



หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา
(หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

คำนำ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 เป็นหลักสูตรที่ปรับปรุงจากหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554 และหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 ในลักษณะหลักสูตรบูรณาการภายใต้แนวคิดการบูรณาการการจัดการเรียนการสอนในศาสตร์กลุ่มเดียวกัน โดยการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ได้ปรับปรุงเนื้อหารายวิชาให้เหมาะสมแก่ผู้เรียน อีกทั้งเพื่อให้มีความทันสมัยต่อสภาพการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากและรวดเร็ว ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 จึงให้ความสำคัญกับการเรียนที่เน้นการปฏิบัติควบคู่ไปกับทฤษฎี เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ ทักษะและความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา เป็นการเพิ่มโอกาสให้กับผู้เรียนในการประกอบอาชีพภายหลังการสำเร็จการศึกษา อีกทั้งสอดคล้องกับความต้องการของตลาดและผู้บริโภคอันจะนำไปสู่ความเป็นสากลต่อไป

ทั้งนี้ทางหลักสูตร ขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้บริหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้การดำเนินงานปรับปรุงหลักสูตรในครั้งนี้ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยด้วยดีมา ณ โอกาสนี้

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
หมวดที่ 1	ข้อมูลทั่วไปของหลักสูตร	
	ชื่อหลักสูตร	1
	ชื่อปริญญาและสาขาวิชา	1
	แขนงวิชา/วิชาเอก	1
	จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร	1
	รูปแบบของหลักสูตร	2
	สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร	2
	การขอรับการประเมินเพื่อขึ้นทะเบียนหลักสูตร	3
	อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา	3
	ชื่อ ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	4
	สถานที่จัดการเรียนการสอน	5
	สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา	5
	ในการวางแผนพัฒนาหลักสูตร	
	ผลกระทบต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจ	7
	ของมหาวิทยาลัย	
	ความสัมพันธ์กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน	8
หมวดที่ 2	ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร	
	ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	9
	แผนพัฒนาปรับปรุง	11
หมวดที่ 3	ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร	
	ระบบการจัดการศึกษา	14
	การดำเนินการหลักสูตร	14
	หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน	17
	องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์วิชาชีพ (การฝึกงานหรือสหกิจศึกษา)	47
	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการวิจัยหรืองานวิจัย	48

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง		หน้า
หมวดที่ 4	ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอบและการประเมินผล	
	การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา	50
	ความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาในแต่ละชั้นปี	51
	การพัฒนาผลการเรียนรู้ในกลุ่มมาตรฐานผลการเรียนรู้หมวดศึกษาทั่วไป	53
	แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตร	57
	สูรยวิชาหมวดวิชาศึกษาทั่วไป (Curriculum Mapping)	
	การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้านหมวดวิชาเฉพาะ	60
	แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตร	64
สูรยวิชาของหมวดวิชาเฉพาะ (Curriculum Mapping)		
หมวดที่ 5	หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา	
	กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)	74
	กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา	74
	เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร	75
หมวดที่ 6	การพัฒนาคณาจารย์	
	การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่	76
	การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์	76
หมวดที่ 7	การประกันคุณภาพหลักสูตร	
	การกำกับมาตรฐาน	77
	บัณฑิต	77
	นักศึกษา	77
	อาจารย์	78
	หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน	79
	สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	79
	ตัวบ่งชี้การดำเนินงาน (Key Performance Indicators)	80

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง		หน้า
หมวดที่ 8	การประเมินและปรับปรุงการดำเนินงานของหลักสูตร	
	การประเมินประสิทธิผลของการสอน	82
	การประเมินหลักสูตรในภาพรวม	82
	การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร	82
	การทบทวนผลการประเมินและการวางแผนปรับปรุงหลักสูตร และแผนกลยุทธ์การสอน	82
	ภาคผนวก	ภาคผนวก ก คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร
ภาคผนวก ข คณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตร		88
ภาคผนวก ค ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและ อาจารย์ประจำหลักสูตร		92
ภาคผนวก ง ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ว่าด้วยการศึกษา ชั้นปริญญาตรี พ.ศ. 2563		119
ภาคผนวก จ ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ว่าด้วย การดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2563		134
ภาคผนวก ฉ ตารางเปรียบเทียบหลักสูตรเดิมกับหลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565		142
ภาคผนวก ช คำอธิบายรายวิชา		242
ภาคผนวก ซ สำเนาผลงานวิชาการตีพิมพ์เผยแพร่ของอาจารย์ ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร		290

