOGY OF DISEASE	3 (3-0-6)
2303425	เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ชั้นแนวหน้า FRONTIERS IN ANIMAL BIOTECHNOLOGY	3 (3-0-6)
2303435	ชีววิทยาฟื้นฟูสภาวะเสื่อม REGENERATIVE BIOLOGY	3 (2-3-4)
2305354	การผลิตพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ HYDROPONICS	2 (2-0-4)
2305355	ปฏิบัติการการผลิตพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ HYDROPONICS FOR CROP PRODUCTION LABORATORY	1 (0-3-0)
2305451	การเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช PLANT TISSUE CULTURE	2 (2-0-4)
2305452	ปฏิบัติการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช PLANT TISSUE CULTURE LABORATORY	1 (0-3-0)
2305453	การผลิตไม้ประดับเพื่อการค้า COMMERCIAL ORNAMENTAL PLANT PRODUCTION	3 (2-3-4)
2305481	เทคโนโลยีชีวภาพของพืช PLANT BIOTECHNOLOGY	2 (2-0-4)
2305486	การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ ECONOMIC MUSHROOM CULTIVATION	3 (2-3-4)
2308351	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 1 ENVIRONMENTAL SCIENCE I	3 (3-0-6)
2308419	หลักการเสื่อมสลายทางชีวภาพและการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมโดยชีววิธี PRINCIPLES OF BIODEGRADATION AND BIOREMEDIATION	3 (3-0-6)
2308439	พอลิเมอร์ชีวภาพในสิ่งแวดล้อม BIOPOLYMER IN ENVIRONMENT	3 (3-0-6)
2309417	หลักวาริชกรรมการเพาะเลี้ยง PRINCIPLES OF AQUACULTURE	3 (3-0-6)
2309519	โภชนาการของปลาและสัตว์น้ำมีเปลือกหรือกระดอง FISH AND SHELLFISH NUTRITION	3 (2-3-7)

2309522	การเพาะและการเลี้ยงตัวอ่อนสัตว์น้ำเศรษฐกิจ BREEDING AND LARVICULTURE OF ECONOMIC AQUATIC ANIMALS	3 (2-3-7)
2310451	การวิเคราะห์จีโนมสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ GENOMIC ANALYSIS FOR BIOTECHNOLOGY	3 (2-2-5)
2310454	พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น INTRODUCTION TO GENETIC ENGINEERING	1 (1-0-2)
2310506	ชีวสารสนเทศ 1 BIOINFORMATICS I	3 (2-2-8)
2310555	ปฏิบัติการพันธุวิศวกรรม GENETIC ENGINEERING LABORATORY	2 (0-6-2)
2312515	เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์และอุตสาหกรรมจุลินทรีย์นิทัศน์ MICROBIAL BIOTECHNOLOGY AND MICROBIAL INDUSTRY VISIT	3 (2-3-7)
2312516	เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์สมัยใหม่และไมโครไบโอม MODERN MICROBIAL BIOTECHNOLOGY AND MICROBIOME	3 (3-0-9)
2312517	เทคโนโลยีชีวภาพจุลชีววิทยาทางการแพทย์ MEDICAL MICROBIAL BIOTECHNOLOGY	3 (3-0-6)
2312589	เทคโนโลยีทางภูมิคุ้มกันวิทยา IMMUNOTECHNOLOGY	2 (1-3-4)
2314375	เคมีชีวภาพสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ BIOLOGICAL CHEMISTRY FOR BIOTECHNOLOGY	3 (3-0-6)
2314572	การออกแบบผลิตภัณฑ์อาหาร FOOD PRODUCT DESIGN	2 (2-0-6)
2314573	จุลชีววิทยาทางอาหารประยุกต์ APPLIED FOOD MICROBIOLOGY	3 (3-0-9)

หรือรายวิชาอื่น ๆ ที่เปิดสอนในกลุ่มวิชาบังคับเลือก หรือรายวิชาอื่น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากหลักสูตร โดยเลือกจากวิชาที่เปิดสอนในคณะวิทยาศาสตร์ และคณะอื่น ๆ ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 2.3 หมวดวิชาเลือกเสรี

9 หน่วยกิต

เลือกจากรายวิชาที่เปิดสอนเป็นภาษาอังกฤษของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3. แผนการศึกษา

#### 3.1 แผน 1 แบบปกติ

<b>ปีที่ 1 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2301107	แคลคูลัส 1	3 (3-0-6)
2302101	เคมีทั่วไป 1	3 (3-0-6)
2302103	ปฏิบัติการเคมีทั่วไป	1 (0-3-0)
2303101	ชีววิทยาทั่วไป 1	3 (3-0-6)
2303102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1	1 (0-3-0)
5503111	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 1	3 (3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
<b>รวม</b>		<b>17</b>
<b>ปีที่ 1 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2301108	แคลคูลัส 2	3 (3-0-6)
2302102	เคมีทั่วไป 2	3 (3-0-6)
2304152*	ฟิสิกส์สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพประยุกต์	3 (3-0-6)
2304197	ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับนักชีววิทยา	1 (0-3-0)
2305101	ชีววิทยาทั่วไป 2	3 (3-0-6)
2305102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2	1 (0-3-0)
5503122	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 2	3 (3-0-6)
<b>รวม</b>		<b>17</b>
<b>ปีที่ 2 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2301170	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	3 (3-0-6)
2301172	ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	1 (0-2-1)
2301286	ความน่าจะเป็นและสถิติ	3 (3-0-6)
2300251	หลักการและประเด็นในเทคโนโลยีชีวภาพ	3 (3-0-6)
2305263*	พันธุศาสตร์ทั่วไปสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ	3 (2-3-4)
5503213	ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์	3 (3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
<b>รวม</b>		<b>19</b>

<b>ปีที่ 2 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2302219	เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติ	1 (0-3-0)
2302270	เคมีอินทรีย์	3 (3-0-6)
2300252	หลักการทางวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ	3 (3-0-6)
2300253	จริยธรรมทางงานวิทยาศาสตร์	1 (1-0-2)
2300361	เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลเบื้องต้น	3 (3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
	วิชาภาษาต่างประเทศ	3
	<b>รวม</b>	<b>17</b>

<b>ปีที่ 3 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2310310	ชีวเคมีทั่วไป	3 (3-0-6)
2310360	ปฏิบัติการชีวเคมีทั่วไป	1 (0-3-0)
2312302	จุลชีววิทยาทั่วไป	3 (2-3-4)
2300351	การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์โดยเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่	3 (3-0-6)
	วิชาบังคับเลือก	3-5
	วิชาเลือก	2-4
	<b>รวม</b>	<b>15-19</b>

<b>ปีที่ 3 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2300399	การเสนอโครงการ	1 (1-0-2)
	วิชาบังคับเลือก	4-6
	วิชาเลือก	7-9
	วิชาเลือกเสรี	3
	<b>รวม</b>	<b>15-19</b>

<b>ปีที่ 4 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2300401	โครงการวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการ	3 (0-9-0)
2300490	สัมมนา	1 (1-0-2)
2300492	การฝึกงาน	0
	วิชาเลือก	6
	วิชาเลือกเสรี	3
	<b>รวม</b>	<b>13</b>

<b>ปีที่ 4 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2300499	โครงการวิทยาศาสตร์	2 (0-6-0)
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
	วิชาเลือกเสรี	3
	<b>รวม</b>	<b>8</b>
	<b>รวมตลอดหลักสูตร</b>	<b>125</b>

### 3.2 แผน 1 แบบสหกิจศึกษา

<b>ปีที่ 1 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2301107	แคลคูลัส 1	3 (3-0-6)
2302101	เคมีทั่วไป 1	3 (3-0-6)
2302103	ปฏิบัติการเคมีทั่วไป	1 (0-3-0)
2303101	ชีววิทยาทั่วไป 1	3 (3-0-6)
2303102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1	1 (0-3-0)
5503111	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 1	3 (3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
	<b>รวม</b>	<b>17</b>

<b>ปีที่ 1 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2301108	แคลคูลัส 2	3 (3-0-6)
2302102	เคมีทั่วไป 2	3 (3-0-6)
2304152*	ฟิสิกส์สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพประยุกต์	3 (3-0-6)
2304197	ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับนักชีววิทยา	1 (0-3-0)
2305101	ชีววิทยาทั่วไป 2	3 (3-0-6)
2305102	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2	1 (0-3-0)
5503122	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 2	3 (3-0-6)
	<b>รวม</b>	<b>17</b>

