

ข้อมูลหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ  
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565

## 1. โครงสร้างของหลักสูตร

โครงสร้างของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ประกอบด้วย 2 แผน คือ

1) แผนฝึกงานและทำโครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นแผนการศึกษาที่มีการเรียนรายวิชาต่าง ๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 136 หน่วยกิต

2) แผนสหกิจศึกษา เป็นแผนการศึกษาที่มีการเรียนรายวิชาต่าง ๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 130 หน่วยกิต และสหกิจศึกษา ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานในสถานประกอบการเต็มเวลาเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 136 หน่วยกิต ประกอบไปด้วยหมวดต่าง ๆ ดังนี้

<b>1</b>	<b>หมวดวิชาศึกษาทั่วไป</b>	<b>30</b>	<b>หน่วยกิต</b>
1.1	กลุ่มวิชาภาษา	12	หน่วยกิต
1.2	กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	6	หน่วยกิต
1.3	กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	12	หน่วยกิต
<b>2</b>	<b>หมวดวิชาเฉพาะ</b>	<b>100</b>	<b>หน่วยกิต</b>
2.1	กลุ่มวิชาพื้นฐาน	43	หน่วยกิต
2.2	กลุ่มวิชาบังคับ	45	หน่วยกิต
2.3	กลุ่มวิชาฝึกงานและสหกิจศึกษา	6	หน่วยกิต
2.4	กลุ่มวิชาเลือก	6	หน่วยกิต
<b>3</b>	<b>หมวดวิชาเลือกเสรี</b>	<b>6</b>	<b>หน่วยกิต</b>
<b>รวมตลอดหลักสูตร</b>		<b>136</b>	<b>หน่วยกิต</b>

## 2. รายวิชาที่ต้องเรียนในหลักสูตร

### 1) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

30 หน่วยกิต

นักศึกษาทุกแผนจะต้องเรียนรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป ไม่น้อยกว่า 30 หน่วยกิต ดังต่อไปนี้ หรือรายวิชาอื่นที่เปิดเพิ่มเติมภายหลัง

#### (1) กลุ่มวิชาภาษา (12 หน่วยกิต)

LI 101 001	ภาษาอังกฤษ 1 English I	3(3-0-6)
LI 101 002	ภาษาอังกฤษ 2 English II	3(3-0-6)
LI 102 003	ภาษาอังกฤษ 3 English III	3(3-0-6)
LI 102 004	ภาษาอังกฤษ 4 English IV	3(3-0-6)

หรือรายวิชาศึกษาทั่วไปที่ได้รับความเห็นชอบจากสถาบันการสอนวิชาศึกษาทั่วไปหรือที่จะเปิดภายหลัง

#### (2) กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (6 หน่วยกิต)

EN 003 102	การเตรียมความพร้อมในการทำงานและการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง Work Preparation and Continuing Self-development	3(3-0-6)
GE 142 145	ภาวะผู้นำและการจัดการ Leadership and Management	3(3-0-6)

หรือรายวิชาศึกษาทั่วไปที่ได้รับความเห็นชอบจากสถาบันการสอนวิชาศึกษาทั่วไปหรือที่จะเปิดภายหลัง

#### (3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

12 หน่วยกิต

GE 321 415	ทักษะการเรียนรู้ Learning Skills	3(3-0-6)
GE 341 511	การคิดเชิงคำนวณและเชิงสถิติสำหรับเอบีซีดี Computational & Statistical Thinking for ABCD	3(2-2-5)
CP 001 001	เอบีซีดีสำหรับทุกวิชาชีพ ABCD for All Professions	3(2-2-5)
GE 363 789	ผู้ประกอบการสร้างสรรค์ Creative Entrepreneurs	3(3-0-6)

หรือรายวิชาศึกษาทั่วไปที่ได้รับความเห็นชอบจากสถาบันการสอนวิชาศึกษาทั่วไปหรือที่จะเปิดภายหลัง

## 2) หมวดวิชาเฉพาะ

ไม่น้อยกว่า 100 หน่วยกิต

### (1) กลุ่มวิชาพื้นฐาน (43 หน่วยกิต)

นักศึกษาทุกแผนจะต้องเรียนและสอบผ่านรายวิชาดังต่อไปนี้หรือรายวิชาอื่นที่เปิดเพิ่มเติมภายหลัง

BS 951 102	ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการขั้นต้น Elementary to Business and Entrepreneurship	3(3-0-6)
LI 202 009	ภาษาอังกฤษสำหรับการสื่อสารในวิชาชีพ English for Professional Communications	3(3-0-6)
SC 101 007	ชีววิทยาทั่วไป General Biology	(3-0-6)
SC 101 008	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป General Biology Laboratory	1(0-2-1)
SC 201 006	ปฏิบัติการเคมีทั่วไป General Chemistry Laboratory	1(0-3-2)
SC 201 008	เคมีหลักมูล Fundamental Chemistry	3(3-0-6)
SC 201 101	เคมีอินทรีย์พื้นฐาน Basic Organic Chemistry	3(3-0-6)
SC 201 102	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พื้นฐาน Basic Organic Chemistry Laboratory	1(0-3-2)
SC 202 302	เคมีฟิสิกัลเชิงชีวภาพ Biophysical Chemistry	3(2-3-6)
SC 202 401	เคมีวิเคราะห์ 2 Analytical Chemistry II	2(2-0-4)
SC 202 402	ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 Analytical Chemistry Laboratory II	1(0-3-2)
SC 401 001	คณิตศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ Mathematics for Health Science	3(3-0-6)
SC 501 000	ฟิสิกส์เบื้องต้น Elementary Physics	3(3-0-6)
SC 501 003	ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 General Physics Laboratory I	1(0-3-2)
SC 702 101	จุลชีววิทยาทั่วไป General Microbiology	3(3-0-6)
SC 702 102	ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป General Microbiology Laboratory	1(0-3-2)

SC 703 113	สรีรวิทยาของจุลินทรีย์ Microbial Physiology	3(3-0-6)
SC 703 114	ปฏิบัติการสรีรวิทยาของจุลินทรีย์ Microbial Physiology Laboratory	1(0-3-2)
SC 803 305	ชีวเคมีพื้นฐาน Basic Biochemistry	3(3-0-6)
SC 803 306	ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน Basic Biochemistry Laboratory	1(0-3-2)

**(2) กลุ่มวิชาบังคับ (45 หน่วยกิต)**

นักศึกษาทุกแผนจะต้องเรียนและสอบผ่านรายวิชาดังต่อไปนี้หรือรายวิชาอื่นที่เปิดเพิ่มเติมภายหลัง

TE 021 201	เทคโนโลยีชีวภาพเบื้องต้น Introductory Biotechnology	2(2-0-4)
TE 022 101	หลักการพื้นฐานทางวิศวกรรม Basic Engineering Principles	2(2-0-4)
TE 022 102	การถ่ายโอนโมเมนตัม ความร้อนและมวลสำหรับวิศวกรรมกระบวนการ Momentum, Heat and Mass Transfer for Process Engineering	3(3-0-6)
TE 022 103	ปฏิบัติการวิศวกรรมกระบวนการ Process Engineering Laboratory	1(0-3-2)
TE 022 201	การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพและความปลอดภัย The Use of Instruments in Biotechnology and Safety	2(2-0-4)
TE 022 202	ปฏิบัติการการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพและความปลอดภัย The Use of Instruments in Biotechnology Laboratory and Safety	1(0-3-2)
TE 022 203	หลักเทคโนโลยีชีวภาพ Principles of Biotechnology	2(2-0-4)
TE 022 204	ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ 1 Biotechnology Laboratory I	1(0-3-2)
TE 023 101	กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 1 Downstream Processing and Unit Operations I	2(2-0-4)
TE 023 102	หลักวิศวกรรมชีวเคมี Principles of Biochemical Engineering	2(2-0-4)
TE 023 103	ปฏิบัติการหลักวิศวกรรมชีวเคมี Principles of Biochemical Engineering Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 104	กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 2 Downstream Processing and Unit Operations II	2(2-0-4)

TE 023 105	ปฏิบัติการกระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ Downstream Processing and Unit Operations Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 201	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ Applications of Biotechnology	2(2-0-4)
TE 023 202	ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ 2 Biotechnology Laboratory II	1(0-3-2)
TE 023 203	สถิติและการออกแบบการทดลองสำหรับนักเทคโนโลยี Statistics and Experimental Design for Technologists	3(3-0-6)
TE 023 301	หลักมูลของพันธุวิศวกรรม Fundamental Genetic Engineering	2(2-0-4)
TE 023 302	ปฏิบัติการหลักมูลของพันธุวิศวกรรม Fundamental Genetic Engineering Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 401	โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของวัสดุชีวภาพ Structure and Physicochemical Changes of Biological Materials	2(2-0-4)
TE 023 402	เทคโนโลยีของเอนไซม์ Enzyme Technology	2(2-0-4)
TE 023 403	ปฏิบัติการเทคโนโลยีของเอนไซม์ Enzyme Technology Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 501	มลพิษและการกำจัดของเสีย Pollution and Waste Treatment	2(2-0-4)
TE 023 502	ปฏิบัติการมลพิษและการกำจัดของเสีย Pollution and Waste Treatment Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 601	การประกันคุณภาพสำหรับนักเทคโนโลยีชีวภาพ Quality Assurance for Biotechnologists	2(2-0-4)
TE 024 101	การออกแบบโรงงานด้านอุตสาหกรรมเกษตร Agro-Industrial Plant Design	3(3-0-6)
TE 024 761	สัมมนาทางเทคโนโลยีชีวภาพ Biotechnology Seminar	1(1-0-2)

ชุดวิชากระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ ประกอบด้วยรายวิชา TE 023 101 กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 1 รายวิชา TE 023 104 กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 2 และรายวิชา TE 023 105 ปฏิบัติการกระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ