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา
Bachelor of Science Program in Chemical and Biological Technology
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)

.....
ชื่อสถาบันอุดมศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
วิทยาเขต/คณะ/สำนัก/ภาควิชา : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หมวดที่ 1
ข้อมูลทั่วไปของหลักสูตร

1. ชื่อหลักสูตร

ภาษาไทย : หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา
ภาษาอังกฤษ : Bachelor of Science Program in Chemical and Biological
Technology

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

รหัสหลักสูตร : 25541431100998
ชื่อเต็ม (ไทย) : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา)
ชื่อย่อ (ไทย) : วท.บ. (เทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา)
ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Science (Chemical and Biological Technology)
ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.S. (Chemical and Biological Technology)

3. แขนงวิชา/วิชาเอก

- 3.1 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี
(Chemical Technology and Innovation)
- 3.2 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา
(Biological Technology and Innovation)

4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร

ไม่น้อยกว่า 122 หน่วยกิต

5. รูปแบบของหลักสูตร

5.1 รูปแบบ

หลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 (TQF) ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558

5.2 ประเภทของหลักสูตร

หลักสูตรระดับปริญญาตรีทางวิชาการ

5.3 ภาษาที่ใช้

การจัดการเรียนการสอนเป็นภาษาไทย โดยใช้เอกสารประกอบการสอนและตำรา ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

5.4 การรับเข้านักศึกษา

รับนักศึกษาไทย และนักศึกษาต่างประเทศ ที่มีความสามารถในการสื่อสารภาษาไทยได้เป็นอย่างดี ทั้งการฟัง พูด อ่าน และเขียน

5.5 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

เป็นหลักสูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

5.6 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว

6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 ปรับปรุงจาก หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554 และหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560

สภาวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้พิจารณาให้ความเห็นชอบในการประชุม ครั้งที่ 2 / 2565 เมื่อวันที่ 11 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้พิจารณาให้ความเห็นชอบหลักสูตรในการประชุม ครั้งที่ 3 / 2565 เมื่อวันที่ 18 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2565

เปิดสอนในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565

7. การขอรับการประเมินเพื่อขึ้นทะเบียนหลักสูตร

หลักสูตรมีความพร้อมที่จะขอรับการประเมินและเผยแพร่คุณภาพและมาตรฐานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 (TQF) ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 ในปี พ.ศ. 2567 หลังทำการเปิดสอนเป็นเวลา 2 ปี

8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 จะเป็นบัณฑิตที่มีความรู้ ทักษะ และสมรรถนะเชิงวิชาชีพ การปฏิบัติงานในหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ และธุรกิจเอกชนที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

8.1 นักออกแบบ คิดค้น และพัฒนานวัตกรรมทางเคมีและชีววิทยา

8.2 ประกอบอาชีพอิสระด้านการวิเคราะห์ ทดสอบ และค้นคว้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี และชีววิทยาของหน่วยงานต่าง ๆ

8.3 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ

8.4 เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

8.5 พนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม

8.6 นักวิทยาศาสตร์ประจำเครื่องมือ

8.7 ผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา

8.8 นักการตลาดเกี่ยวกับการขายเครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัสดุ และสารเคมี

8.9 นักวิชาการ นักวิจัย

8.10 ครู อาจารย์

8.11 ผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคของบริษัทที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ เคมี และชีววิทยา