<b>ปีที่ 2 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2301170	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	3 (3-0-6)
2301172	ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	1 (0-2-1)
2301286	ความน่าจะเป็นและสถิติ	3 (3-0-6)
2300251	หลักการและประเด็นในเทคโนโลยีชีวภาพ	3 (3-0-6)
2305263*	พันธุศาสตร์ทั่วไปสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ	3 (2-3-4)
5503213	ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์	3 (3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
	<b>รวม</b>	<b>19</b>
<b>ปีที่ 2 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2302219	เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติ	1 (0-3-0)
2302270	เคมีอินทรีย์	3 (3-0-6)
2300252	หลักการทางวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ	3 (3-0-6)
2300253	จริยธรรมทางงานวิทยาศาสตร์	1 (1-0-2)
2300361	เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลเบื้องต้น	3 (3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
	วิชาภาษาต่างประเทศ	3
	<b>รวม</b>	<b>17</b>
<b>ปีที่ 3 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2310310	ชีวเคมีทั่วไป	3 (3-0-6)
2310360	ปฏิบัติการชีวเคมีทั่วไป	1 (0-3-0)
2312302	จุลชีววิทยาทั่วไป	3 (2-3-4)
2300351	การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์โดยเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่	3 (3-0-6)
	วิชาบังคับเลือก	3-5
	วิชาเลือก	2-4
	<b>รวม</b>	<b>15-19</b>

<b>ปีที่ 3 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2300399	การเสนอโครงการ	1 (1-0-2)
	วิชาบังคับเลือก	4-6
	วิชาเลือก	3-5
	วิชาศึกษาทั่วไป	3
	วิชาเลือกเสรี	6
<b>รวม</b>		<b>17-21</b>
<b>ปีที่ 4 ภาคการศึกษาต้น</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2300398	การเตรียมความพร้อมสำหรับสหกิจศึกษา	1 (0-2-1)
2300401	โครงการวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการ	3 (0-9-0)
2300490	สัมมนา	1 (1-0-2)
2300492	การฝึกงาน	0
	วิชาเลือก	5
	วิชาเลือกเสรี	3
<b>รวม</b>		<b>13</b>
<b>ปีที่ 4 ภาคการศึกษาปลาย</b>		<b>หน่วยกิต</b>
2300498	สหกิจศึกษา	6 (0-18-0)
<b>รวม</b>		<b>6</b>
<b>รวมตลอดหลักสูตร</b>		<b>125</b>

#### 4. การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชา และ/หรือการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย (ถ้ามี)

- นิสิตสามารถเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชา ประสบการณ์การเรียนรู้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อบังคับ ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้องตามที่มหาวิทยาลัยและหรือส่วนงานกำหนด

#### 5. การยกเว้นรายวิชา (ถ้ามี)

- นิสิตอาจขอยกเว้นรายวิชาได้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อบังคับ ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้องตามที่มหาวิทยาลัยและหรือส่วนงานกำหนด

**ภาคผนวก ง**

**คำอธิบายรายวิชา**

### คำอธิบายรายวิชา

- 2300251      **หลักการและประเด็นในเทคโนโลยีชีวภาพ**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 หลักการและวิธีการพื้นฐานในงานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่นำไปสู่การประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช เทคโนโลยีชีวภาพด้านสัตว์ เทคโนโลยีชีวภาพด้านจุลินทรีย์ เทคโนโลยีชีวภาพสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรม ชีวสารสนเทศศาสตร์ ทรัพย์สินทางปัญญา และหัวข้อปัจจุบันอื่น ๆ
- CONCEPTS AND ISSUES IN BIOTECHNOLOGY**
- CONDITION : -**  
 Concept and basic approaches to biotechnology research and development that leads to applications in various areas including plant biotechnology, animal biotechnology, microbial biotechnology, environmental biotechnology, biotechnology in industry, bioinformatics, intellectual property and other current topics.
- 2300252      **หลักการทางวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 หน่วยและมิติ สถานะและสมบัติของสสาร การถ่ายโอนมวลสารและพลังงาน สมดุลมวลสาร สมดุลพลังงานและการคำนวณสมดุลมวลสารควบคู่ไปกับสมดุลพลังงาน การประยุกต์เทอร์โมไดนามิกส์ในกระบวนการต่าง ๆ การประยุกต์จลนพลศาสตร์ในการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ และหลักการของปฏิบัติการเฉพาะหน่วยต่าง ๆ
- PRINCIPLE OF BIOLOGICAL PROCESS ENGINEERING**
- CONDITION : -**  
 Unit and dimensions; state and properties of matters; material and energy transfer; material and energy balances and combined mass and energy balance; thermodynamics applications in various processes; kinetics applications in reactor design; principle of unit operations.

- 2300253      **จริยธรรมทางงานวิทยาศาสตร์**      1 (1-0-2)  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในจุลินทรีย์ สัตว์ทดลองและในคน  
 จริยธรรมการวิจัยในสัตว์ทดลองและในคน โจรกรรมทางวรรณกรรม การละเมิด  
 ทรัพย์สินทางปัญญา สิทธิบัตร การสร้างข้อมูลที่ไม่เป็นจริง  
**SCIENCE ETHICS**  
**CONDITION : -**  
 Laws and regulation on research using microbes, animals and humans;  
 ethics in animal and human research; plagiarism; intellectual property  
 infringement; patent; fabricating data.
- 2300261      **การบริหารจัดการในโรงงานอุตสาหกรรม**      1 (1-0-2)  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 การดำเนินการผลิตเบื้องต้น การจัดการการผลิต การบริหารเชิงวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี  
 การจูงใจ และสภาวะผู้นำ หลักการออกแบบและการควบคุมการผลิต  
**INDUSTRIAL ADMINISTRATION AND MANAGEMENT**  
**CONDITION : -**  
 Introduction to manufacturing operation; manufacturing management;  
 scientific management; theory of motivation and leadership; principles  
 of manufacturing design and control.
- 2300301      **ทักษะคอมพิวเตอร์ทางชีวสารสนเทศศาสตร์**      3 (2-3-4)  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 โครงสร้างข้อมูล ไฟล์รับเข้าและส่งออก ข้อคำสั่งแบบลำดับ ข้อคำสั่งแบบเลือกทาง  
 เดี่ยว การวนซ้ำ การดำเนินการเชิงเลขคณิต บทคำสั่งเปลือกกระบบ คำสั่งพื้นฐานใน  
 ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ สำหรับงานทางด้านชีวสารสนเทศศาสตร์  
**COMPUTER SKILLS IN BIOINFORMATICS**  
**CONDITION : -**  
 Data structures; file input and output; sequential statements; if  
 statements; loop; arithmetic operations; shell scripts; basic Linux  
 operating system commands for bioinformatics work.

- 2300351      **การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์โดยเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่**      3 (3-0-6)  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2305261 หรือโดยได้รับความเห็นชอบ  
 จากคณะ  
 ระบบการสืบพันธุ์ในพืชปลูก วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชแบบดั้งเดิม การปรับปรุงพันธุ์  
 พืชด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การเก็บรักษาแหล่งพันธุกรรมพืชและสัตว์ การออก  
 ภาศนามในการปรับปรุงพันธุ์พืช หลักการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ระบบการสืบพันธุ์ใน  
 ปศุสัตว์ การปรับปรุงพันธุ์ปศุสัตว์ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การออกภาศนามในการ  
 ปรับปรุงพันธุ์สัตว์  
**BIOTECHNOLOGICAL FRONTIER IN PLANT AND ANIMAL BREEDING**  
**CONDITION :** PRER 2305261 or Consent of Faculty  
 Reproduction in crop plants; traditional plant breeding methods;  
 modern technology for plant breeding; plant and animal genetic  
 resources preservation; field trip in plant breeding; principle in animal  
 breeding; reproduction in livestock animals; modern breeding  
 technology of livestock animals; field trip in animal breeding.
- 2300361      **เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลเบื้องต้น**      3 (3-0-6)  
**เงื่อนไขรายวิชา :** -  
 บทนำและประวัติของเทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุล ทบทวนการควบคุมการ  
 แสดงออกของยีนในโพรคาริโอตและยูคาริโอต หลักการและเทคนิคในเทคโนโลยีดี  
 เอ็นเอลูกผสม การสร้างโปรตีนลูกผสมในโพรคาริโอตและยูคาริโอต การกลาย  
 วิสกรรมโปรตีน และวิวัฒนาการระบุทิศทาง การประยุกต์เทคโนโลยีระดับโมเลกุล  
 ในด้านต่าง ๆ  
**INTRODUCTION TO MOLECULAR BIOTECHNOLOGY**  
**CONDITION :** -  
 Introduction to and history of molecular biotechnology; reviews on  
 regulation of gene expression in prokaryotes and eukaryotes; principles  
 and techniques in recombinant DNA technology; production of  
 recombinant protein in prokaryotes and eukaryotes; mutagenesis,  
 protein engineering and directed evolution; various applications of  
 molecular biotechnology.