### (3) กลุ่มวิชาฝึกงานและสหกิจศึกษา (6 หน่วยกิต)

นักศึกษาต้องเรียนและสอบผ่านรายวิชาต่อไปนี้

TE 024 773	การจัดทำข้อเสนอโครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ Preparation for Biotechnological Project Proposal	1(1-0-2)
TE 024 774	โครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ Project in Biotechnology	4(0-12-8)
TE 024 785	สหกิจศึกษาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ Co-operative Education for Biotechnology	6 หน่วยกิต
TE 024 796	การฝึกงานทางเทคโนโลยีชีวภาพ Practical Work in Biotechnology	1 หน่วยกิต

- แผนฝึกงานและทำโครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพให้เรียนรายวิชา TE 024 773 การจัดทำข้อเสนอโครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ TE 024 774 โครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ และ TE 024 796 การฝึกงานทางเทคโนโลยีชีวภาพ

- แผนสหกิจศึกษาให้เรียนรายวิชา TE 024 785 สหกิจศึกษาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

### (4) กลุ่มวิชาเลือก (ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต)

นักศึกษาต้องเลือกเรียนและสอบผ่านรายวิชาดังต่อไปนี้ หรือรายวิชาที่สาขาวิชาฯ จะเปิดเพิ่มเติม ภายหลังไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต

TE 023 204	เรื่องคัดสรรทางเทคโนโลยีชีวภาพ Selected Topics in Biotechnology	2(2-0-4)
TE 023 205	เทคโนโลยีพรีไบโอติกและโพรไบโอติก Prebiotic and Probiotic Technology	1(1-0-2)
TE 023 303	เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุล Molecular Biotechnology	2(2-0-4)
TE 023 404	หลักการเทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช Principles in Plant Biotechnology	2(2-0-4)
TE 023 503	การใช้ประโยชน์จากของเสีย Waste Utilization	2(2-0-4)
TE 023 504	เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการผลิตแก๊สชีวภาพ Biotechnology for Biogas Production	1(1-0-2)
TE 023 505	เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันชีวภาพและไบโอดีเซล Bio-oil and Biodiesel Production Technology	1(1-0-2)
TE 023 506	เทคโนโลยีการผลิตไบโอเอทานอล Bioethanol Production Technology	1(1-0-2)
TE 023 602	เทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ Biotechnology in the Feed Industry	1(1-0-2)

TE 023 603	เทคโนโลยีการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ Alcoholic Beverage Production Technology	2(2-0-4)
TE 023 604	ปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ Alcoholic Beverage Production Technology Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 605	เทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมอาหาร Biotechnology in Food Industry	2(2-0-4)
TE 023 606	ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมอาหาร Biotechnology in Food Industry Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 607	เทคโนโลยีพอลิเมอร์ชีวภาพ Biopolymer Technology	2(2-0-4)
TE 023 608	สุขศาสตร์อุตสาหกรรม Industrial Hygiene	2(2-0-4)
TE 023 609	เทคโนโลยีการผลิตน้ำตาลและแป้งและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง Sugar and Starch Production Technologies and Related Products	2(2-0-4)

### 3) หมวดวิชาเลือกเสรี

ให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชาเลือกเสรีที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัยขอนแก่น หรือสถาบันการศึกษาอื่น จำนวนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต



### 3. โปรแกรมการศึกษา

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต
LI 101 001	ภาษาอังกฤษ 1 English I	3(3-0-6)
GE 341 511	การคิดเชิงคำนวณและเชิงสถิติสำหรับเอบีซีดี Computational & Statistical Thinking for ABCD	3(2-2-5)
SC 101 007	ชีววิทยาทั่วไป General Biology	3(3-0-6)
SC 101 008	ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป General Biology Laboratory	1(0-2-1)
SC 201 006	ปฏิบัติการเคมีทั่วไป General Chemistry Laboratory	1(0-3-2)
SC 201 008	เคมีหลักมูล Fundamental Chemistry	3(3-0-6)
SC 501 000	ฟิสิกส์เบื้องต้น Elementary Physics	3(3-0-6)
SC 501 003	ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 General Physics Laboratory I	1(0-3-2)
รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน		18
รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม		18

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต
GE 321 415	ทักษะการเรียนรู้ Learning Skills	3(3-0-6)
CP 001 001	เอบีซีดีสำหรับทุกวิชาชีพ ABCD for All Professions	3(2-2-5)
LI 101 002	ภาษาอังกฤษ 2 English II	3(3-0-6)
SC 201 101	เคมีอินทรีย์พื้นฐาน Basic Organic Chemistry	3(3-0-6)
SC 201 102	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พื้นฐาน Basic Organic Chemistry Laboratory	1(0-3-2)
SC 401 001	คณิตศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ Mathematics for Health science	3(3-0-6)
TE 021 201	เทคโนโลยีชีวภาพเบื้องต้น Introductory Biotechnology	2(2-0-4)
XXX XXX	วิชาเลือกเสรี Free Elective	3
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน</b>		<b>21</b>
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม</b>		<b>39</b>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต
BS 951 102	ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการขั้นต้น Elementary to Business and Entrepreneurship	3(3-0-6)
LI 102 003	ภาษาอังกฤษ 3 English III	3(3-0-6)
SC 202 302	เคมีฟิสิกส์เชิงชีวภาพ Biophysical Chemistry	3(2-3-6)
SC 803 305	ชีวเคมีพื้นฐาน Basic Biochemistry	3(3-0-6)
SC 803 306	ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน Basic Biochemistry Laboratory	1(0-3-2)
TE 022 101	หลักการพื้นฐานทางวิศวกรรม Basic Engineering Principles	2(2-0-4)
TE 022 201	การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพและความปลอดภัย The Use of Instruments in Biotechnology and Safety	2(2-0-4)
TE 022 202	ปฏิบัติการการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพและความปลอดภัย The Use of Instruments in Biotechnology Laboratory and Safety	1(0-3-2)
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน</b>		<b>18</b>
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม</b>		<b>57</b>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต
GE 363 789	ผู้ประกอบการสร้างสรรค์ Creative Entrepreneurs	3(3-0-6)
LI 102 004	ภาษาอังกฤษ 4 English IV	3(3-0-6)
SC 202 401	เคมีวิเคราะห์ 2 Analytical Chemistry II	2(2-0-4)
SC 202 402	ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 Analytical Chemistry Laboratory II	1(0-3-2)
SC 702 101	จุลชีววิทยาทั่วไป General Microbiology	3(3-0-6)
SC 702 102	ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป General Microbiology Laboratory	1(0-3-2)
TE 022 102	การถ่ายโอนโมเมนตัม ความร้อน และมวลสำหรับวิศวกรรมกระบวนการ Momentum, Heat and Mass Transfer for Process Engineering	3(3-0-6)
TE 022 103	ปฏิบัติการวิศวกรรมกระบวนการ Process Engineering Laboratory	1(0-3-2)
TE 022 203	หลักเทคโนโลยีชีวภาพ Principles of Biotechnology	2(2-0-4)
TE 022 204	ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ 1 Biotechnology Laboratory I	1(0-3-2)
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน</b>		<b>20</b>
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม</b>		<b>77</b>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต
LI 202 009	ภาษาอังกฤษสำหรับการสื่อสารในวิชาชีพ English for Professional Communications	3(3-0-6)
SC 703 113	สรีรวิทยาของจุลินทรีย์ Microbial Physiology	3(3-0-6)
SC 703 114	ปฏิบัติการสรีรวิทยาของจุลินทรีย์ Microbial Physiology Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 101	กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 1 Downstream Processing and Unit Operations I	2(2-0-4)
TE 023 104	กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 2 Downstream Processing and Unit Operations II	2(2-0-4)
TE 023 105	ปฏิบัติการกระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ Downstream Processing and Unit Operations Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 201	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ Applications of Biotechnology	2(2-0-4)
TE 023 202	ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ 2 Biotechnology Laboratory II	1(0-3-2)
TE 023 301	หลักมูลของพันธุวิศวกรรม Fundamental Genetic Engineering	2(2-0-4)
TE 023 302	ปฏิบัติการหลักมูลของพันธุวิศวกรรม Fundamental Genetic Engineering Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 401	โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของวัสดุชีวภาพ Structure and Physicochemical Changes of Biological Materials	2(2-0-4)
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน</b>		<b>20</b>
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม</b>		<b>97</b>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต
EN 003 102	การเตรียมความพร้อมในการทำงานและการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง Work Preparation and Continuing Self-development	3(3-0-6)
TE 023 102	หลักวิศวกรรมชีวเคมี Principles of Biochemical Engineering	2(2-0-4)
TE 023 103	ปฏิบัติการหลักวิศวกรรมชีวเคมี Principles of Biochemical Engineering Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 203	สถิติและการออกแบบการทดลองสำหรับนักเทคโนโลยี Statistics and Experimental Design for Technologists	3(3-0-6)
TE 023 402	เทคโนโลยีของเอนไซม์ Enzyme Technology	2(2-0-4)
TE 023 403	ปฏิบัติการเทคโนโลยีของเอนไซม์ Enzyme Technology Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 501	มลพิษและการกำจัดของเสีย Pollution and Waste Treatment	2(2-0-4)
TE 023 502	ปฏิบัติการมลพิษและการกำจัดของเสีย Pollution and Waste Treatment Laboratory	1(0-3-2)
TE 023 601	การประกันคุณภาพสำหรับนักเทคโนโลยีชีวภาพ Quality Assurance for Biotechnologists	2(2-0-4)
TE 023 XXX	รายวิชาจากกลุ่มวิชาเลือก Elective Course	3
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน</b>		<b>20</b>
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม</b>		<b>117</b>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต ฝึกงาน	หน่วยกิต สหกิจศึกษา
GE 142 145	ภาวะผู้นำและการจัดการ Leadership and Management	3(3-0-6)	3(3-0-6)
TE 024 101	การออกแบบโรงงานด้านอุตสาหกรรมเกษตร Agro-Industrial Plant Design	3(3-0-6)	3(3-0-6)
TE 024 761	สัมมนาทางเทคโนโลยีชีวภาพ Biotechnology Seminar	1(1-0-2)	1 (1-0-2)
TE 024 773	การจัดทำข้อเสนอโครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ Preparation for Biotechnological Project Proposal	1(1-0-2)	-
TE 024 796	การฝึกงานทางเทคโนโลยีชีวภาพ Practical Work in Biotechnology	1	-
TE 023 XXX	รายวิชาจากกลุ่มวิชาเลือก Elective Course	3	3
XXX XXX	วิชาเลือกเสรี Free Elective	3	3
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน</b>		<b>15</b>	<b>13</b>
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม</b>		<b>132</b>	<b>130</b>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต ฝึกงาน	หน่วยกิต สหกิจศึกษา
TE 024 774	โครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ Project in Biotechnology	4(0-12-8)	-
TE 024 785	สหกิจศึกษาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ Co-operative Education for Biotechnology	-	6
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตลงทะเบียนเรียน</b>		<b>4</b>	<b>6</b>
<b>รวมจำนวนหน่วยกิตสะสม</b>		<b>136</b>	<b>136</b>