9. ชื่อ ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษา จากสถาบัน	ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา
แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี						
1	นางวลีพรรณ รกิติกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์)	วท.ด.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2555
			วท.ม.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2551
			วท.บ.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2548
2	นางสาวจินดา ศิริตา	อาจารย์	วท.ด.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2551
			วท.ม.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2548
			วท.บ.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2542
3	นายบรรทด จอมสวรรค์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีวเคมี)	วท.ม.	การสอนวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	2550
			วท.บ.	ชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2539
แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา						
4	นายสันต์ มะโนเรือง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	ปร.ด.	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	2554
			วท.ม.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2539
			คบ.	ชีววิทยา	วิทยาลัยครูเชียงใหม่	2535
5	นายประเสริฐ ไวยะกา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	วท.ม.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2541
			วท.บ.	จุลชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2539
6	นางสาวสุนทรี กรโอชาเลิศ	อาจารย์	วท.ด.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2555
			วท.ม.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2549
			วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2546

10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

จัดการเรียนการสอนที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการทั้งของรัฐและเอกชน

11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนพัฒนาหลักสูตร

11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

สำหรับเศรษฐกิจของประเทศไทยในระยะเวลาที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงจากการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร จนมีแนวโน้มที่จะใช้ประโยชน์จากฐานความรู้และทรัพยากรธรรมชาติเพื่อสร้างนวัตกรรมให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ซึ่งแนวโน้มการพัฒนาเศรษฐกิจในลักษณะเดียวกันนี้กำลังเป็นทิศทางการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจโลกเช่นเดียวกัน ดังจะเห็นว่าโครงสร้างเศรษฐกิจของประเทศไทยหันมาปรับเปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรมไปสู่โครงสร้างการผลิตที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าและบริการเศรษฐกิจ ตาม (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) จึงจำเป็นต้องยึดกรอบแนวคิดและหลักการในการวางแผนที่สำคัญ ได้แก่ (1) การน้อมนำและประยุกต์ใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (2) คนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาอย่างมีส่วนร่วม (3) การสนับสนุนและส่งเสริมแนวคิดการปฏิรูปประเทศ และ (4) การพัฒนาสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน สังคมอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข ในปัจจุบันความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดทั้งการเปลี่ยนแปลงโอกาส ภัยคุกคามทางด้านเศรษฐกิจและสังคม อีกทั้งการเปิดเสรีทางการค้าทำให้เกิดการแข่งขันทั้งภายในและภายนอกประเทศ การพัฒนาการศึกษาและเพิ่มขีดศักยภาพในการผลิตบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถและมีคุณธรรมจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ ซึ่งยังสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 - 2579) ของกระทรวงศึกษาธิการ แผนกลยุทธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และเป้าหมายยุทธศาสตร์ของกรอบนโยบายของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่เน้นการส่งเสริมและเร่งรัดการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ให้เป็นพลังของประเทศ รวมทั้งการสร้างความตระหนักและพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมให้เป็นสังคมฐานความรู้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันหลายฝ่าย เช่น การปฏิรูประบบทรัพย์สินทางปัญญา การสนับสนุนการเงินแก่นักสร้างสรรค์และนักวิจัย เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถนำผลงานวิจัยและทรัพย์สินทางปัญญาไปพัฒนาต่อยอดการผลิตเป็นสินค้าและบริการสู่ตลาด การเตรียมบุคลากรที่มีความคิดสร้างสรรค์ อาทิ การปฏิรูประบบการศึกษา ปลูกฝังให้เยาวชนตระหนักในความสำคัญของทรัพย์สินทางปัญญา สร้างบุคลากรผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบในทางตรงและทางอ้อมต่อผู้ลงทุนภายในประเทศทั้งในภาครัฐและเอกชนให้เกิดการพัฒนาในด้านการค้นหา ปรับปรุง และพัฒนานวัตกรรม เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจโลกได้อย่างทันท่วงทีประกอบกับจากแนวความคิด “ประเทศไทย 4.0” ของรัฐบาลไทย ที่เน้นให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขันทางเศรษฐกิจระดับนานาชาติภายใต้ันนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งหลักสูตรเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยาจึงเน้นการส่งเสริมและเร่งรัดการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ให้เป็นพลังของ