- 2300362      **การวิเคราะห์ลำดับทางชีวภาพ**      3 (2-2-5)  
**เงื่อนไขรายวิชา :** –  
 วิธีการและขั้นตอนวิธีในการเทียบลำดับเบส ได้แก่ การเทียบคู่ลำดับ การสืบค้นฐานข้อมูลจากความคล้าย การเทียบหลายลำดับ โปรไฟล์และตัวแบบมาร์คอฟซ่อน การหายีนและการวิเคราะห์ลำดับโปรตีน การประมวลผลข้อมูลที่ได้จากเครื่องหาลำดับเบสดีเอ็นเอ ซึ่งรวมถึงการประกอบข้อมูลดิบเป็นลำดับต่อเนื่อง การหาบริเวณแปลรหัส และการแปลรหัสเป็นลำดับกรดอะมิโน เครื่องมือในการวิเคราะห์ลำดับเพื่อประยุกต์ในเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ซึ่งรวมถึงการสร้างแผนที่เรสทริกชัน การออกแบบไพรเมอร์ การโคลนดีเอ็นเอ และการทำให้เกิดการกลาย การวิเคราะห์ลำดับของดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และกรดอะมิโนโดยใช้เครื่องมือบนเว็บที่เปิดให้สาธารณะเข้าใช้งานได้
- BIOLOGICAL SEQUENCE ANALYSIS**  
**CONDITION :** –  
 Methods and algorithms for sequence alignment: pairwise sequence alignment, database similarity searching, multiple sequence alignment; profiles and Hidden Markov Models; gene finding and protein sequence analysis; processing of data obtained from DNA sequencers including assembly of raw data into a contiguous sequence, finding open reading frames and translating into amino acid sequences; sequence analysis tools used in recombinant DNA technology including restriction mapping, primer design, DNA cloning and mutagenesis; DNA, RNA and amino acid sequence analysis using publicly available web based tools.
- 2300363      **แนวโน้มในเทคโนโลยีชีวภาพ**      2 (2-0-4)  
**เงื่อนไขรายวิชา :** –  
 ความก้าวหน้าในปัจจุบันของงานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และการประยุกต์ในด้านต่าง ๆ รวมถึงผลกระทบของการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

**TREND IN BIOTECHNOLOGY****CONDITION : –**

Current progress of research and development in biotechnology their applications in various fields as well as impacts of biotechnological development.

2300364

**เทคโนโลยีชีวภาพสะอาด****3 (3-0-6)****เงื่อนไขรายวิชา : –**

การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อผลิตจุลินทรีย์ พืช สัตว์ และองค์ประกอบ รวมทั้งแปลงสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วยวิธีการและกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การพัฒนาสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมที่มีคุณลักษณะตามต้องการหรือที่รอดชีวิตในภาวะแวดล้อมบางอย่าง เช่น จุลินทรีย์ที่ใช้บำบัดสารมลพิษ พืชที่สร้างสารกำจัดศัตรูพืชเพื่อลดความจำเป็นในการให้สารเคมีจากภายนอก หรือเทคโนโลยีชีวภาพที่แปลงสิ่งมีชีวิตเพื่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ชีวพลังงาน เส้นใยชีวภาพ วัสดุชีวภาพ และเคมีชีวภาพ เช่น เชื้อเพลิงจากสาหร่ายทะเล สารเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากสาหร่ายทะเล เคมีฐานเซลลูโลส

**CLEAN BIOTECHNOLOGY****CONDITION : –**

Use of biotechnology to produce microorganisms, plants, animals and their components; and to transform them into new products with environmentally-friendly solutions and production processes. Examples include development of genetically-modified organisms that survive under certain environmental conditions e.g. microorganisms used to clean up pollutants, plants that express a pesticide, which eliminate the need for external application of chemicals; or biotechnology that transforms organisms for production of biofuels, bioenergy, biofibers, biomaterials; and biochemicals e.g. fuel from marine algae, agricultural growth enhancers extracted from seaweed, and cellulose-based chemicals.

- 2300365\*      **การสื่อสารทางเทคโนโลยีชีวภาพ**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 การนำเสนอผลงานทางวิชาการ การเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ การพูดวิทยาศาสตร์  
 ในที่สาธารณะ การถ่ายภาพและวิดีโอสำหรับงานวิทยาศาสตร์ การเขียนบทความ  
 ทางวิทยาศาสตร์เพื่อบุคคลทั่วไป  
**COMMUNICATION IN BIOTECHNOLOGY**  
**CONDITION : -**  
 Academic presentation; science storytelling; science public speaking;  
 photography and videography for scientific work; science writing for  
 public.
- 2300366\*      **เทคโนโลยีชีวภาพแบบยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2303101**  
 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบต่อระบบนิเวศและสังคม  
 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและความยั่งยืน ศักยภาพของเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการ  
 ใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน การลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วย  
 เทคโนโลยีชีวภาพ  
**SUSTAINABLE BIOTECHNOLOGY AND CLIMATE CHANGE**  
**CONDITION : PRER 2303101**  
 Causes of climate change; impacts on ecosystems and society;  
 sustainable use of natural resources; potential of biotechnology for  
 sustainable use of resources; mitigation of climate change impacts with  
 biotechnology.
- 2300398      **การเตรียมความพร้อมสำหรับสหกิจศึกษา**      **1 (0-2-1)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 ทักษะการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสำหรับการสื่อสาร ทักษะการเรียนรู้และ  
 แก้ปัญหา การพัฒนาบุคลิกภาพ คุณธรรมและจริยธรรมในการทำงาน แนวคิดการ  
 บริหารจัดการ ความปลอดภัยและสุขภาวะในการทำงาน

**PREPARATION FOR CO-OPERATIVE EDUCATION****CONDITION : –**

Communication skill and use of technology for communication; learning and problem-solving skills; personality development; morality and work ethics; management concept; safety and healthy in workplace.

2300399

**การเสนอโครงการ**

1 (1-0-2)

**เงื่อนไขรายวิชา : –**

การสืบค้นสารสนเทศและการวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผนและออกแบบการทดลอง การเขียนโครงร่างงานวิจัย

**PROJECT PROPOSAL****CONDITION : –**

Literature search and data analysis; experimental planning and design; writing of research proposal.

2300401

**โครงการวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการ**

3 (0-9-0)

**เงื่อนไขรายวิชา : –**

โครงการวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งบูรณาการกับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ เพื่อค้นคว้า สำรวจ ทดลอง ประเมิน วิเคราะห์ และตีความเพื่อเข้าใจถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม รวมทั้งบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของสังคมในปัจจุบัน ตลอดจนประเมินผลกระทบจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม

**INTEGRATIVE SCIENCE PROJECT****CONDITION : –**

Science projects that integrate various fields in science as well as social science and humanities in order to research, survey, investigate, evaluate, analyze, and interpret to understand the relationships between science and technology and social changes, and their roles in solving various current social problems; as well as to assess the impacts from development in science and technology on society.

2300490	<b>สัมมนา</b> <b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b> การอภิปรายและเสนอผลงานวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย <b>SEMINAR</b> <b>CONDITION : -</b> Discussion and presentation of research work related to their own research.	1 (1-0-2)
2300492	<b>การฝึกงาน</b> <b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b> การฝึกปฏิบัติงานทางเทคโนโลยีชีวภาพในภาครัฐ เอกชน หรือโรงงานอุตสาหกรรม <b>TRAINING</b> <b>CONDITION : -</b> Internships in biotechnology in state agencies, private organizations or industrial factories.	0 (0-0-0)
2300498	<b>สหกิจศึกษา</b> <b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b> ปฏิบัติงานเต็มเวลาในหน่วยงานเอกชน หรือโรงงานอุตสาหกรรม เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 16 สัปดาห์ <b>COOPERATIVE EDUCATION</b> <b>CONDITION : -</b> Full-time work in private sectors or industry at least for 16 weeks.	6 (0-18-0)
2300499	<b>โครงการวิทยาศาสตร์</b> <b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b> การปฏิบัติงานในโครงการวิจัยและการเขียนรายงานภายใต้การกำกับดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา <b>SENIOR PROJECT</b> <b>CONDITION : -</b> Performance of a research project and report writing under supervision.	2 (0-6-0)

- 2300500      **ความเป็นผู้ประกอบการทางเทคโนโลยี**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** –  
 การเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับระบบเศรษฐกิจ การจัดการนวัตกรรมและทรัพย์สินทางปัญญา วงจรการดำเนินการจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่โลกธุรกิจ การพัฒนาผลงานวิจัยสู่การผลิตสินค้านวัตกรรม การดำเนินงานนอกสถานที่และกรณีศึกษา  
**TECHNOPRENEURSHIP**  
**CONDITION :** –  
 Relationship between science and technology and economic system; innovation and intellectual property management; operational cycle from science and technology to business world; research development to innovative products; field trip and case study.
- 2301107      **แคลคูลัส 1**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** –  
 ลิมิต ความต่อเนื่อง การหาอนุพันธ์และการอินทิเกรตของฟังก์ชันค่าจริงของหนึ่งตัวแปรจริง และการประยุกต์เทคนิคการอินทิเกรต อินทิกรัลไม่ตรงแบบ  
**CALCULUS I**  
**CONDITION :** –  
 Limit, continuity, differentiation and integration of real-valued functions of a real variable and their applications; techniques of integration; improper integrals.
- 2301108      **แคลคูลัส 2**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2301107  
 อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ ลำดับและอนุกรมของจำนวนจริง การกระจายแบบอนุกรมเทย์เลอร์และการประมาณค่า ฟังก์ชันมูลฐาน การอินทิเกรตเชิงตัวเลข เวกเตอร์ เส้นตรงและระนาบในปริภูมิสามมิติ แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ของหนึ่งตัวแปร แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าจริงของสองตัวแปร บทนำสู่สมการเชิงอนุพันธ์และการประยุกต์

**CALCULUS II****CONDITION** : PRER 2603532

Mathematical induction; sequences and series of real numbers; Taylor series expansion and approximation of elementary functions; numerical integration; vectors, lines and planes in three dimensional space; calculus of vector valued functions of one variable; calculus of real valued functions of two variables; introduction to differential equations and their applications.