## 4. คำอธิบายรายวิชา

BS 951 102 ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการขั้นต้น

3(3-0-6)

Elementary to Business and Entrepreneurship

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

ความหมายของธุรกิจสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการดำเนินธุรกิจการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจ โครงสร้างองค์การการจัดการด้านทรัพยากรบุคคลการสั่งการและอำนาจการภาวะผู้นำการจูงใจมุ่งผลงานการจัดการด้านการตลาดการจัดการด้านการผลิตและดำเนินงานในภาคธุรกิจการจัดการด้านบัญชีและการเงินธุรกิจ จริยธรรมธุรกิจและความรับผิดชอบต่อสังคมของธุรกิจ

Definition and basic concepts of business, type and operation of business, the impact of environment on business, entrepreneur, characteristic of entrepreneur, importance, and nature of management, principles of management and the moral responsibility of business

EN 003 102 การเตรียมความพร้อมในการทำงานและการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง 3(3-0-6)

Work Preparation and Continuing Self-development

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับการพัฒนาประเทศ จริยธรรมและจรรยาบรรณ องค์การและการจัดการ การบริหารการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน การสร้างแรงจูงใจ การคิดเชิงวิพากษ์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ การพัฒนานวัตกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสมัยใหม่ การเขียนประวัติและจดหมายสมัครงาน การเขียนรายงานและการนำเสนอ การพัฒนาบุคลิกภาพสู่ความเป็นผู้นำ

Human resource development for country development, code of ethics and conduct, organization and management, change management for sustainable development, continuous improvement, occupational health and safety, creating motivation, critical and creative thinking, innovation development, modern information and communication technology, writing of curriculum vitae and application letter, report writing and presentation, personality development for leadership

GE 142 145 ภาวะผู้นำและการจัดการ

3(3-0-6)

Leadership and Management

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับภาวะผู้นำ บุคลิกภาพ ลักษณะ และบทบาทผู้นำ การสร้างทีมงานและการทำงานเป็นทีม หลักการและทฤษฎีการจัดการ การจัดการตัวเอง การจัดการภาวะวิกฤต การจัดการการเปลี่ยนแปลง การจัดการความขัดแย้ง การจัดการเชิงกลยุทธ์ แนวทางการพัฒนาภาวะผู้นำและการจัดการ



Concepts and theories of leadership, personalities, characteristics and roles of Leadership, team building and team working, principle and theories of management, self-management, crisis management, change management, conflict management, strategic management, development of leadership and management

**GE 321 415 ทักษะการเรียนรู้**

**3(3-0-6)**

**Learning Skills**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

แนวคิดและความสำคัญของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การรู้ดิจิทัล การคิดเชิงวิเคราะห์การคัดสรรแหล่งสารสนเทศ การแสวงหาสารสนเทศ การประเมิน วิเคราะห์ การเขียนและนำเสนอในเชิงวิชาการ จรรยาบรรณและความเที่ยงตรงทางวิชาการ

Concept and importance of the 21st century learning skills, digital literacy, analytical thinking, selection of information sources, information seeking, evaluation, analysis, academic writing and presentation, academic ethics and integrity

**GE 341 511 การคิดเชิงคำนวณและเชิงสถิติสำหรับเอบีซีดี**

**3(2-2-5)**

**Computational & Statistical Thinking for ABCD**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและเชิงสถิติสำหรับการแก้ปัญหา การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา หลักการสร้างขั้นตอนวิธีและโมเดล เทคโนโลยีดิจิทัลและเครื่องมือในการแก้ปัญหา การเขียนโปรแกรมและกระบวนการแก้ปัญหา การประเมินผลและปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา จริยธรรมทางวิชาการ การเขียนในเชิงวิชาการ การนำเสนอ

Concepts of computational and statistical thinking for problem solving, analyzing the problem situations, producing algorithms and models, digital technology and tools for problem solving, programming and problem solving process, assessment and improvement of problem solving process, academic ethics, academic writing, presentation and critique

**CP 001 001 เอบีซีดีสำหรับทุกวิชาชีพ**

**3(2-2-5)**

**ABCD for All professions**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

แนะนำเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับการจัดการข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ การรักษาความมั่นคงและความเป็นส่วนตัวของข้อมูล สกุลเงินดิจิทัลขั้นแนะนำ บล็อกเชนขั้นแนะนำ สัญญาอัจฉริยะขั้นแนะนำ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

Introduction to digital technology for data management, data processing, applying artificial intelligence, cloud computing, data security and data privacy, introduction of cryptocurrency, introduction of blockchain, introduction of smart contract, example applications in various areas

GE 363 789 ผู้ประกอบการสร้างสรรค์

3(3-0-6)

**Creative Entrepreneurs**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

คุณลักษณะผู้ประกอบการ หลักจริยธรรมสำหรับผู้ประกอบการ ความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร การสร้างแรงจูงใจ การตัดสินใจ การวิเคราะห์ตลาด การหาแหล่งทุน การวางแผนธุรกิจ การสร้างแบรนด์ และ เครื่องหมายการค้า การบัญชีเบื้องต้น การชำระภาษี และการประเมินผลประกอบการ

Entrepreneurship characteristic, morals for entrepreneurs, corporate social responsibility, motivation, decision making, marketing analysis, investment fund, business plan, branding & trademark, basic accounting, tax payment, and business evaluation

LI 101 001 ภาษาอังกฤษ 1

3(3-0-6)

**English I**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

พัฒนาทักษะการอ่าน เขียน พูด ฟัง ในชีวิตประจำวัน การเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับตนเอง การแสดงความรู้สึก การบรรยายบุคลิกภาพ การบรรยายลักษณะคน สิ่งของ สถานที่ การตรวจสอบความเข้าใจ ความหมาย การบอกเล่าประสบการณ์ (โดยรวมเนื้อหาระดับ 1 ถึงระดับ 5)

Development of reading, writing, speaking, and listening skills for use in every-day life; expressing feelings; describing personalities, human characteristics, objects, places; inspecting and understanding meanings and relating experiences (Levels 1 to 5)

LI 101 002 ภาษาอังกฤษ 2

3(3-0-6)

**English II**

เงื่อนไขของรายวิชา: 000 101 หรือ LI 101 001 หรือ เทียบเท่า

ทักษะการฟัง พูด อ่าน เขียน ในบริบทเชิงวิชาการเบื้องต้น การแสดงความรู้สึก การตั้งคำถาม การเปรียบเทียบ และการแสดงความคิดเห็น (โดยรวมเนื้อหาระดับ 2 ถึงระดับ 6)

Listening, speaking, reading and writing skills in basic academic contexts: expressing feelings, asking questions, making comparison and contrast; and expressing ideas. (Levels 2 to 6)

LI 102 003 ภาษาอังกฤษ 3

3(3-0-6)

**English III**

เงื่อนไขของรายวิชา: 000 102 หรือ LI 101 002 หรือ เทียบเท่า

ทักษะการฟัง พูด อ่าน เขียน เชิงวิชาการ การนำเสนอ การอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การตีความ การเข้าใจความหมายจากบริบท การจับใจความสำคัญ (โดยรวมเนื้อหาระดับ 3 ถึงระดับ 7)

Academic English skills in listening, speaking, reading, writing, presentation, discussion, expressing ideas, interpretation, understanding context clues, finding main ideas (Levels 3 to 7)

LI 102 004 ภาษาอังกฤษ 4

3(3-0-6)

English IV

เงื่อนไขของรายวิชา: 000 103 หรือ LI 102 003 หรือ เทียบเท่า

ทักษะการฟัง พูด อ่าน เขียนเชิงวิชาการขั้นสูง การฟังบรรยาย การแสดงความคิดเห็นกับเรื่องราวต่างๆ การพูดเพื่อโน้มน้าว การรายงานสถานการณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสาร การเขียนเรียงความ (โดยรวมเนื้อหา ระดับ 4 ถึงระดับ 8)

Listening, speaking, reading and writing skills focusing on academic uses, expressing opinions on given themes, inducing speaking, reporting situations, analyzing information, and essay writing. (Level 4 to 8)

LI 202 009 ภาษาอังกฤษสำหรับการสื่อสารในวิชาชีพ

3(3-0-6)

English for Professional Communications

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

โครงสร้างภาษาอังกฤษ คำศัพท์ หลักการอ่าน การฟัง การพูด การเขียน การนำเสนอ การค้นคว้าข้อมูล โดยใช้ภาษาอังกฤษ การวิเคราะห์ข้อมูล และการวิจารณ์ประเด็นในบริบทของอาชีพ

English language structures, vocabulary, principles of reading, listening, speaking, writing, presenting, research of information in English, analysis of English information and criticism of issues in the professional contexts.