ประเทศ รวมทั้งการสร้างความตระหนักและพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ นวัตกรรม ให้เป็นสังคมฐานความรู้ที่สำคัญต่อความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมหลากหลายด้าน ดังนั้นการผลิตบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะ ทางด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา จึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการพัฒนาประเทศ

11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

การวางแผนและปรับปรุงหลักสูตรค้ำประกันถึงแนวทางการพัฒนาของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ที่ต่างพากันมุ่งไปสู่ความทันสมัย โดยประเทศต่าง ๆ พากันพัฒนาชุมชนท้องถิ่นของตนเองเป็นอย่างมาก ประกอบกับการที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดให้เป็นทศวรรษแห่งการพัฒนาของโลก จึงส่ง ผลก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการคิดประดิษฐ์ นวัตกรรมใหม่ ๆ ด้วยการนำเอาเทคนิค แนวความคิด หรือวัตถุอื่น ๆ ของสังคมอื่น เข้ามาปรับใช้ให้ เหมาะสมเข้ากับชุมชนของตน ความเจริญของระบบการสื่อสารโทรคมนาคม ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็น ถึงความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ตลอดจนการแพร่กระจาย ทางวัฒนธรรมที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามมาดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่าง ก้าวกระโดด ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และนาโนเทคโนโลยี สร้างความเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมทั้งในด้านโอกาสและภัย คุกคาม จึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดังกล่าวในอนาคต โดย จะต้องมีการบริหารจัดการองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ ทั้งการพัฒนาหรือสร้างองค์ความรู้ รวมถึงการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาผสมผสานร่วมกับจุดแข็งในสังคมไทย อาทิ สร้างความเชื่อมโยง เทคโนโลยีกับวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อสร้างคุณค่าเพิ่มให้กับสินค้าและบริการ มีการ บริหารจัดการลิขสิทธิ์และสิทธิบัตรและการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้ง แบ่งปันผลประโยชน์ที่เป็นธรรมกับชุมชน ส่งเสริมชุมชนเข้มแข็ง สังคมสันติสุข เศรษฐกิจดี มี เสถียรภาพ และรักษาสีสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

การวางแผนหลักสูตรจาก (ร่าง) แผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพคน โดยการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนา ศักยภาพของคน และให้โอกาสทางการศึกษาแก่ทุกคน ที่จะพัฒนาคุณภาพชีวิตทั้งทางด้านจิตใจ ด้านร่างกาย ด้านความรู้ ด้านทักษะความสามารถ และด้านสติปัญญา รวมถึงการมีกระบวนการ เรียนรู้และการบริหารจัดการองค์ความรู้ในท้องถิ่นที่มีรูปแบบที่มีความหลากหลายตามภูมิสังคม ที่เหมาะสม และสอดคล้องการดำเนินชีวิตบนฐานทรัพยากร ภูมิปัญญา และวิถีวัฒนธรรมชุมชน เพื่อลด ความเหลื่อมล้ำทางสังคม เพื่อเพิ่มความเข้มแข็งให้ทางสังคม นำสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน การ วางแผนหลักสูตรจึงค้ำประกันถึงการประยุกต์ใช้มรดกทางศิลปวัฒนธรรมในพื้นที่ เพื่อการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน และผลิตภัณฑ์ในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการพัฒนาตนเองให้เข้ากับลักษณะ งานทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ ความเข้าใจในการผลิต คิดค้นนวัตกรรมใหม่ที่มีประโยชน์ต่อสังคม โดยต้องปฏิบัติตนอย่างมีอาชีพ นอกจากนี้หลักสูตรได้มีเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ทั้งทางด้าน วัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาการเตรียมความพร้อมสู่ ประเทศไทย 4.0

12. ผลกระทบจากข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัย

ผลกระทบจากปัจจัยที่ระบุในหัวข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัย สามารถจำแนกได้ดังนี้