- |                |  |                  |
|----------------|--|------------------|
| <b>2301170</b> | <p><b>คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม</b></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา :</b> –</p> <p>แนวคิดเบื้องต้นของระบบคอมพิวเตอร์ แนวคิดเบื้องต้นของการโปรแกรม จรรยาบรรณคอมพิวเตอร์และความปลอดภัยทางด้านคอมพิวเตอร์ การประยุกต์</p> <p><b>COMPUTER AND PROGRAMMING</b></p> <p><b>CONDITION</b> : –</p> <p>Basic concepts of computer systems; basic concepts of programming; computer ethics and security; applications.</p> | <b>3 (3-0-6)</b> |
| <b>2301172</b> | <p><b>ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และการโปรแกรม</b></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา :</b> รายวิชาบังคับร่วม 2301170</p> <p>การเขียนโปรแกรมพื้นฐานและการประยุกต์</p> <p><b>COMPUTER AND PROGRAMMING LABORATORY</b></p> <p><b>CONDITION</b> : COREQ 2301170</p> <p>Basic programming and applications.</p>  | <b>1 (0-2-1)</b> |
| <b>2301286</b> | <p><b>ความน่าจะเป็นและสถิติ</b></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา :</b> รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2301113 หรือ 2301107 หรือ 2301117</p> <p>แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับความน่าจะเป็น การแจกแจงความน่าจะเป็น การแจกแจงที่สำคัญจากการสุ่มตัวอย่าง การประมาณค่า การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน การถดถอยและสหสัมพันธ์ การแจกแจงโคสแควร์กับการวิเคราะห์ความถี่ สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์</p>                             | <b>3 (3-0-6)</b> |

**PROBABILITY AND STATISTICS**

**CONDITION :** PRER 2301113 or 2301107 or 2301117

Basic probability concepts; probability distributions, some important sampling distributions; estimation, hypothesis testing; analysis of variance; regression and correlation; the chi-square distribution and the analysis of frequencies; non-parametric statistics.

2302101	<p><b>เคมีทั่วไป 1</b> <span style="float: right;"><b>3 (3-0-6)</b></span></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b></p> <p>โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ ทฤษฎีพันธะวาเลนซ์ ปฏิสัมพันธ์ไฮบริดเซชัน-ไพ โคออร์ดิเนชัน แร่งระหว่างโมเลกุล การเคลื่อนไหวของโมเลกุล สถานะของสสารแก๊ส โครงสร้างของของแข็ง ของเหลว และสารละลาย ปฏิกิริยาเคมี การปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารกับรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า อุณหพลศาสตร์เคมี</p> <p><b>GENERAL CHEMISTRY I</b></p> <p><b>CONDITION : -</b></p> <p>Structure of atoms; chemical bonding: ionic bonding, covalent bonding, valence bond theory, hybridization-PI interaction, coordination, intermolecular forces, molecular movement; state of matter: gases, structure of solid, liquid, and solutions; chemical reactions; interaction of matters with electromagnetic radiation and electrical energy; chemical thermodynamics.</p>
2302102	<p><b>เคมีทั่วไป 2</b> <span style="float: right;"><b>3 (3-0-6)</b></span></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b></p> <p>จลนพลศาสตร์ สมดุลเคมี สมดุลกรด-เบส สมดุลรีดอกซ์ เคมีไฟฟ้า การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการไทเทรต เคมีอินทรีย์ ชีวเคมีเบื้องต้น เคมีสีเขียวเบื้องต้น พอลิเมอร์เบื้องต้น และเคมีนิวเคลียร์เบื้องต้น</p>

**GENERAL CHEMISTRY II****CONDITION : –**

Kinetics; chemical equilibria; acid-base equilibria; redox equilibria; electrochemistry; quantitative analysis by titration; organic chemistry; introduction to biochemistry, green chemistry, polymers and nuclear chemistry.

- 2302103      **ปฏิบัติการเคมีทั่วไป**      **1 (0-3-0)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : –**  
 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน การวิเคราะห์เชิงปริมาณ เคมีไฟฟ้า เอนทัลปีของสารละลายและปฏิกิริยา จลนพลศาสตร์เคมี สเปกโทรสโกปี การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

**GENERAL CHEMISTRY LABORATORY****CONDITION : –**

Standard solution preparations; quantitative analysis; electrochemistry; enthalpy of solution and reaction; chemical kinetics; spectroscopy; qualitative analysis.

- 2302219      **เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติ**      **1 (0-3-0)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : –**  
 คำอธิบายรายวิชาภาษาไทย

**ORGANIC CHEMISTRY LABORATORY****CONDITION : PRER 2302103 or 2302116**

Fundamental techniques for the use of organic laboratory equipment and instruments; determination of boiling and melting points of organic compounds; separation and purification techniques for organic compounds; isolation and study of natural products; synthetic processes of target molecules using principle reactions of compounds in each functional group.

- 2302270      **เคมีอินทรีย์**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2302112 หรือ 2302161 หรือโดยได้รับความเห็นชอบจากคณะ
- พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของโมเลกุล อิเล็กตรอนดีโลคัลไลเซชันและเรโซแนนซ์ สเตอริโอเคมี การเรียกชื่อ ของสารประกอบอินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และปฏิกิริยาเคมีของแอลิฟาติกและแอลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน แอลคิลเฮไลด์ แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์และคีโตน กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ แอมีน ไนโตรเจน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดนิวคลีอิก พอลิเมอร์ สเปกโทรสโกปี
- ORGANIC CHEMISTRY**
- CONDITION :** PRER 2302112 or 2302161 or Consent of Faculty
- Chemical bonding; molecular structures and properties; electron delocalization and resonance; stereochemistry; nomenclature of organic compounds; physical properties and chemical reactions of aliphatic and aromatic hydrocarbon; alkyl halide; alcohol, phenol; ether; aldehydes and ketone; carboxylic acids and derivative; amines; lipid; carbohydrate; protein; nucleic acid; polymers; spectroscopy.
- 2303101      **ชีววิทยาทั่วไป 1**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**
- แนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องของเซลล์ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต แนวคิดสมัยใหม่ในเรื่องของเซลล์ การจัดระเบียบ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ สรีรวิทยา เปรียบเทียบในสัตว์ชนิดต่าง ๆ การสืบพันธุ์ การเจริญ วิวัฒนาการ นิเวศวิทยา พฤติกรรมของสัตว์ และความหลากหลายทางชีวภาพ
- GENERAL BIOLOGY I**
- CONDITION : -**
- An Introduction to the cell as the basic unit of life; modern cell concepts; cell organization; cell structure and function; comparative approach of animal physiology; reproduction; development; evolution; ecology; animal behavior and biodiversity.

- 2303102      **ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1**      **1 (0-3-0)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาบังคับร่วม 2303101  
 การสาธิตและฝึกปฏิบัติการใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างของเซลล์ และเนื้อเยื่อสัตว์  
 ระบบอวัยวะของสัตว์ ภาวะธำรงดุล ระบบประสาท การสืบพันธุ์ การเจริญ  
 วัฒนาการ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต นิเวศวิทยา และพฤติกรรม  
**GENERAL BIOLOGY LABORATORY I**  
**CONDITION :** COREQ 2303101  
 Experiments and practices in microscope, cell, animal tissue, animal  
 organ systems, homeostasis, nervous system, reproduction,  
 development, evolution, diversity of life, ecology, and behavior.
- 2303425      **เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ขั้นแนวหน้า**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2303101  
 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตสัตว์ ความปลอดภัย  
 และการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากสัตว์ การประยุกต์ทางอุตสาหกรรมและ  
 เกษษกรรม เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม พันธุศาสตร์และการผสมพันธุ์สัตว์  
 โภชนาการสัตว์ การสืบพันธุ์ในสัตว์ การวินิจฉัยโรคและการพัฒนาวัคซีน วิศวกรรม  
 เนื้อเยื่อ การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์  
**FRONTIERS IN ANIMAL BIOTECHNOLOGY**  
**CONDITION :** PRE 2303101 or 2303101  
 Improvement of animal products, biotechnology in animal production;  
 safety and quality assurance of animal-based products, industrial and  
 pharmaceutical applications, farm animal biotechnology; animal  
 genetics and breeding; animal nutrition; animal reproduction; diagnosis  
 of disease and vaccine development; tissue engineering; animal  
 conservation.