SC 101 007 ชีววิทยาทั่วไป

3(3-0-6)

General Biology

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

หลักการทางชีววิทยา โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ พลังงานกับชีวิต ความต่อเนื่องของชีวิตและพันธุศาสตร์ การสืบพันธุ์และการพัฒนาการหลังการปฏิสนธิ โครงสร้างและสรีรวิทยาของสัตว์ นิเวศวิทยา และกิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศ

Principles of biology, structure and function of cells, energy and life, continuity of life and genetics, animal reproduction and development, structure and physiology of animals, ecology and human activities on ecosystem

SC 101 008 ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป

1(0-2-1)

General Biology Laboratory

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 101 007 หรือรายวิชาควบ SC 101 007

การทดลองปฏิบัติการให้สอดคล้องกับวิชา SC 101 007 ชีววิทยาทั่วไป

Laboratory experiments to accompany SC 101 007 General Biology

SC 201 006

ปฏิบัติการเคมีทั่วไป

1(0-3-2)

General Chemistry Laboratory

เงื่อนไขของรายวิชา : รายวิชาควบ SC 201 005 หรือ รายวิชาควบ SC 201 007 หรือ  
รายวิชาควบ SC 201 008

ปฏิบัติการเกี่ยวกับเนื้อหาในวิชา SC 201 005 เคมีทั่วไป (General Chemistry) SC 201 007 เคมีพื้นฐาน (Basic Chemistry) และ SC 201 008 เคมีหลักมูล (Fundamental Chemistry) ได้แก่ เทคนิคพื้นฐานสำหรับปฏิบัติการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ การหาสูตรโมเลกุลของเกลือไฮเดรตการประยุกต์ใช้กฎของแก๊ส เพื่อหาน้ำหนักโมเลกุล โครงสร้างภายในของของแข็ง การหาน้ำหนักโมเลกุลของสารที่ไม่ระเหยและไม่แตกตัวในตัวทำละลายโดยวิธีหาจุดเยือกแข็ง อุณหเคมี เซลล์กัลวานิก การหาอันดับของปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์การไทเทรตกรด/เบสและการเตรียมสารละลายเบสมาตรฐาน การวิเคราะห์เชิงคุณภาพสำหรับแอนไอออน และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพสำหรับแคตไอออน

The laboratory experiments related to contents in SC 201 005 (General Chemistry) , SC 201 007 (Basic Chemistry) and SC 201 008 (Fundamental Chemistry) such as basic techniques for chemistry laboratory, stoichiometry, determination of the formula of hydrate salts, application of gas law for molecular weight determination, internal structure of solids, molecular weight determination of non-volatile and undissociated compound by freezing point method, thermochemistry, galvanic cell, determination of reaction rate of hydrogen peroxide dissociation, acid/base titration and preparation of standard solution, quantitative analysis for anions and cations

SC 201 008 เคมีหลักมูล

3(3-0-6)

Fundamental Chemistry

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ SC 201 006

โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี ตารางธาตุและธาตุเรพรีเซนเททีฟ โลหะแทรนซิชัน ของแข็ง ปริมาณสัมพันธ์ ของเหลวและสารละลาย ระบบการถ่ายโอนอิเล็กตรอน แก๊ส จลนพลศาสตร์เคมี อุณหพลศาสตร์เคมี สมดุลเคมีและสมดุลไอออน เคมีนิวเคลียร์ มลพิษและสารมลพิษ

Atomic structure, chemical bonding, periodic table and representative elements, transition, solid, stoichiometry, liquid and solution, electron transferring system, gas, chemical kinetics, chemical thermodynamics, chemical and ionic equilibrium, nuclear chemistry and pollution and pollutant

SC 201 101 เคมีอินทรีย์พื้นฐาน

3(3-0-6)

Basic Organic Chemistry

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ SC 201 102

โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี ไฮบริดเซชัน กรด-เบส ไฮโดรคาร์บอน อัลเคน อัลคีน อัลไคน์ อะโรมาติก

สเตอริโอเคมี อัลคิลเฮไลด์ อัลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ อีพอกไซด์ อัลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ และ เอมีน

Atomic structure; Chemical bond; Polarity of bond and molecule; Functional groups; Structural writing; Alkanes; Cycloalkanes; Alkenes; Dienes; Polyenes; Alkynes; Benzene; Aromatic compounds; Alcohols and phenols; Ethers; Epoxides; Stereochemistry; Organic halides; Aldehydes and ketones ; Carboxylic acids and their derivatives; Amines

**SC 201 102 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พื้นฐาน 1(0-3-2)**

**Basic Organic Chemistry Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา : รายวิชาควบ SC 201 101

การตกผลึก การหาจุดหลอมเหลว จุดเดือดและการกลั่น โครมาโตกราฟี การสกัด ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว สเตอริโอเคมี แอกอฮอล์และฟีนอล อัลดีไฮด์และคีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอมีน และการสกัด น้ำมันหอมระเหยจากพืช

Crystallization, determination of melting point, boiling point and distillation, chromatography, saturated and unsaturated hydrocarbons, stereochemistry, alcohols and phenols, aldehydes and ketones, carboxylic acids, amines, and extraction of essential oils from plants

**SC 202 302 เคมีฟิสิกส์เชิงชีวภาพ 3(2-3-6)**

**Biophysical Chemistry**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

อุณหพลศาสตร์เคมีในระบบทางชีวภาพ การประยุกต์แผนภาพวัฏภาคและกฎวัฏภาคในทางชีวภาพ สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า จลนพลศาสตร์เคมีในระบบสิ่งมีชีวิต สารละลายอิเล็กโทรไลต์และเคมีไฟฟ้า ภาคปฏิบัติการเป็นการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาบรรยาย

Chemical thermodynamics in biological systems, biological applications of phase diagrams and phase rule, non-electrolyte solution, chemical kinetics in living systems, electrolyte solution and electrochemistry, practical experiments based upon these topics

**SC 202 401 เคมีวิเคราะห์ 2 2(2-0-4)**

**Analytical Chemistry II**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 201 001 หรือ SC 201 003 หรือ SC 201 005 หรือ SC 201 008 หรือ SC 201 009

ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์โดยปริมาตร หลักการวิเคราะห์ ข้อมูลในเชิงสถิติ การวิเคราะห์ขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาปริมาณโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์โดยปริมาตรซึ่งจะเน้นเกี่ยวกับการไทเทรต และการวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนัก ซึ่งจะเน้นเกี่ยวกับการตกตะกอน

Errors in quantitative analysis, statistical treatment of analytical data, fundamental of

analytical chemistry concerning quantitative analysis based on volumetric methods with emphasis on titrations and gravimetric methods with special emphasis on precipitation

**SC 202 402 ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2**

**1(0-3-2)**

**Analytical Chemistry Laboratory II**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 202 401 หรือรายวิชาควบ SC 202 401

ฝึกฝนให้นักศึกษาได้คุ้นเคยและเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคที่ถูกต้องของการวิเคราะห์โดยปริมาตรและโดยการชั่งน้ำหนัก การทดลองจะสอดคล้องกับเนื้อหาในวิชา SC 202 401 เคมีวิเคราะห์ 2

A laboratory course to acquaint students with proper techniques in volumetric and gravimetric analysis. Experiments are related to contents in SC 202 401 Analytical Chemistry II

**OSC 401 001 คณิตศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ**

**3(3-0-6)**

**Mathematics for Health Science**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

กำหนดการเชิงเส้นขั้นแนะนำ อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตวิเคราะห์ในระนาบ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์ของอนุพันธ์ ผลต่างของอนุพันธ์ ปริพันธ์และเทคนิคการหาค่าปริพันธ์ การประยุกต์ปริพันธ์ สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับที่หนึ่งและการประยุกต์

Introduction to linear programming, mathematical induction, analytic geometry in plane, limits and continuity of functions, derivatives and their applications, differential, integration and techniques of integration, application of integration, ordinary differential equations and their applications

**SC 501 000 ฟิสิกส์เบื้องต้น**

**3(3-0-6)**

**Elementary Physics**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

ทฤษฎีและการประยุกต์ของกลศาสตร์ กลศาสตร์ของไหล ความร้อนและอุณหพลศาสตร์กระแสไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ เสียง ทัศนศาสตร์ ฟิสิกส์อะตอม กัมมันตภาพรังสี

Theories and applications of mechanics, fluid mechanics, heat and thermodynamics, electric current electronics, acoustics, optics, physics, atomic radio activity

**SC 501 003 ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1**

**1(0-3-2)**

**General Physics Laboratory I**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

การวัดและการวิเคราะห์ข้อมูล การรวมแรงย่อย โมดูลัสแบบของยัง ลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย เครื่องชั่ง ความถ่วงจำเพาะ การวัดความหนืดของของเหลวโดยใช้กฎของสโตกส์ พลศาสตร์การหมุน สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้น การสั้นพ้องในท้ออากาศ และ การทดลองของเมลล์

Measurement and data analysis, component of force, Young's modulus, simple

pendulum, Westphal specific gravity balance, viscosity measurement using Stoke's law, rotational dynamics, coefficient of linear expansion, resonance in air columns and Meld's experiment

**SC 702 101 จุลชีววิทยาทั่วไป**

**3(3-0-6)**

**General Microbiology**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

หลักการทํางานและการเตรียมตัวอย่างสำหรับกล้องจุลทรรศน์ชนิดต่าง ๆ การเรียกชื่อและการจัดจำแนกประเภทของแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และสาหร่าย โภชนาการ การเจริญการตาย และการทำลายจุลินทรีย์ เมแทบอลิซึมและพันธุศาสตร์ของจุลินทรีย์ ภูมิคุ้มกันวิทยาและโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ จุลชีววิทยาของดิน น้ำ น้ำเสีย อาหาร นม และอุตสาหกรรม

Working principle and slide sample preparation of various types of microscope, nomenclature and classification of bacteria, fungi, viruses and algae, nutrition, growth, death and destruction of microorganisms, metabolism and microbial genetics, immunology and microbial disease, microbiology of soil, waste water food, milk and industry.