12.1 การพัฒนาหลักสูตร

จากผลกระทบของสถานการณ์ภายนอกและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ทำให้การพัฒนาหลักสูตรเป็นไปในเชิงรุกที่มีศักยภาพในการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไปสู่ “ประเทศไทย 4.0” ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจจากเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคอุตสาหกรรม ไปสู่ “Innovation driven economy” หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” โดยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนา อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระดับชาติและนานาชาติ และสามารถปรับเปลี่ยนไปตามความต้องการของประเทศและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล รวมทั้งรองรับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยการผลิตบุคลากรทางเคมีและชีววิทยาที่มีความรู้ความสามารถเพียงพอในเชิงทฤษฎีและสามารถปรับประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับนโยบายของการเร่งสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ประเทศในด้านกำลังคน ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาที่ต้องสมดุลกับทั้งเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม จึงจะนำมาซึ่งการพัฒนาที่ยั่งยืน และความอยู่เย็นเป็นสุข

12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายมีพันธกิจที่สำคัญเพื่อผลิตบัณฑิตที่พร้อมด้วยความรู้ มีความคิดเชิงวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีคุณธรรมและจริยธรรม การวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างความเป็นมหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญในกลุ่มประเทศลุ่มน้ำโขง ให้บริการทางวิชาการแก่สังคม ทำนุบำรุงศาสนา ศิลปะและวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น เสริมสร้างบุคลากรให้มีความเข้มแข็งทางวิชาการ และวิชาชีพชั้นสูง ศึกษาวิจัย ส่งเสริมและสืบสานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำรินำหลักเกณฑ์ และวิธีการบริหารจัดการบ้านเมืองที่ดีมาใช้ในการบริหารมหาวิทยาลัย ประกอบกับเป้าหมายของการพลิกโฉมของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่มุ่งไปสู่การเป็น “สถาบันแห่งการบูรณาการองค์ความรู้ สร้างนวัตกรรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน” ในกลุ่มอุตสาหกรรมมูลค่าเพิ่มสูง เช่น สาขาวิชาการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ ดังนั้นการพัฒนาหลักสูตรจึงเน้นที่จะผลิตบุคลากรทางเคมีและชีววิทยาให้เป็นผู้มีคุณธรรมจริยธรรม นำความรู้ รู้เท่าทันโลก มีความเป็นผู้นำ และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพ มีการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนฐานของการบูรณาการกับการวิจัย บริการวิชาการ เผยแพร่งานวิจัย สร้างเครือข่ายความร่วมมืองานวิจัย และงานสร้างสรรค์นวัตกรรมระหว่างสถาบัน ส่งเสริมการปรับใช้หรือบูรณาการความรู้ทางเคมีและชีววิทยาต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในท้องถิ่น และส่งเสริมการออกแบบทางนวัตกรรมที่คำนึงถึงท้องถิ่น ชุมชน สามารถปรับเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่ม

ให้แก่วัตถุติบจากภาคการเกษตร เพื่อประโยชน์ต่อการอุปโภคหรือการบริโภค รวมถึงการจัดการเรียน การสอนที่เน้นการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (Work Integrated Education) ฝึกฝนให้ ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ผลงาน เพื่อแก้ปัญหาให้กับชุมชนและสังคม โดยการบูรณาการ การวิจัยและบริการวิชาการผ่านรายวิชาต่าง ๆ ในลักษณะโครงการ เพื่อนำผลงานของนักศึกษาไป สร้างประโยชน์ให้กับชุมชนและสังคมในสถานการณ์จริง และส่งเสริมให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการ ต่อ ยอดผลิตผลของภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อสร้างสรรค์ผลงานวิจัยและนวัตกรรม ซึ่งเป็นรากฐานของ องค์ความรู้ใหม่อีกด้วย

13. ความสัมพันธ์กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา มีความสัมพันธ์กับ หลักสูตรอื่นในมหาวิทยาลัย ดังนี้

13.1 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรนี้ที่เปิดสอนโดยคณะ/ภาควิชา/หลักสูตร

กลุ่มรายวิชาศึกษาทั่วไปซึ่งนักศึกษาต้องเรียนร่วมกับนักศึกษาจากคณะ สำนักวิชา และ วิทยาลัยอื่น และจัดการเรียนการสอนโดยคณะ สำนักวิชา และวิทยาลัยอื่น โดยประกอบด้วย รายวิชาในกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มภาษาและการสื่อสาร กลุ่ม มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และกลุ่มวิชาบูรณาการและเสริมสร้างทักษะชีวิต