- 2303455**      **ชีววิทยาของโรค**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2303101 หรือ 2303103 หรือ 2303107 หรือ 2303109 หรือ 2303111  
ระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์มีกระดูกสันหลัง โรคติดเชื้อจากไวรัส แบคทีเรีย รา และปรสิต โรคจากสัตว์สู่คน โรคทางพันธุกรรมและความผิดปกติทางการเจริญโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบเมตาบอลิซึม โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทและความชรา การใช้สัตว์เป็นโมเดลในการทดลอง สัตว์มีพิษและพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม
- BIOLOGY OF DISEASE**  
**CONDITION :** PRE 2303101 or 2303103 or 2303107 or 2303109 or 2303111  
Mammalian immune system, viral, bacterial, fungal and parasitic diseases, zoonotic diseases, genetic and developmental defects, metabolic diseases, neurodegenerative and age-associated diseases, animal models for research, poisonous animals, and environmental toxicology.
- 2303435**      **ชีววิทยาฟื้นฟูภาวะเสื่อม**      **3 (2-3-4)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2303101 หรือ 2303102  
ความสามารถฟื้นฟูภาวะเสื่อมในสัตว์ การควบคุมและวิเคราะห์วัฏจักรของเซลล์ การชราภาพ การบาดเจ็บ และการตายของเซลล์ ชีววิทยาของสเต็มเซลล์ การควบคุมการเปลี่ยนแปลงสเต็มเซลล์ไปทำหน้าที่จำเพาะและแหล่งอาศัยของสเต็มเซลล์ เนื้อเยื่อสัตว์และการกำเนิดอวัยวะ หลักของการเลี้ยงเซลล์แบบสองมิติ สามมิติและออร์แกนอยด์ การประยุกต์เวชศาสตร์ฟื้นฟูภาวะเสื่อม วิศวกรรมเนื้อเยื่อ
- REGENERATIVE BIOLOGY**  
**CONDITION :** PRE 2303101 or 2303102  
Regenerative abilities in animals; regulation and analysis of cell cycle, cell senescence, cell injury and cell death; biology of stem cells; regulation of stem cell differentiation and stem cell niche; animal tissues and organogenesis; principles of 2D, 3D and organoid cultures; applications of regenerative medicine; tissue engineering.

- 2304152\* **ฟิสิกส์สำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพประยุกต์** 3 (3-0-6)  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 คณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับวิชาฟิสิกส์ แรง ทอร์ก สมดุล การเคลื่อนที่แบบเลื่อน  
 ตำแหน่ง การเคลื่อนที่แบบหมุน การเคลื่อนที่แบบสั่น พลังงาน ของไหล อุณหพล  
 ศาสตร์ คลื่น เสียง แสง ทัศนูปกรณ์ ปรากฏการณ์เชิงคลื่นของแสง สนามไฟฟ้า  
 สนามแม่เหล็ก วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น ฟิสิกส์ยุคใหม่ การประยุกต์ฟิสิกส์ในวิทยาศาสตร์  
 ชีวภาพ  
**PHYSICS FOR APPLIED BIOLOGICAL SCIENCE**  
**CONDITION : -**  
 Basic mathematics for physics; force; torque; equilibrium; translational  
 motion; rotational motion; vibrational motion; energy; fluid;  
 thermodynamics; waves; sound; light; optics; wave phenomena of light;  
 electric field; magnetic field; basic electrical circuits; modern physics;  
 applications of physics in biological science.
- 2304197 **ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับนักชีววิทยา** 1 (0-3-0)  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 การวัดและความคลาดเคลื่อน กราฟและการวิเคราะห์เชิงสถิติ การเคลื่อนที่แบบซิม  
 เปิลฮาร์โมนิก คลื่นกล ของไหล ความร้อน การวัดทางไฟฟ้า ออสซิลโลสโคป แสง  
 ฟิสิกส์นิวเคลียร์  
**PHYSICS LABORATORY FOR BIOLOGISTS**  
**CONDITION : -**  
 Measurement and uncertainty: graph and statistical analysis; simple  
 harmonic motion; mechanical wave; fluid; heat; electrical  
 measurement; oscilloscope; light; nuclear physics.
- 2305101 **ชีววิทยาทั่วไป 2** 3 (3-0-6)  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 หลักเกณฑ์ทางชีววิทยาขั้นพื้นฐานโดยใช้พืชเป็นตัวประกอบด้วย กายวิภาคศาสตร์  
 สัตว์วิทยา สรีรวิทยา การจำแนกหมวดหมู่ พันธุกรรมและวิวัฒนาการของพืช  
 กลุ่มสำคัญต่าง ๆ

**GENERAL BIOLOGY II****CONDITION : –**

An introductory course designed to acquaint students with the fundamental principles of biology; including the anatomy, morphology, physiology, classification, heredity and evolution of the major plant groups.

- |                 |   |
|-----------------|---|
| <b>2305102</b>  | <p><b>ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2</b> <span style="float: right;"><b>1 (0-3-6)</b></span></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา :</b> รายวิชาบังคับร่วม 2305101</p> <p>การสาธิตการทดลอง และการอภิปรายเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ทางชีววิทยาขั้นพื้นฐาน โดยใช้พืชเป็นตัวอย่าง</p> <p><b>GENERAL BIOLOGY LABORATORY II</b></p> <p><b>CONDITION :</b> COREQ 2305101</p> <p>Demonstrations, experimentation and discussions in general biology.</p>   |
| <b>2305263*</b> | <p><b>พันธุศาสตร์ทั่วไปสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ</b> <span style="float: right;"><b>3 (2-3-4)</b></span></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา :</b> รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2303101 และ 2305101</p> <p>พื้นฐานของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การถ่ายทอดสารพันธุกรรม การสังเคราะห์โปรตีน มิวเทชัน พันธุศาสตร์ประชากร เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ การประยุกต์ใช้พันธุศาสตร์ และการฝึกปฏิบัติการ</p> <p><b>GENERAL GENETICS FOR BIOTECHNOLOGY</b></p> <p><b>CONDITION :</b> PRER 2303101 and 2305101</p> <p>Basis of heredity; transmission of genetic materials; protein synthesis; mutation; population genetics; DNA technology; application of genetics; laboratory practice.</p> |
| <b>2305354</b>  | <p><b>การผลิตพืชแบบไฮโดรโปนิคส์</b> <span style="float: right;"><b>2 (2-0-4)</b></span></p> <p><b>เงื่อนไขรายวิชา :</b> รายวิชาควบ 2305355</p> <p>ประวัติความเป็นมาของไฮโดรโปนิคส์ ข้อดีและข้อเสีย ระบบการปลูก สารละลายธาตุอาหาร สูตรธาตุอาหาร พืชที่เหมาะสมคุณค่าทางโภชนาการ การควบคุมโรคและแมลง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวิธีอื่น การประยุกต์ใช้วิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์</p>  |

**HYDROPONICS****CONDITION** : CONCUR 2305355

Historical background of hydroponics, advantages and disadvantages; growing systems; the nutrient solution; the formulation of nutrients; suitable crops; nutritional value; pest and disease control; other methods for soilless culture; application of hydroponics.

2305355      **ปฏิบัติการการผลิตพืชแบบไฮโดรโปนิคส์**      **1 (0-3-0)**

**เงื่อนไขรายวิชา** : รายวิชาควบ 2305354

ปฏิบัติการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ และการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวิธีอื่น

**HYDROPONICS FOR CROP PRODUCTION LABORATORY****CONDITION** : CONCUR 2305354

Practice on hydroponics and other soilless cultures.

2305451      **การเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**      **2 (2-0-4)**

**เงื่อนไขรายวิชา** : รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2305350 หรือ 2305357 หรือโดยได้รับความเห็นชอบจากคณะ

ประวัติและการพัฒนาการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในหลอดแก้ว หลักการพื้นฐานของการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจากส่วนต่างๆ ของพืช รูปแบบของการเจริญและพัฒนาการของเนื้อเยื่อไปเป็นเอ็มบริโอและอวัยวะ การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบของการเจริญและพัฒนาเหล่านั้น การนำเทคนิคการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชไปใช้ประโยชน์ทางพฤกษศาสตร์

ประวัติและการพัฒนาการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในหลอดแก้ว หลักการพื้นฐานของการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจากส่วนต่างๆ ของพืช รูปแบบของการเจริญและพัฒนาการของเนื้อเยื่อไปเป็นเอ็มบริโอและอวัยวะ การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบของการเจริญและพัฒนาเหล่านั้น การนำเทคนิคการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชไปใช้ประโยชน์ทางพฤกษศาสตร์

**PLANT TISSUE CULTURE****CONDITION** : PRER 2305350 or 2305357 or Consent of Faculty

History and development of in vitro plant tissue culture; principles of plant tissue culture from various plant parts; growth and development patterns of tissues through embryogenesis and organogenesis; control of factors influencing those growth and developmental patterns; application of plant tissue culture techniques in plant science.