**SC 702 102 ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป**

**1(0-3-2)**

**General Microbiology Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

การใช้ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาขั้นแนะนำ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและการทำให้ปลอดเชื้อ เทคนิคบางอย่างทางจุลชีววิทยา การตรวจวัดและตรวจนับจุลินทรีย์ในน้ำดื่ม นํ้านมและอาหาร การใช้กล้องจุลทรรศน์ การศึกษาเชื้อรา การย้อมสีแบคทีเรีย การทำลายและการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

Introduction the use of microbiological laboratory, media preparation and sterilization, some microbiological techniques, determination and enumeration of microorganisms in drinking water, milk and food, use of microscope, study of fungi, bacterial staining, destruction and inhibition of microorganisms

**SC 703 113 สรีรวิทยาของจุลินทรีย์**

**3(3-0-6)**

**Microbial Physiology**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 702 101# หรือ SC 751 103#, SC 702 102# หรือ SC 751 104#

โครงสร้างของเซลล์จุลินทรีย์และหน้าที่ การขนส่งสารผ่านเข้าออกเซลล์จุลินทรีย์ การสร้างพลังงาน เอทีพี การเจริญของจุลินทรีย์และการควบคุม กระบวนการสร้างและสลายในแบคทีเรียที่สร้างอาหารได้เอง กระบวนการสร้างและสลายคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน ไขมัน กระบวนการสร้างกรดอะมิโน พิวรีนและพิริมิดีน การควบคุมการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต

Structures in microbial cells and their functions; microbial growth and regulation;

permeability and transport; adenosine triphosphate (ATP) production; metabolism of autotrophic bacteria; metabolisms of carbohydrate nitrogen, lipid; biosynthesis of amino acids, purine and pyrimidine; catabolite repression

**SC 703 114 ปฏิบัติการสรีรวิทยาของจุลินทรีย์ 1(0-3-2)**

**Microbial Physiology Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 703 113 หรือรายวิชาควบ SC 703 113

การศึกษาโครงสร้างเซลล์จุลินทรีย์และองค์ประกอบของเซลล์ โปรโตพลาสของแบคทีเรีย การกระตุ้นการสร้างและการงอกของเอนโดสปอร์ การวัดการเจริญของจุลินทรีย์ การเหนี่ยวนำและการยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์

Practical work on microbial cell structure and cell components; bacterial protoplast; activation of bacterial spore and germination; microbial growth measurement, enzyme induction and repression; and some environmental effects on microbial growth

**SC 803 305 ชีวเคมีพื้นฐาน 3(3-0-6)**

**Basic Biochemistry**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 201 101 หรือ SC 202 103 หรือ SC 201 103 หรือ SC 212 103 หรือ SC 201 103

ชีวเคมีพื้นฐานเกี่ยวกับเคมีของสารชีวโมเลกุล เอนไซม์และโคเอนไซม์ ชีวพลังงานและกลยุทธของเมแทบอลิซึมและการควบคุม เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต การขนส่งอิเล็กตรอนและออกซิเดทีฟฟอสโฟริเลชัน และการสังเคราะห์แสง เมแทบอลิซึมของลิปิด เมแทบอลิซึมของกรดอะมิโน เมแทบอลิซึมของกรดนิวคลีอิก การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ และการแสดงออกของยีน

Basic biochemistry regarding chemistry of biomolecules, enzymes and coenzymes, bioenergetics and the strategy of metabolism and regulation, carbohydrate metabolism, electron transport and oxidative phosphorylation, and photosynthesis, lipid metabolism, amino acid metabolism, nucleic acid metabolism, DNA synthesis and gene expression

**SC 803 306 ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 1(0-3-2)**

**Basic Biochemistry Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 201 101 และ รายวิชาควบ SC 803 305 หรือ SC 202 103 และ รายวิชาควบ SC 803 305 หรือ SC 202 104 และ รายวิชาควบ SC 803 305 หรือ SC 212 103 และ รายวิชาควบ SC 803 305

ปฏิบัติการซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิชาบรรยาย SC 803 305 ชีวเคมีพื้นฐาน

Laboratory related to contents of SC 803 305 Basic Biochemistry



TE 021 201 เทคโนโลยีชีวภาพเบื้องต้น

2(2-0-4)

**Introductory Biotechnology**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

ความหมายและวิวัฒนาการของเทคโนโลยีชีวภาพ จริยธรรมของนักเทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพในแง่มุมวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ความเกี่ยวข้องของสาขาเทคโนโลยีชีวภาพกับวิชาการด้านต่าง ๆ แนวโน้มของเทคโนโลยีชีวภาพในเชิงวิทยาศาสตร์และในเชิงวิศวกรรมศาสตร์ด้านต่าง ๆ

Definition and evolution of biotechnology, ethics of biotechnologist, biotechnology in scientific and engineering viewpoints, biotechnology in daily life, multidisciplinary of biotechnology, trends of biotechnology in science and engineering aspects

TE 022 101 หลักการพื้นฐานทางวิศวกรรม

2(2-0-4)

**Basic Engineering Principles**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

บทนำสู่วิศวกรรมกระบวนการ เครื่องมือในกระบวนการ และอุณหพลศาสตร์พื้นฐาน

Introduction to process engineering, process equipment and basic thermodynamics

TE 022 102 การถ่ายโอนโมเมนตัม ความร้อน และมวล

สำหรับวิศวกรรมกระบวนการ

3(3-0-6)

**Momentum, Heat and Mass Transfer for Process Engineering**

เงื่อนไขของรายวิชา: TE 022 101# และรายวิชาควบ TE 022 103

หลักการถ่ายโอนโมเมนตัม คุณสมบัติของของไหลนิวโตเนียนและของไหลนอนนิวโตเนียน ชนิดของการไหลของของไหลและเรย์โนลด์นัมเบอร์ สมดุลมวลโดยรวมและสมการต่อเนื่อง สมดุลพลังงานโดยรวม สมดุลโมเมนตัมโดยรวม หลักการถ่ายโอนความร้อนในสถานะคงตัวและในสถานะไม่คงตัว การประยุกต์การถ่ายโอนความร้อน หลักการถ่ายโอนมวล

Principles of momentum transfer, properties of Newtonian and non-Newtonian fluids, types of fluid flow and Reynolds number; overall mass balance and continuity equation, overall energy balance, overall momentum balance, principles of steady state heat transfer and unsteady state heat transfer, applications of heat transfer, principles of mass transfer

TE 022 103 ปฏิบัติการวิศวกรรมกระบวนการ

1(0-3-2)

**Process Engineering Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 022 102

การเขียนรายงานทางวิศวกรรม นิยามของตัวแปรในวิศวกรรมกระบวนการ การนำเสนอข้อมูลและการพิตกราฟ การทดลองหาค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ เครื่องวัดความหนืด ชุดเครื่องมือวัดอัตราการไหล การสูญเสียในระบบท่อเนื่องจากแรงเสียดทาน อัตราส่วนความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ การนำและการพาความร้อน การถ่าย

โอนความร้อนรวมและระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เครื่องทำความเย็น สัมประสิทธิ์การแพร่

Engineering report writing, definition of parameters in process engineering, data presentation and curve fitting, Reynolds number experiment, viscometer, flow measuring apparatus, friction loss in piping system, humidity ratio and relative humidity, conductive and convective heat transfer, overall heat transfer and thermodynamic system, heat exchanger, refrigerator, diffusivity coefficient

#### TE 022 201 การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพและความปลอดภัย 2(2-0-4)

##### The Use of Instruments in Biotechnology and Safety

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 022 202

บทนำ ความปลอดภัยในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่ง หม้อนึ่งแรงดันไอน้ำ ตู้บ่มร้อน ตู้บ่มแบบนิ่งและเขย่า กล้องจุลทรรศน์ ตู้ปลอดเชื้อและตู้ดูดควัน ปิเปตและปิเปตอัตโนมัติ แก๊สโครมาโตกราฟี พีเอชมิเตอร์ เครื่องหมุนเหวี่ยง ตู้แช่เยือกแข็ง และสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

Introduction, bio-safety in biotechnology, basic knowledge about scientific instruments including balance, autoclave, hot air oven, static and shaking incubator, microscope, laminar flow and fume cabinets, pipette and autopipette, gas chromatography, pH meter, centrifuge, freezer and spectrophotometer

#### TE 022 202 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพและความปลอดภัย 1(0-3-2)

##### The Use of Instruments in Biotechnology Laboratory and Safety

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 022 201

บทนำ ระเบียบและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือ ได้แก่ เครื่องชั่ง ตู้บ่มร้อน หม้อนึ่งแรงดันไอน้ำ ตู้บ่ม กล้องจุลทรรศน์ ปิเปตและปิเปตอัตโนมัติ แก๊สโครมาโตกราฟี พีเอชมิเตอร์ เครื่องหมุนเหวี่ยง และ สเปคโตรโฟโตมิเตอร์

Introduction, regulations and safety in laboratory, the use of instruments including balance, hot air oven, autoclave, incubator, microscope, pipette and autopipette, gas chromatography, pH meter, centrifuge and spectrophotometer

#### TE 022 203 หลักเทคโนโลยีชีวภาพ 2(2-0-4)

##### Principles of Biotechnology

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 201 101# และรายวิชาควบ TE 022 204

ความสำคัญและกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ วัตถุประสงค์ที่ใช้ในกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ การคัดเลือกและเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมกล้าเชื้อ ชนิดและลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพ การปรับปรุงสายพันธุ์ของจุลินทรีย์โดยเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ความรู้และเทคนิคพื้นฐานทางพันธุ

วิศวกรรมเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการเพิ่มผลผลิตโดยการควบคุมวิถีสังเคราะห์

Significance and biotechnology processes, biological raw materials used in biotechnology, screening and preservation of microorganisms, starter preparation, types and characteristics of biocatalysts, strain improvement of microorganism via mutagenesis, basic principle of genetic engineering techniques for improvement of microorganism and plant cell and animal cell and biotechnology application for increase products by metabolic pathway regulation

**TE 022 204 ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ 1 1(0-3-2)**

**Biotechnology Laboratory I**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 022 203

เทคนิคพื้นฐานการทำปฏิบัติการทางเทคโนโลยีชีวภาพ สารเคมีและการเตรียมสารเคมี เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในกระบวนการหมัก การคัดแยกและการเก็บรักษาจุลินทรีย์

Basic concept in biotechnological laboratory, chemical and solution preparations, analytical techniques of raw material, raw material preparation for fermentation process, isolation and preservation of microorganisms

**TE 023 101 กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 1 2(2-0-4)**

**Downstream Processing and Unit operations I**

เงื่อนไขของรายวิชา: TE 022 102# และรายวิชาควบ TE 023 104 และ TE 023 105

บทนำ การรวมและตกตะกอน การกรอง การแยกด้วยเมมเบรน การหมุนเหวี่ยง การสกัด การทำให้เซลล์แตก การดูดซับ, การดูดซึม และการกลั่น

Introduction, coagulation & flocculation, filtration, membrane separation, centrifugation, extraction, cell disruption, adsorption, absorption and distillation

**TE 023 102 หลักวิศวกรรมชีวเคมี 2(2-0-4)**

**Principles of Biochemical Engineering**

เงื่อนไขของรายวิชา: TE 022 102#, TE 022 203# และรายวิชาควบ TE 023 103

บทนำ รูปร่างและชนิดของถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ส่วนประกอบและการควบคุมถังปฏิกรณ์ชีวภาพ การกวนและการผสมในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ กำลังที่ต้องการในการกวน การฆ่าเชื้อในกระบวนการหมัก รูปแบบกระบวนการหมักแบบแบตช์ เฟดแบตช์ และต่อเนื่อง การถ่ายโอนออกซิเจนในเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพ กระบวนการหมักในสภาพของแข็ง หลักการและวิธีการขยายขนาด หลักการของไบโอเซนเซอร์ กระบวนการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เพื่อผลิตสารชีวภัณฑ์ แบบจำลองและการจำลองแบบกระบวนการทางชีวภาพ

Introduction, configuration and types of bioreactors, bioreactors components and

control, agitation and mixing in bioreactors, power required for agitation, sterilization in fermentation process, modes of batch, fed-batch and continuous fermentation, oxygen transfer in bioreactors, solid state fermentation process, principles and methods of scale up, principles of biosensors, process of plant cell and animal cell culture for bio-products, modeling and simulation of bioprocess

**TE 023 103 ปฏิบัติการหลักวิศวกรรมชีวเคมี 1(0-3-2)**

**Principles of Biochemical Engineering Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 102

การทดลองปฏิบัติการประกอบด้วย การศึกษารูปร่างและชนิดของถังหมัก รูปแบบการไหลและการใช้พลังงานในถังหมัก การฆ่าเชื้อในกระบวนการหมัก กระบวนการหมักแบบแบตช์ การถ่ายโอนออกซิเจนในถังหมัก กระบวนการหมักในสภาพของแข็ง การออกแบบถังหมัก หลักการและวิธีการในการขยายขนาด การจำลองแบบกระบวนการหมัก

The laboratory experiments consisted of configuration and types of fermenters, flow pattern and energy consumption in stirred tank bioreactor, sterilization sterilization in fermentation process, batch fermentation, oxygen transfer in fermenters, solid state fermentation process, design of fermenters, principles and methods of scale up, simulation of fermentation process

**TE 023 104 กระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 2 2(2-0-4)**

**Downstream Processing and Unit operations II**

เงื่อนไขของรายวิชา: TE 022 102# และรายวิชาควบ TE 023 101 และ TE 023 105

การระเหย การตกผลึก การทำให้แห้ง การแยกและการทำบริสุทธิ์ผลิตภัณฑ์โปรตีน การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์โปรตีน การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยแก๊สโครมาโตกราฟีและโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง การจำแนกคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์

Evaporation, crystallization, drying, separation and purification of protein, purified protein product assessment, assessments of product quality by gas chromatography and high performance liquid chromatography, chemical product classification

**TE 023 105 ปฏิบัติการกระบวนการหลังการผลิตและหน่วยปฏิบัติการ 1(0-3-2)**

**Downstream Processing and Unit operations Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 101 และ TE 023 104

การรวมและตกตะกอน การกรอง การทำให้เซลล์แตก การสกัด การกลั่น การดูดซับ การตกผลึก เจลฟิลเตรชันโครมาโตกราฟี โครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง อิเล็กโทรโฟรีซิส การอภิปรายผลปฏิบัติการ

Coagulation & flocculation, filtration, cell breakage, extraction, distillation, adsorption, crystallization, gel filtration chromatography, high performance liquid chromatography, electrophoresis, laboratory results discussions

TE 023 201 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ 2(2-0-4)

**Applications of biotechnology**

เงื่อนไขของรายวิชา: TE 022 203# และรายวิชาควบ TE 023 202

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพในด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม การเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร การดูแลสุขภาพ เภสัชภัณฑ์ และชีวเคมีภัณฑ์ รวมทั้ง การผลิตพลังงานชีวภาพ

Applications of biotechnology in various fields such as food and beverage industries, agriculture and agro-industry, medical healthcare, pharmaceuticals and biochemical products including biofuel production

TE 023 202 ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ 2 1(0-3-2)

**Biotechnology Laboratory II**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 201

ฝึกปฏิบัติการทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับฝึกการดำเนินงานวิจัย เช่น การเตรียมวัสดุและเครื่องมือ การเตรียมเชื้อ และกล้าเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การหมัก การเก็บตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆ รวมทั้ง การอภิปรายผล และสรุปผลการทดลอง

Biotechnology laboratory practice deal with research methodology such as materials and instrument arrangement, microbial and inoculum preparation, formulation of microbial medium, fermentation, sampling design and analytical methods including experimental discussion and conclusion

TE 023 203 สถิติและการออกแบบการทดลองสำหรับนักเทคโนโลยี 3(3-0-6)

**Statistics and Experimental Design for Technologists**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

บทนำ ความน่าจะเป็นและการแจกแจงข้อมูลทางสถิติ การทดสอบสมมติฐาน ระบบและวิธีการสุ่มตัวอย่าง การวางแผนการทดลองเมื่อมีประชากรสองกลุ่ม การวางแผนการทดลองแบบปัจจัยเดียว วิเคราะห์และประเมินผล การวางแผนการทดลองแบบหลายปัจจัย และการหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูล การใช้โปรแกรมทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

Introduction, probability and data distribution, hypothesis testing, sampling system and methods, experimental design for two-group population, experimental design for single factor, analysis and evaluation, experimental design for multiple factors, data correlation analysis, application of statistical program for data analysis

TE 023 204 เรื่องคัดสรรทางเทคโนโลยีชีวภาพ 2(2-0-4)

**Selected Topics in Biotechnology**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

หัวข้อด้านเทคโนโลยีและการวิทยาการทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพในสาขาต่าง ๆ ที่น่าสนใจในปัจจุบัน ซึ่ง

ครอบคลุมทางด้านอุตสาหกรรม การแพทย์และเภสัชกรรม การเกษตรและวิทยาการด้านมลภาวะสิ่งแวดล้อม และการควบคุม

Recent topics in biotechnology techniques and scientific knowledge in various areas of biotechnology such as industrial biotechnology, medical and pharmaceutical biotechnology, agricultural biotechnology and pollution and environment control

**TE 023 205 เทคโนโลยีพรีไบโอติกและโพรไบโอติก 1(1-0-2)**

### **Prebiotic and Probiotic Technology**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

นิยามและความสำคัญของพรีไบโอติกและโพรไบโอติก คุณลักษณะและการผลิตจุลินทรีย์โพรไบโอติก คุณลักษณะและการผลิตพรีไบโอติก การประเมินความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ การประยุกต์ใช้พรีไบโอติกและโพรไบโอติกในอุตสาหกรรม

Definition and the importance prebiotic and probiotic, characterization and production of probiotic microorganism, characterization and production of prebiotics, product safety assessment, applications of prebiotic and probiotic in industries

**TE 023 301 หลักมูลของพันธุวิศวกรรม 2(2-0-4)**

### **Fundamental Genetic Engineering**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 803 305# และรายวิชาควบ TE 023 302

โครงสร้างและการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก ที่ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม การสร้างดีเอ็นเอสายผสม การค้นหาและเตรียมชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่มียีนที่ต้องการ และนำมาโคลน ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอไรส การเตรียมดีเอ็นเอพาหะ ชนิดและการเตรียมเซลล์เจ้าบ้าน เทคนิคการนำดีเอ็นเอเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน และเทคนิคที่ใช้ในการตรวจติดตาม หรือเลือกเฟ้นเซลล์เจ้าบ้านที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสม การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอที่สนใจ เทคโนโลยีชีวสารสนเทศเบื้องต้น และการควบคุมความปลอดภัยในการใช้สิ่งมีชีวิตที่ได้รับการดัดแปลงยีนในเทคโนโลยีชีวภาพ

Structure and synthesis of nucleic acids as genetic material, construction of a recombinant DNA, identification and preparation of a gene of interest which is desired to be cloned, polymerase chain reaction, preparation of cloning vector, host cell preparation, gene transfer method, screening techniques for the desired clone, DNA sequencing, bioinformatics and safety regulations for using genetically modified organisms in biotechnology