13.2 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนให้คณะวิชา/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น สามารถมา เรียนได้

รายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรนี้ นักศึกษาสาขาวิชาอื่นสามารถเลือกเรียนตามความสนใจ เป็นวิชาเลือกเสรีได้

13.3 การบริหารจัดการ

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรต้องประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ ผู้สอน และวิทยากรทั้งในและนอกมหาวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องด้านเนื้อหาสาระ และการจัดการเรียน การสอน เพื่อให้ได้เนื้อหา ความรู้ และทักษะต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ ในหลักสูตร

หมวดที่ 2

ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

1. ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1.1 ปรัชญาของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา มีดังนี้

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา มุ่งมั่นในการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีทางเคมีและเทคโนโลยีทางชีววิทยา สร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับในทุกภาคส่วน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเป็นผู้ประกอบการและสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน เพื่อการพัฒนาวิชาชีพใช้สังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคตได้เป็นอย่างดี เกิดการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระดับสากล และในขณะเดียวกันก็เกิดความรักและภูมิใจในสถาบัน วัฒนธรรม และประเพณีที่สั่งมาของชาติ

1.2 ความสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา มีดังนี้

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา ได้มุ่งพัฒนาคนตามแนวทางของ (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) “พลิกโฉมประเทศไทย สู่สังคมก้าวหน้า เศรษฐกิจสร้างมูลค่าอย่างยั่งยืน” และยุทธศาสตร์ชาติที่มุ่งให้พัฒนาคนสำหรับโลกยุคใหม่และการพัฒนาคนเพื่ออุตสาหกรรม ให้มีทักษะและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับโลกยุคใหม่ ทั้งทักษะในด้านความรู้ ทักษะทางพฤติกรรม และคุณลักษณะตามบรรทัดฐานที่ดีของสังคม โดยมุ่งเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน เอื้อต่อการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ภาคการผลิตและบริการ มุ่งสู่เป้าหมายที่มีศักยภาพและผลิตภาพสูงขึ้น รวมทั้งพัฒนาหลักประกันและความคุ้มครองทางสังคมเพื่อส่งเสริมความมั่นคงในชีวิต เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพและมีความรู้ด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อต่อยอดได้อย่างกว้างขวาง มีความสามารถปรับตัวในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งเรื่องที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น การดูแลสุขภาพสุขอนามัยของตนเองและผู้อื่นให้ปราศจากโรคร้ายอย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกสรรอาหารและพัฒนาคุณภาพอาหารให้มีคุณค่า ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การพิสูจน์หลักฐานทางกฎหมาย การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ นอกจากนี้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยายังสามารถนำไปบูรณาการกับศาสตร์อื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น เทคโนโลยีทางการแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพทางยาชีววัตถุ อาหารแปรรูป เคมีชีวภาพ และพลังงานทางเลือก เป็นต้น บัณฑิตสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน นำไปพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและประเทศชาติให้ก้าวหน้าอย่างมั่นคง ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของกลุ่มสถาบันการศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงรายที่จัดอยู่ในกลุ่มพัฒนาชุมชนท้องถิ่นหรือชุมชนอื่น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยระดับสูง เพื่อสร้าง

องค์ความรู้ใหม่หรือนำไปประยุกต์ใช้โดยการบูรณาการกับศาสตร์อื่นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่มีเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนรวมทั้งการปรับโครงสร้างประเทศไทยไปสู่ประเทศไทย 4.0 เพื่อมุ่งสู่ “ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” และสอดคล้องกับการกำหนดเป้าหมายของการพลิกโฉมสถาบันอุดมศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่ได้กำหนดวิสัยทัศน์ที่มุ่งไปสู่การเป็น “สถาบันแห่งการบูรณาการองค์ความรู้ สร้างนวัตกรรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”