- 2305452      **ปฏิบัติการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**      1 (0-3-0)  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาควบ 2305451  
 การสาธิตและฝึกปฏิบัติการเทคนิคการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในหลอดแก้ว  
**ชื่อรายวิชาภาษาอังกฤษ**  
 CONDITION : CONCUR 2305451  
 Demonstrations and laboratory practices on techniques of *in vitro* plant tissue culture.
- 2305453      **การผลิตไม้ประดับเพื่อการค้า**      2 (2-3-4)  
**เงื่อนไขรายวิชา :** –  
 การประยุกต์หลักวิทยาศาสตร์พื้นฐานในการปลูกไม้ประดับ การวางแผนด้านการจัดการและด้านธุรกิจการจัดการโรงเรือน การผลิตและการดูแลไม้ประดับเพื่อการค้า การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การปฏิบัติการทดลองและการศึกษานอกสถานที่  
**COMMERCIAL ORNAMENTAL PLANT PRODUCTION**  
 CONDITION : –  
 Application of basic scientific principles in growing ornamental plants; management and business planning; nursery management; commercial ornamental plant production and care; postharvest management; laboratory practice and field trips.
- 2305481      **เทคโนโลยีชีวภาพของพืช**      2 (2-0-4)  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2305101 หรือ 2303107  
 หลักการและประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อพืชเพื่อผลิตทางเคมีและการขยายพันธุ์พืช เทคโนโลยีในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในทางเทคโนโลยีชีวภาพของพืช พันธุวิศวกรรมของพืช พืชเศรษฐกิจและความสำคัญของพืชในงานอุตสาหกรรม และกระบวนการแปรรูปสารสกัดจากพืช

**PLANT BIOTECHNOLOGY****CONDITION :** PRE 2305101 or 2303107

Principles and applications in plant cell and tissue cultures for the production of chemicals and plant propagations; mushroom culture technology; useful microbes in plant biotechnology; plant genetic engineering; economic plants for industry and biotransformation of plant extracts.

- 2305486      การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ      3 (2-3-4)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 ชีววิทยาของเห็ด ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและการเกิดดอกเห็ด เทคนิคการผลิตหัวเชื้อเห็ด หลักการเพาะเห็ดเศรษฐกิจ การจัดการฟาร์มเห็ด การเก็บรักษา การแปรรูป และการตลาด
- ECONOMIC MUSHROOM CULTIVATION**  
**CONDITION : -**  
 Biology of mushrooms; factors affecting growth and development of mushrooms; spawn generation technique; the principles of mushroom cultivation; management of mushroom farm; storage; processing and marketing of mushrooms.
- 2308351      วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 1      3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 วิชาพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และสภาวะแวดล้อม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาวะแวดล้อมหรือระบบนิเวศน์ที่ประกอบด้วย ดิน น้ำ อากาศและพลังงาน แหล่งกำเนิดของมลพิษประเภทของมลพิษ ผลกระทบของมลพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาวะแวดล้อม วิธีการแก้ไขและป้องกันการเกิดมลพิษ

**ENVIRONMENTAL SCIENCE I****CONDITION : –**

Mankind and the environmental systems concerning ecological aspects of the earth (air, land, water and energy); sources of pollutions; types of pollution and their effects on living things, scientific methods for pollution abatement.

**2308419      หลักการเสื่อมสลายทางชีวภาพและการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมโดยชีววิธี      3 (3-0-6)****เงื่อนไขรายวิชา : –**

หลักการย่อยสลายทางชีวภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางชีวภาพและการย่อยสลาย การปรับให้เข้ากับสภาพ การลดความเป็นพิษ การกระตุ้นให้เกิดการย่อยสลาย การเปลี่ยนสภาพโดยจุลนศาสตร์ต่อเนื่อง การดูดซับ ผลทางเคมีของสารต่อการย่อยสลาย ผลทางสิ่งแวดล้อม และหลักการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมโดยชีววิธี

**PRINCIPLES OF BIODEGRADATION AND BIOREMEDIATION****CONDITION : –**

Principles of biodegradation : growth-link; acclimation; detoxication; activation, kinetics, sorption, chemical effects of substances on biodegradation environmental effects and principles of bioremediation.

**2308439      พอลิเมอร์ชีวภาพในสิ่งแวดล้อม      3 (3-0-6)****เงื่อนไขรายวิชา : –**

เคมีของพอลิเมอร์ชีวภาพในสิ่งแวดล้อม ประเภทและโครงสร้าง การสังเคราะห์ทางชีวภาพและการย่อยสลายพอลิเมอร์ชีวภาพโดยจุลินทรีย์ เอนไซม์ของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายพอลิเมอร์ชีวภาพ การประยุกต์พอลิเมอร์ชีวภาพในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม นวัตกรรมและเทคโนโลยี กรณีศึกษา

**BIOPOLYMER ENVIRONMENT****CONDITION : –**

Chemistry of biopolymer in environment; types and structure; biosynthesis and biodegradation by microorganisms; microbial enzymes in biopolymer degradation; applications of biopolymer in environmental remediation; innovation and technology; case studies.

- 2309417      **หลักวาริชกรรมการเพาะเลี้ยง**      3 (3-0-6)
- เงื่อนไขรายวิชา : -**
- ประวัติความเป็นมาของวาริชกรรมเพาะเลี้ยง บทบาทของวาริชกรรมการเพาะเลี้ยง ที่มีต่อการประมงโลก กระบวนการวิจัยและพัฒนาทางวาริชกรรมการเพาะเลี้ยง วาริชกรรมการเพาะเลี้ยงเกี่ยวกับการเพาะพันธุ์ การเลี้ยงตัวอ่อน โภชนาการและการจัดการฟาร์ม วิธีการทางวาริช กรรมการเพาะเลี้ยง ประเภทต่างๆ ของสาหร่ายทะเล กุ้ง ปู หอย ปลา และสัตว์เลื้อยคลานที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ
- PRINCIPLES OF AQUACULTURE**
- CONDITION : -**
- History of aquaculture; roles of aquaculture on world fisheries; research and development process in aquaculture; principles of aquaculture related to breeding; larviculture, nutrition and aqua-farm management; methodology of different types of aquaculture related to economically important sea-weeds, crustaceans, mollusks, fishes, and reptiles.
- 2309519      **โภชนาการของปลาและสัตว์น้ำมีเปลือกหรือกระดอง**      3 (2-3-7)
- เงื่อนไขรายวิชา : -**
- โภชนาการเบื้องต้นของสัตว์น้ำ การย่อยอาหาร วัสดุที่ใช้ในการทำอาหาร การทำอาหารและสูตรอาหาร การถ่ายทอดพลังงาน การประเมินคุณภาพอาหารและการวิจัยทางโภชนาการของสัตว์น้ำ
- ชื่อรายวิชาภาษาอังกฤษ**
- CONDITION : -**
- Basic knowledge of fish and shellfish nutrition, digestibility, raw materials, diet preparation and formulation, feed processing and feed evaluation, aquatic nutrition experiments.

- 2309522      **การเพาะและการเลี้ยงตัวอ่อนสัตว์น้ำเศรษฐกิจ**      3 (2-3-7)  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 การเจริญพันธุ์ของพ่อและแม่พันธุ์ การผสมพันธุ์โดยกรรมวิธีธรรมชาติและวิธีผสมเทียมในที่จำกัด การวางไข่พัฒนาการของตัวอ่อนและการอนุบาลวัยอ่อนของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น กุ้งก้ามกราม กุ้งทะเลชนิดต่างๆ หอยนางรม หอยตะเภา หอยเปาหื้อ ปลากระพงขาว และปลากระลิ่ง โดยเน้นการใช้เทคโนโลยีชีวภาพทางทะเลและพันธุวิศวกรรมเพื่อปรับปรุงกรรมวิธีต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น  
**BREEDING AND LARVICULTURE OF ECONOMIC AQUATIC ANIMALS**  
**CONDITION : -**  
 Maturation of broodstocks; breeding by natural and artificial induction in captivity; spawning; development, larviculture of certain economical aquatic animals; application of marine biotechnology and genetic engineering for improving the breeding larviculture techniques.
- 2310310      **ชีวเคมีทั่วไป**      3 (3-0-6)  
**เงื่อนไขรายวิชา : รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2302112 หรือโดยได้รับความเห็นชอบ**  
 จากคณะ  
 ชีวเคมีเบื้องต้น เทคนิคพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษาด้านชีวเคมี สมบัติทางเคมีและทางชีวภาพของชีวโมเลกุล การทำงานและจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ เมแทบอลิซึมของชีวโมเลกุลโดยเน้นกระบวนการเกิดพลังงานและโรคที่เกิดจากความบกพร่องของเมแทบอลิซึม กระบวนการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและโปรตีน กระบวนการควบคุมเมแทบอลิซึม พันธุวิศวกรรมพื้นฐานและการประยุกต์  
**GENERAL BIOCHEMISTRY**  
**CONDITION : PRER 2302112 or Consent of Faculty**  
 Basic techniques used in biochemical studies; chemical and biological properties of biomolecules; functions and kinetics of enzymes; metabolism of biomolecules with emphasis on energy-yielding processes and metabolic diseases; biosynthesis of nucleic acids and proteins; metabolic regulation; basic genetic engineering and its application.