**TE 023 302 ปฏิบัติการหลักมูลของพันธุวิศวกรรม 1(0-3-2)**

### **Fundamental Genetic Engineering Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 301

ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม เช่น การค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูลด้านชีววิทยาระดับโมเลกุลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และระบบฐานข้อมูลออนไลน์ การสกัดดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอจาก

สิ่งมีชีวิตการวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณของดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอที่สกัดได้ การเพิ่มปริมาณยีนที่ต้องการด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรส การเชื่อมต่อยีนที่สนใจกับดีเอ็นเอพาหะเพื่อสร้างพลาสมิดลูกผสม การส่งถ่ายยีนเข้าสู่แบคทีเรียและคัดเลือกแบคทีเรียที่ได้รับพลาสมิดลูกผสม การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนที่โคลนได้โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล การแสดงออกของโปรตีนลูกผสมในแบคทีเรียและวิเคราะห์ด้วยวิธี sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

Laboratory experiments correlated to genetic engineering techniques: searching and analyzing the molecular data using computer programs and online databases, DNA and RNA extraction from living organisms, qualitative and quantitative analyses of extracted DNA and RNA, targeted gene amplification by polymerase chain reaction (PCR), ligation of the gene of interest with the cloning vector to construct recombinant DNA, bacterial gene transfer and screening techniques for the desired clone, sequence analysis of the cloned gene using programs in molecular biology, recombinant protein expression in bacteria and analysis by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

**TE 023 303 เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุล**

**2(2-0-4)**

### **Molecular Biotechnology**

เงื่อนไขของรายวิชา: TE 023 301#

เทคโนโลยีดีเอ็นเอสายผสม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลด้านต่างๆ ได้แก่ ระบบการแสดงออกของยีนในโปรแคริโอตและยูแคริโอต ผลิตภัณฑ์ทางการค้าจากจุลินทรีย์ สารฆ่าแมลงจากจุลินทรีย์ การวินิจฉัยโรคระดับโมเลกุล วัคซีนและสารที่ใช้ในการบำบัดโรค การบำบัดสารมลพิษทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์จากชีวมวล การควบคุมการใช้ผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ ความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ การจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ

Recombinant DNA technology; applications of molecular biotechnology, gene expression in prokaryotes and eukaryotes, microbial synthesis of commercial products, microbial insecticides, molecular diagnostics, vaccines and therapeutic agents, bioremediation and biomass utilization; regulating the use of biotechnology, biosafety for modern biotechnology, patenting biotechnology inventions biosafety for modern biotechnology

**TE 023 401 โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของวัสดุชีวภาพ**

**2(2-0-4)**

### **Structure and Physicochemical Changes of Biological Materials**

เงื่อนไขของรายวิชา: SC 803 305#

โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของวัสดุชีวภาพ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมชีวภาพของพอลิแซคคาไรด์และลิกนิน โปรตีน ไขมัน สารให้กลิ่นรส สีธรรมชาติในอาหาร

Structure and physicochemical changes of biological materials and also the application in biotechnological industries of polysaccharides, lignin, proteins, lipids, flavor and color compounds

TE 023 402 เทคโนโลยีเอนไซม์

2(2-0-4)

### Enzyme technology

เงื่อนไขของรายวิชา : TE 022 203# และรายวิชาควบ TE 023 403

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเอนไซม์ การผลิตเอนไซม์ในระดับอุตสาหกรรม การทำเอนไซม์ให้บริสุทธิ์และการศึกษาลักษณะของเอนไซม์ การศึกษาจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ หลักการและวิธีการตรึงเอนไซม์ การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรม การแพทย์ และการตรวจวิเคราะห์

Introduction to enzyme, industrial production, purification and characterization of enzyme, kinetics of enzyme catalysis, principle and method in immobilization of enzymes, application and example of enzyme in industry, medicine and analysis

TE 023 403 ปฏิบัติการเทคโนโลยีของเอนไซม์

1(0-3-2)

### Enzyme technology laboratory

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 402

เทคนิคในการปฏิบัติการทางเอนไซม์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาใน TE 023 402 เช่น การผลิตเอนไซม์จากแบคทีเรีย ยีสต์ หรือ รา การทำเอนไซม์ให้บริสุทธิ์บางส่วน การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์ การตรึงเอนไซม์หรือเซลล์

Enzyme laboratory techniques in line with the content in TE 023 402 such as production of enzyme from bacteria, yeast or fungi, partial purification of enzyme, characterization of enzyme, immobilization of enzymes or microbial cells

TE 023 404 หลักการเทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช

2(2-0-4)

### Principles in Plant Biotechnology

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

บทนำ หลักพื้นฐานของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เครื่องมือและห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เทคนิคปลอดเชื้อ ชิ้นส่วนพืชและการทำให้ปลอดเชื้อ การขยายพันธุ์พืชโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การดัดแปลงพันธุกรรมพืช และแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับพืชดัดแปลงพันธุกรรม

Introduction, basic principle of plant tissue culture, equipment and culture room for tissue culture, plant tissue culture medium, sterile technique, explant and its surface sterilization, plant micropropagation using tissue culture, genetic modification of plants and biosafety regulation of genetically modified plants



TE 023 501 มลพิษและการกำจัดของเสีย

2(2-0-4)

**Pollution and Waste Treatment**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 502

การควบคุมมลพิษ ณ แหล่งกำเนิด เทคโนโลยีสะอาด การควบคุมและการกำจัดมลพิษน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางอุตสาหกรรมเกษตร การกำจัดสารพิษ การจัดการมลพิษทางเสียง มาตรฐานสิ่งแวดล้อม และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

Pollution control at source, clean technology, water, air, agro-industry pollution control and treatment, hazardous

TE 023 502 ปฏิบัติการมลพิษและการกำจัดของเสีย

1(0-3-2)

**Pollution and Waste Treatment Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 501

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ การจัดการของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตร เทคโนโลยีสะอาด และมาตรฐานการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

Wastewater quality analysis, anaerobic treatment of wastewater, agro-industry waste management, clean technology and environmental regulations

TE 023 503 การใช้ประโยชน์จากกากของเสีย

2(2-0-4)

**Waste Utilization**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

หลักการพื้นฐานของของเสีย บทนิยาม วัตถุประสงค์และแรงจูงใจ ข้อดี ข้อเสียการใช้ประโยชน์กากของเสีย คุณลักษณะของกากของเสีย เทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากกากของเสีย การใช้ประโยชน์กากของเสียจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม การเกษตร ปัญหาจากการใช้ประโยชน์กากของเสีย การประเมินต้นทุนการใช้ประโยชน์กากของเสีย

Basic principle of waste, definition, purposes, motivations, advantages, disadvantages, waste characterization, waste utilization technologies, utilization of waste from municipal, industry, agriculture, problems in waste utilization, cost-benefit evaluation of waste utilization

TE 023 504 เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการผลิตแก๊สชีวภาพ

1(1-0-2)

**Biotechnology for Biogas Production**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

ภาพรวมของเทคโนโลยีชีวภาพแบบไร้อากาศ จุลชีววิทยาและชีวเคมีของเทคโนโลยีชีวภาพแบบไร้อากาศ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อเทคโนโลยีชีวภาพแบบไร้อากาศ การผลิตแก๊สชีวภาพ ลักษณะของถังปฏิกรณ์แบบไร้อากาศเพื่อการผลิตแก๊สชีวภาพ การใช้ประโยชน์แก๊สชีวภาพ การผลิตแก๊สไฮโดรเจนโดยวิธีชีวภาพ

Overview of anaerobic biotechnology, microbiology and biochemistry of anaerobic biotechnology, environmental factors affecting anaerobic biotechnology, biogas production, anaerobic reactor configurations for biogas production, biogas utilization, bio-hydrogen production

TE 023 505 เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันชีวภาพและไบโอดีเซล 1(1-0-2)

**Bio-oil and Biodiesel Production Technology**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

น้ำมันชีวภาพ ไบโอดีเซล วัตถุประสงค์สำหรับการผลิตน้ำมันชีวภาพและไบโอดีเซล เคมีของน้ำมันชีวภาพ และไบโอดีเซล กระบวนการผลิตน้ำมันชีวภาพและไบโอดีเซล คุณสมบัติของน้ำมันชีวภาพและไบโอดีเซล การประยุกต์ใช้น้ำมันชีวภาพและไบโอดีเซล

Bio-oil, biodiesel, feedstock for bio-oil and biodiesel production, chemistry of bio-oil and biodiesel, bio-oil and biodiesel production processes, properties of bio-oil and biodiesel, application of bio-oil and biodiesel

TE 023 506 เทคโนโลยีการผลิตไบโอเอทานอล 1(1-0-2)

**Bioethanol Production Technology**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

บทนำ จุลชีววิทยาและชีวเคมีของการผลิตเอทานอล สารตั้งต้นเพื่อผลิตเอทานอลระดับอุตสาหกรรมและ กระบวนการบำบัดก่อนการผลิต ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมักเอทานอล กระบวนการหมักของการผลิตเอทานอลและผลพลอยได้ การคำนวณและการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการผลิตเอทานอล เทคนิคในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอล และการผลิตไบโอบิวทานอล

Introduction, microbiology and biochemistry of ethanol production, substrates for industrial ethanol production and pretreatment processes, factors influencing ethanol fermentation, fermentation processes for ethanol production and its by-products, calculation and analyses relating to ethanol production efficiency, techniques for improvement of ethanol production efficiency and biobutanol production

TE 023 601 การประกันคุณภาพสำหรับนักเทคโนโลยีชีวภาพ 2(2-0-4)

**Quality Assurance for Biotechnologists**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

หลักการ ความหมาย และความสำคัญของการประกันคุณภาพ การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ เครื่องมือในการจัดการกระบวนการผลิต มาตรฐานอุตสาหกรรมอาหาร มาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ มาตรฐานห้องปฏิบัติการ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานความปลอดภัยด้านชีวภาพ