- 2310360      **ปฏิบัติการชีวเคมีทั่วไป**      **1 (0-3-0)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาบังคับร่วม 2303101 หรือโดยได้รับความเห็นชอบจาก  
 คณะ  
 ปฏิบัติการชีวเคมีทั่วไป ความเป็นกรด-เบสและบัฟเฟอร์ สเปกโทรโฟโตเมตรี สมบัติ  
 ของโปรตีน การแยกและวิเคราะห์ชีวโมเลกุลในเซลล์ยีสต์ การวัดและจลนพลศาสตร์  
 ของเอนไซม์ เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต สมบัติของเยื่อเซลล์  
**GENERAL BIOCHEMISTRY LABORATORY**  
**CONDITION :** COREQ 2310310 or Consent of Faculty  
 Laboratories on general biochemistry: pH and buffer;  
 spectrophotometry; properties of proteins; isolation and analyses of  
 biomolecules in yeast cells; enzyme assay and kinetics; carbohydrate  
 metabolism; properties of cell membrane.
- 2310451      **การวิเคราะห์จีโนมสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ**      **3 (2-2-5)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 แพลตฟอร์มการหาลำดับเบสยุคใหม่ การประกอบจีโนมและการอธิบายจีโนม การ  
 หาภาวะพหุสัญญาณของลำดับและฐานข้อมูลสลับ การวิเคราะห์การแสดงออกของ  
 ยีนแบบปริมาณงานสูง โปโมมจุลินทรีย์ การตัดต่อจีโนมและการประยุกต์ การ  
 ประยุกต์การวิเคราะห์จีโนมในด้านต่าง ๆ การฝึกทักษะทางชีวสารสนเทศในการใช้  
 ขั้นตอนวิธี ซอฟต์แวร์หลัก วิธีทางสถิติ  
**GENOMIC ANALYSIS FOR BIOTECHNOLOGY**  
**CONDITION : -**  
 Next-generation sequencing platforms; genome assembly and genome  
 annotation; detection of sequence polymorphism and the SNP  
 database; high-throughput expression analysis; microbiome; genome  
 editing and applications; various applications of genome analysis;  
 practice of bioinformatics skills on the use of algorithms, key software,  
 and statistical methods.

2310454	<b>พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น</b>	<b>1 (1-0-2)</b>
	<b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b>	
	<p>บทนำพันธุวิศวกรรม การทำงานกับกรดนิวคลีอิก ได้แก่ การสกัดดีเอ็นเอ/อาร์เอ็นเอ การวัดปริมาณและคุณภาพของกรดนิวคลีอิก เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เอนไซม์สำหรับพันธุวิศวกรรม พีซีอาร์และอาร์ที-พีซีอาร์ การตัดฉลากและไฮบริโดเซชัน การหาลำดับเบสของดีเอ็นเอ กลยุทธ์ในการโคลน ได้แก่ โฮสต์ เวกเตอร์ การตัดและการตัดต่อดีเอ็นเอ ทรานสเฟอร์เมชันและทรานส์เฟกชัน การคัดกรองและการคัดเลือก การแสดงออกของโปรตีนรีคอมบิแนนต์ การวิเคราะห์การแสดงออกของยีน ชีวสารสนเทศที่จำเป็น การประยุกต์ด้านพันธุวิศวกรรม</p>	
	<b>INTRODUCTION TO GENETIC ENGINEERING</b>	
	<b>CONDITION : -</b>	
	<p>Introduction to genetic engineering; working with nucleic acid; isolation of DNA/RNA, qualitative and quantitative measurement of nucleic acid, gel electrophoresis, enzymes in genetic engineering, PCR and RT-PCR, labeling and hybridization, DNA sequencing; cloning strategy; hosts, vectors, DNA digestion and ligation, transformation and transfection, screening and selection, expression of recombinant protein; gene expression analysis; essential bioinformatics; applications in gene expression analysis; essential bioinformatics; applications in genetic engineering.</p>	
2310506	<b>ชีวสารสนเทศ 1</b>	<b>3 (2-2-8)</b>
	<b>เงื่อนไขรายวิชา : -</b>	
	<p>ชีวสารสนเทศปริทัศน์ การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตและระบบปฏิบัติการสำหรับงานฐานข้อมูล ฐานข้อมูลในการศึกษาวิจัยทางชีวภาพ วิธีการเรียนรู้ข้อมูลจากฐานข้อมูลและการส่งข้อมูลสู่ฐานข้อมูล การวิเคราะห์ลำดับซึ่งครอบคลุมการเปรียบเทียบลำดับเบสและกรดอะมิโน การสืบค้นฐานข้อมูล การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ การวิเคราะห์เชิงทำนายโครงสร้างของยีนและโปรตีน การวิเคราะห์และการออกแบบโครงสร้างสามมิติของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก การวิเคราะห์จีโนม และการแสดงออกของยีนในระดับจีโนม</p>	

**BIOINFORMATICS I****CONDITION : –**

Introduction to bioinformatics, using the internet and operating systems for working with databases, databases for biological research, retrieval of information and submitting sequences to the databases, sequence analysis including nucleotide and amino acid sequence alignments, database searching, phylogenetic analysis, predictive methods for gene structures and protein sequences, analysis and design of protein tertiary structure and nucleic acids, analysis of genome and gene expression in genomic scale.

2310555

**ปฏิบัติการพันธุวิศวกรรม****2 (0-6-2)**

**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาบังคับร่วม 2310454 หรือ 2310554 หรือโดยได้รับความเห็นชอบจากคณะ

เทคนิคเกี่ยวกับรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ การสกัด การตัด และต่อดีเอ็นเอ การทรานสฟอร์มและการตรวจหายีนที่สนใจ

**GENETIC ENGINEERING LAB**

**CONDITION :** COREQ 2310454 or 2310554 or Consent of Faculty

Recombinant DNA technology; extraction, cutting and joining of DNA, transformation; screening of genes of interested genes.

2312302

**จุลชีววิทยาทั่วไป****3 (2-3-4)**

**เงื่อนไขรายวิชา : –**

ชีววิทยาของจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย รา และยีสต์ ครอบคลุมกระบวนการเจริญ การใช้อาหาร (โภชนาการ) เมตาบอลิซึม การสืบพันธุ์ และพันธุกรรม การจัดจำแนกหมวดหมู่ การแยกเชื้อจากแหล่งธรรมชาติให้บริสุทธิ์ การนำไปใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม การเกษตร และทางด้านสาธารณสุข

**GENERAL MICROBIOLOGY****CONDITION : –**

Biological understanding of microbes, bacteria, mold and yeast with respect to their growth, nutrition, metabolism, reproduction and genetics; taxonomic classification, isolation and identification of the microbes from various habitats, application in industry, agriculture, and public health control.

**2312515 เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์และอุตสาหกรรมจุลินทรีย์นิทัศน์ 3 (2-3-7)**

**เงื่อนไขรายวิชา : –**

ความรู้พื้นฐานและแนวโน้มเทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์ และกิจกรรมในสถานประกอบการ จุลชีววิทยา อุตสาหกรรม จุลชีววิทยาทางอาหาร จุลชีววิทยาทางการแพทย์ จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรชีวภาพทางด้าน จุลชีววิทยา

**MICROBIAL BIOTECHNOLOGY AND MICROBIAL INDUSTRY VISIT****CONDITION : –**

Basic concepts and trends in microbial biotechnology and organizational activities of microbiology; food microbiology; medical microbiology; environmental microbiology; and bioresources in microbiology.

**2312516 เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์สมัยใหม่และไมโครไบโอม 3 (3-0-9)**

**เงื่อนไขรายวิชา : –**

ประวัติศาสตร์และการพัฒนาของเทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์แบบดั้งเดิม การพัฒนาดีเอ็นเอเทคโนโลยี ยุค "โอมิกส์" ของเทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์สมัยใหม่ การหาลำดับเบสดีเอ็นเอ จีโนมิกส์ ทรานสคริปโตมิกส์ โปรตีโอมิกส์ และเมตาโบลอมิกส์ กระบวนการทางสรีรวิทยาของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์สมัยใหม่ทางด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ อาหาร และสิ่งแวดล้อม ความสำคัญของชีวสารสนเทศศาสตร์และไมโครไบโอมใน เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์สมัยใหม่ ไมโครไบโอมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ระบบการเกษตร โลก และสิ่งแวดล้อม

**MODERN MICROBIAL BIOTECHNOLOGY AND MICROBIOME****CONDITION : –**

History and development of classical microbial biotechnology; DNA technology development; the “omics era of modern microbial biotechnology: DNA sequencing, genomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics; microbial physiological processes related to modern microbial biotechnology in industry, medical, food and environment; importance of bioinformatics and microbiome in modern microbial technology; microbiome in human, agricultural system, earth and environment.

2312517

**เทคโนโลยีชีวภาพจุลชีววิทยาทางการแพทย์****3 (3-0-6)****เงื่อนไขรายวิชา : –**

จุลชีววิทยาทางการแพทย์รวมถึงชีววิทยาของเชื้อก่อโรคและการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อการติดเชื้อ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับจุลชีววิทยาทางการแพทย์ หลักการของเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ร่วมกับความรู้ทางภูมิคุ้มกันวิทยาเพื่อใช้ทางการแพทย์ รวมถึงการตัดแปลงแอนติบอดี ภูมิคุ้มกันบำบัด ยีนบำบัด วัคซีนและการแพทย์เชิงฟื้นฟู

**MEDICAL MICROBIAL BIOTECHNOLOGY****CONDITION : –**

Medical microbiology including biology of pathogens and host immune response to pathogen infections; Biotechnological applications related to medical microbial technology; Principles of modern biotechnology together with immunological knowledge for medical application including antibody engineering, immunotherapy, gene therapy, vaccine and regenerative medicine.

2312589

**เทคโนโลยีทางภูมิคุ้มกันวิทยา****2 (1-3-4)**

**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2312482 หรือโดยได้รับความเห็นชอบจากคณะ

บทนำและภาพรวมของระบบภูมิคุ้มกัน เซลล์และอวัยวะของระบบภูมิคุ้มกัน การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันธรรมชาติของภูมิคุ้มกัน อันตรกิริยา และความหลากหลายของแอนติเจนและแอนติบอดี เทคนิคทางวิทยาภูมิคุ้มกันที่ใช้แอนติบอดี การผลิตมอโนโคลนัลแอนติบอดี บทนำของอิมมิวโนแอสเซย์ อีไลซา เรดิโออิมมิวโนแอสเซย์และอิมมิวโนแอสเซย์ประเภทอื่นๆ การทำให้อิมมิวโนโกบิวลินบริสุทธิ์ เทคนิคอิมมิวโนบลอตติง อิมมิวโนฮิสโตเคมีและอิมมิวโนไซโตเคมี การประยุกต์ใช้เชิงพาณิชย์ของเทคโนโลยีภูมิคุ้มกันวิทยา ปฏิบัติการด้านเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยา ปฏิบัติการด้านเทคนิคภูมิคุ้มกันวิทยาที่ใช้งานวิจัยทางจุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับหลักการการวางแผนและการออกแบบการทดลอง รวมถึงการแปลผลการอภิปรายผล

#### **IMMUNOTECHNOLOGY**

**CONDITION :** PRE 2312482 or Consent of Faculty

Introduction and overview of an immune system, cells and organs of an immune system, immune response, nature of immune response, interactions and diversity of antigens and antibodies; immunological techniques using antibodies; monoclonal antibody production; introduction to immunoassay; ELISA; radioimmunoassay and other types of immunoassay; immunoglobulin purification; immunoblotting techniques; immunohistochemistry and immunohistochemistry; commercial applications of immunotechnology; practical work in immunological techniques used in microbiological research related to principles, experimental designs, results in experimentation and discussion.



- 2314339**      **ปฏิบัติการกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพทางอาหาร**      **1 (0-3-0)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาบังคับร่วม 2314336  
 การผลิตสารเมแทบอลิต์ปฐมภูมิและการวิเคราะห์ปริมาณ การวิเคราะห์น้ำเสีย การหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลออกซิเจนในน้ำ การสกัดสารจากพืชและการทำให้บริสุทธิ์ การผลิตสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิ และทำให้บริสุทธิ์ การผลิตพอลิแซคคาไรด์ สุขาภิบาลโรงงานอาหาร  
**PROCESSING IN FOOD BIOTECHNOLOGY LABORATORY**  
**CONDITION :** COREQ 2314336  
 Production and quantitative analysis of primary metabolites, wastewater analysis, determination of oxygen mass transfer coefficient in water; extraction and purification of plant extracts, production and purification of secondary metabolites, production of polysaccharide; food plant sanitation.
- 2314375**      **เคมีชีวภาพสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา :** รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 2310310 และ 2310360 หรือโดยได้รับความเห็นชอบจากคณะ  
 การเกิด เคมีและความสำคัญของสารกัมมันตชีวภาพต่อเทคโนโลยีชีวภาพ การหมักและเทคโนโลยีเอนไซม์ เคมีและชีวสังเคราะห์ของเมแทบอลิต์ทุติยภูมิ การแยกและการทำให้บริสุทธิ์ วิธีการหาโครงสร้าง  
**Biological Chemistry for Biotechnology**  
**CONDITION :** PRER 2310310 and 2310360 or Consent of Faculty  
 Occurrence, chemistry, and importance of biological active substances to biotechnology; fermentation and enzyme technology; chemistry and biosynthesis of secondary metabolites; separation and purification; methods of structure determination.

- 2314572      **การออกแบบผลิตภัณฑ์อาหาร**      2 (2-0-6)
- เงื่อนไขรายวิชา : -**
- แนวคิดพื้นฐานของผลิตภัณฑ์อาหารและกระบวนการผลิตอาหารอย่างเป็นระบบ การระบุระบบการสร้างแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง และการอพติไมซ์ในสูตรอาหารและกระบวนการผลิตอาหาร
- FOOD PRODUCT DESIGN**
- CONDITION : -**
- Basic concepts of systematic food products and process, identification of modeling system, modeling and optimization for both food formulation and process.
- 
- 2314573      **จุลชีววิทยาทางอาหารประยุกต์**      3 (3-0-9)
- เงื่อนไขรายวิชา : -**
- ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของจุลินทรีย์ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมอาหาร และทางเทคโนโลยีชีวภาพ ความสำคัญของจุลินทรีย์ในเรื่องความปลอดภัยและการผลิตอาหาร สถานการณ์ปัจจุบันเกี่ยวกับจุลินทรีย์ก่อโรคอาหารเป็นพิษและ วิธีการใหม่ๆที่ใช้ในการตรวจสอบและควบคุม
- APPLIED FOOD MICROBIOLOGY**
- CONDITION : -**
- In-depth study of the roles microorganisms play in food industrial and biotechnological processes; importance of microorganisms in the safety and production of foods; current situation on food poisoning microorganisms and new methods of food poisoning/food-borne disease investigation and control.

- 2602313      **การจัดการและองค์กร**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 แนวคิดพื้นฐานและลักษณะขององค์การ หลักการจัดการ กระบวนการทางการจัดการในองค์การ วัฒนธรรมองค์การและสภาวะแวดล้อมภายนอก จริยธรรมในการจัดการและความรับผิดชอบต่อสังคม หน้าที่หลักในการจัดการ ได้แก่ การวางแผน การจัดองค์การ การชี้นำ และการควบคุม เทคนิคในการวางแผนและการควบคุม หลักพื้นฐานทางการจัดการทรัพยากรมนุษย์และพฤติกรรมองค์การ การจัดการกลุ่ม การจูงใจ การจัดการในสภาพแวดล้อมระหว่างประเทศ
- MANAGEMENT AND ORGANIZATION**  
**CONDITION : -**  
 Fundamental concepts and characteristics of organization; principles of management; managerial process in organization; organizational culture and external environment; managerial ethics and social responsibilities; major management functions: planning, organizing, leading, and controlling; techniques in planning and controlling; foundations of human resource management and organizational behavior; group management; motivation; managing in international environment.
- 2605311      **หลักการตลาด**      **3 (3-0-6)**  
**เงื่อนไขรายวิชา : -**  
 แนวคิดพื้นฐานและหน้าที่ทางการตลาด สภาพแวดล้อมทางการตลาด ระบบข้อมูลทางการตลาดและการวิจัยการตลาด พฤติกรรมผู้บริโภค การแบ่งส่วนตลาด การเลือกตลาดเป้าหมาย การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ การบริหารผลิตภัณฑ์ การตั้งราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และการกระจายสินค้า การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน การส่งเสริมการตลาด การตลาดระหว่างประเทศ การตลาดเพื่อสังคม

**PRINCIPLES OF MARKETING****CONDITION : –**

Basic concepts and functions of marketing; marketing environment; marketing information systems and marketing research; consumer behavior; segmentation; selection of targeted market; product positioning; product management; pricing; channels and distribution; logistics management and supply chain; marketing promotions; international marketing; social marketing.

5503111      **ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 1**      **3 (3-0-6)**

**เงื่อนไขรายวิชา : –**

-

**ENGLISH COMMUNICATION FOR SCIENCE I****CONDITION : –**

Practice in language skills with emphasis on critical reading, expressing opinions, participating in formal discussions, and making presentations.

5503122      **ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับวิทยาศาสตร์ 2**      **3 (3-0-6)**

**เงื่อนไขรายวิชา : รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 5500181 หรือ 5503111**

-

**ENGLISH COMMUNICATION FOR SCIENCE II****CONDITION : PRER 5500181 or 5503111**

Practice writing essays and reports on subjects related to science and technology using information obtained from various sources.

5503213      **ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์**      **3 (3-0-6)**

**เงื่อนไขรายวิชา : รายวิชาที่ต้องสอบผ่าน 5503122**

การฝึกใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารด้วยวาจาในบริบทที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การร่วมอภิปรายในกลุ่มและในการประชุม และการนำเสนอรายงานด้วยวาจาในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

**COMMUNICATION AND PRESENTATION SKILLS FOR SCIENCE**

**CONDITION :** PRER 5503122

Practice in English for oral communication in science-related contexts, participating in group discussions and meetings, and giving oral presentations on science-related topics.

\*รายวิชาเปิดใหม่