Principles, definition and significance of quality assurance, statistical quality control, production management tools, food industry standards, quality management system standard, laboratory standard, industrial products standard, biosafety standard

**TE 023 602 เทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์**

**1(1-0-2)**

**Biotechnology in the Feed Industry**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

วัตถุประสงค์อาหารสัตว์ การประกอบสูตรอาหาร กระบวนการผลิตอาหารสัตว์ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์ ได้แก่ การประยุกต์ใช้สารเสริมชีวนะ และเอนไซม์

Feed raw materials, feed formulation, feed production process and application of biotechnology in feed quality improvement such as application of probiotics and enzymes

**TE 023 603 เทคโนโลยีการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์**

**2(2-0-4)**

**Alcoholic Beverage Production Technology**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 604

บทนำ จุลชีววิทยาและชีวเคมีของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การเสื่อมเสียและการย่อยสลายของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ กระบวนการผลิตเบียร์ กระบวนการผลิตไวน์ กระบวนการผลิตไวน์สปาร์กลิ่ง (sparkling wines) และไวน์ฟอร์ตีไฟด์ (fortified wines) กระบวนการผลิตสาเก กระบวนการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้าน กระบวนการผลิตสุรากลั่น เทคนิคพิเศษในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มาตรฐานอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

Introduction, microbiology and biochemistry of alcoholic beverage, spoilage and degradation of alcoholic beverages, beer brewing, winemaking, sparkling and fortified wines, sake production, production of traditional alcoholic beverages production of distilled spirits, special technique in alcoholic beverage production, standard of alcoholic beverage production in industry

**TE 023 604 ปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์**

**1(0-3-2)**

**Alcoholic Beverage Production Technology Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 603

การเตรียมกล้าเชื้อยีสต์และรา การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ การวิเคราะห์ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมดและสารสกัดทั้งหมดยกเว้นน้ำตาล การวิเคราะห์ปริมาณกรด การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่ม การผลิตไวน์ การผลิตสาโทและการติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก การย่อยสลายมอลต์เพื่อทำน้ำเวิร์ท การทดสอบด้านกลิ่นรสของเบียร์ การกลั่นและการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในส่วนหัว บอดี หาง ที่ได้ในสุรากลั่น

Preparation of yeast and fungal inocula, analysis of alcohol content, analysis of total extract and sugar-free extract, analysis of acid, analysis of total phenolic content, analysis of sulfur dioxide in beverages, winemaking, sato production and fermentation monitoring, mashing, sensory evaluation of beers, distillation and analysis of alcohols contents in head, body, tail of distilled spirits

**TE 023 605 เทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมอาหาร** **2(2-0-4)**

**Biotechnology in Food Industry**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 606

เทคโนโลยีชีวภาพในกระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม อาหารและเครื่องดื่มฟังก์ชัน จุลินทรีย์ที่พบในอาหาร เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ในอุตสาหกรรมอาหารและความปลอดภัยทางชีวภาพ

Biotechnology in food and drink industry, functional food and drink, food microorganisms, modern biotechnology in food industry and biosafety

**TE 023 606 ปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมอาหาร** **1(0-3-2)**

**Biotechnology in Food Industry Laboratory**

เงื่อนไขของรายวิชา: รายวิชาควบ TE 023 605

ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม การผลิตเอนไซม์และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร การตรวจสอบจุลินทรีย์ในอาหาร

Laboratory experiments related to food and drink production, production and use of enzyme in food industry, detection of food microorganisms

**TE 023 607 เทคโนโลยีพอลิเมอร์ชีวภาพ** **2(2-0-4)**

**Biopolymer Technology**

เงื่อนไขของรายวิชา : ไม่มี

ความเป็นมาของพอลิเมอร์ชีวภาพ โครงสร้าง คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี การผลิตพอลิเมอร์ชีวภาพรูปแบบต่าง ๆ เช่น พัลูลาน ไคติน ไคโตซาน เซลลูโลส ยางธรรมชาติ กรดพอลิไฮดรอกซีอัลคาโนอิก (พีเอชเอ) และโคพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ กรดแลคติก การย่อยสลายทางชีวภาพ การปรับปรุงคุณภาพ เทคโนโลยีและการนำไปใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ

Biopolymer history, structure, physical and chemical properties, biopolymer production in several forms such as pullulan, chitin, chitosan, cellulose, natural rubber, polyhydroxyalkanoic acid (PHA) and copolymer, polylactic acid, biopolymer degradation, quality improvement, technology and application in various industries

**TE 023 608 สุขศาสตร์อุตสาหกรรม** **2(2-0-4)**

**Industrial Hygiene**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

ความหมาย ความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการดำเนินงานสุขอนามัย สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และสิ่งคุกคามสุขภาพอนามัย โรคที่เกิดจากการประกอบอาชีพ ความปลอดภัยในการทำงานและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เออร์โกโนมิกส์ของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม หลักทั่วไปในการควบคุมโรคและการสุขาภิบาล องค์กรและกฎหมายที่เกี่ยวข้องในงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

Definition, history, objective, scope for environmental health work and health risk, occupational disease, work safety and personal protection equipment, ergonomics, general concepts for control and sanitary, sector and related law in industrial hygiene

**TE 023 609 เทคโนโลยีการผลิตน้ำตาลและแป้งและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง 2(2-0-4)**

**Sugar and Starch Production Technologies and Related Products**

เงื่อนไขของรายวิชา: ไม่มี

อุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลขั้นแนะนำ กระบวนการผลิตน้ำตาลจากอ้อย ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ในอุตสาหกรรมน้ำตาล ปัญหาในกระบวนการผลิตน้ำตาล อุตสาหกรรมผลิตแป้งขั้นแนะนำ กระบวนการผลิตแป้ง ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมแป้งและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

Introduction to sugar industry, cane sugar production process, products from sugar industry and their related products, analysis in sugar industry, problems in sugar production process, introduction to starch industry, starch production process, products from starch industry and related products

**TE 024 101 การออกแบบโรงงานด้านอุตสาหกรรมเกษตร**

**3(3-0-6)**

**Agro-Industrial Plant Design**

เงื่อนไขของรายวิชา : TE 022 102#

บทนำ การออกแบบกระบวนการผลิต การเลือกเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ การออกแบบแผนผังติดตั้ง เครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ การกำหนดที่ตั้งและการออกแบบแผนผังโรงงาน การออกแบบระบบควบคุมและป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์การลงทุนของโครงการ ซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบโรงงาน

Introduction, production process design, equipment and machine selection, machine layout design, plant location and plant layout, environmental impact control, project investment analysis, software for plant design

**TE 024 761 สัมมนาทางเทคโนโลยีชีวภาพ**

**1(1-0-2)**

**Biotechnology Seminar**

เงื่อนไขของรายวิชา : TE 022 203# และ TE 023 201#

การค้นคว้าและการเรียบเรียงบทความวิจัยทางเทคโนโลยีชีวภาพที่น่าสนใจจากวารสารด้านเทคโนโลยีชีวภาพฉบับปัจจุบัน ที่สืบค้นจากฐานข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับและได้มาตรฐานสากล พร้อมกับการนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าต่อสาธารณชนได้อย่างมีคุณภาพ

Searching and compiling of interesting research articles from current international journals in the field of biotechnology which is searched from highly-recognized databases according to international standard, and delivering effective oral presentation in front of an audience

**TE 024 773 การจัดทำข้อเสนอโครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ**

**1(1-0-2)**

**Preparation for Biotechnological Project Proposal**

เงื่อนไขของรายวิชา : TE 022 201, TE 022 203, TE 023 102#, TE 023 401# หรือ  
ได้รับอนุญาตจากสาขาวิชา

การสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลวิชาการต่าง ๆ การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การวางแผนการทดลองในโครงการ การเขียนและนำเสนอข้อเสนอโครงการ

Information retrieval from various academic databases, literature review, planning for experimental works, report writing and presentation of project proposal

**TE 024 774 โครงการทางเทคโนโลยีชีวภาพ**

**4(0-12-8)**

**Project in Biotechnology**

เงื่อนไขของรายวิชา : TE 024 773

การดำเนินการทดลองต่อเนื่องจากข้อเสนอโครงการในรายวิชา TE 024 773 การวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลการทดลอง การเขียนรายงานและ การนำเสนอผลการทำโครงการ

Conducting the experiments which have been proposed in TE 024 773 , data analysis, concluding the experimental results, report writing and presentation of the results of the project

**TE 024 785 สหกิจศึกษาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ**

**6 หน่วยกิต**

**Co-operative Education for Biotechnology**

เงื่อนไขของรายวิชา : TE 022 201, TE 022 203, TE 023 102, TE 023 401 หรือได้รับ

อนุญาตจากสาขาวิชา

การฝึกปฏิบัติงานเต็มเวลาในสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพทั้งส่วนราชการและเอกชนที่ได้รับความเห็นชอบจากสาขาวิชา การดำเนินงานวิจัยในโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ การเขียนเค้าโครงงานวิจัย การนำเสนอและเขียนรายงานผลการวิจัยที่ดำเนินการ ณ สถานประกอบการ

Full-time participation in private or government organization associated with biotechnology that has been approved by the department, research project in biotechnology, proposal development, presentation and report of the work and research carried out at the organization

**TE 024 796 การฝึกงานทางเทคโนโลยีชีวภาพ**

**1 หน่วยกิต**

**Practical Work in Biotechnology**

เงื่อนไขของรายวิชา : TE 022 203#

การฝึกงานตามหน่วยงานของเอกชนหรือรัฐที่ได้รับความเห็นชอบจากสาขาวิชา เป็นเวลาอย่างน้อย 180 ชั่วโมงทำการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การเขียนรายงาน และ การนำเสนอผลงาน

Training in private or governmental organization approved by the department at least 180 working hours, data collection, data analysis, data construction, report writing and presentation