1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา ได้กำหนดให้มีความสอดคล้องกับ (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) โดยการสืบสาน รักษา ต่อยอดการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของความพอประมาณ ความมีเหตุผล การสร้างภูมิคุ้มกันที่ดี ควบคู่กับการใช้เงื่อนไข 2 ประการเพื่อกำกับการกำหนดทิศทางและประเด็นการพัฒนาในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เงื่อนไขความรู้ โดยการใช้องค์ความรู้ทางวิชาการที่รอบด้าน และเงื่อนไขคุณธรรม โดยยึดถือผลประโยชน์ของประชาชนและความเป็นธรรมในทุกมิติของสังคม โดยมุ่งเป้าหมายในการพัฒนาชุมชนท้องถิ่น ตามแนวนโยบายของกลุ่มสถาบันการศึกษาที่มุ่งพัฒนาชุมชนท้องถิ่นหรือชุมชนอื่น ที่เป็นกลุ่มของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ดังนี้

1. เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรอบรู้ด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับความต้องการของสังคม สามารถเผยแพร่และถ่ายทอดความรู้ให้แก่ชุมชน โดยเป็นผู้ที่มีวุฒิภาวะ มีคุณธรรม และจริยธรรมในการประกอบสัมมาชีพ มีจิตสำนึก และความรับผิดชอบต่อสังคม

2. เพื่อผลิตบัณฑิตที่สามารถนำความรู้ด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยาไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมและการเป็นผู้ประกอบการ เพื่อต่อยอดได้อย่างกว้างขวาง สามารถพัฒนาปรับปรุงความเป็นอยู่ คุณภาพชีวิตของตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสารในชีวิตประจำวันโดยใช้ภาษาต่างประเทศ ภาษาไทย และเทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษา ให้สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต ปรับตัวและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งด้านสังคม วัฒนธรรม การเมือง เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก

2. แผนพัฒนาปรับปรุง

รายละเอียดแผนพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมี และชีววิทยา ได้กำหนดไว้ดังนี้

2.1 การจัดการหลักสูตร

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
1. ปรับปรุงหลักสูตรฯ ให้เป็นไปตามมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่ สกอ. กำหนด	1. ปรับปรุงหลักสูตรฯ ตามเกณฑ์ ที่ สกอ. กำหนดหรือที่มีการเปลี่ยนแปลง 2. ติดตามและประเมินหลักสูตรทุก 5 ปี	1. เอกสารปรับปรุงหลักสูตรฯ 2. รายงานผลการประเมินหลักสูตร
2. ปรับปรุงหลักสูตรฯ ให้ทันสมัยและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน	1. ติดตามความต้องการของหน่วยงาน องค์กร และสถานประกอบการ 2. ติดตามภาวะการมีงานทำของบัณฑิต	1. รายงานผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้บัณฑิตของสถานประกอบการโดยเฉลี่ยในระดับดี 2. จำนวนบัณฑิตที่มีงานทำ
3. พัฒนาบุคลากรด้านการเรียนการสอนการวิจัยและบริการวิชาการ	1. ส่งเสริมอาจารย์ทุกคนให้เข้าร่วมอบรมหรือประชุมวิชาการ 2. ส่งเสริมให้อาจารย์ขอทุนวิจัย และให้นำความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติของงานวิจัยไปใช้จริง เพื่อทำประโยชน์ให้แก่ชุมชน	1. การอบรม/พัฒนาตนเองของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร 2. งานวิจัย/โครงการ/กิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน
4. ส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาในการสืบค้นฐานข้อมูลเฉพาะด้านและการนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ	1. ปรับปรุงระบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาสัมมนาและโครงการวิจัย 2. จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อให้นักศึกษามีโอกาสได้นำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบต่าง ๆ	1. รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) และรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ.5) ประจำปีวิชาสัมมนาและโครงการวิจัย 2. โครงการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและรายงานผลการดำเนินโครงการ 3. จำนวนผลงานวิชาการที่มีการเผยแพร่ของนักศึกษาประจำปี

2.2 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
มีห้องเรียนห้องปฏิบัติการเคมีและชีววิทยาเพื่อให้นักเรียนการสอนภายในเวลาและภายนอกเวลามีประสิทธิภาพ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องเรียนเพื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ 2. มีห้องปฏิบัติการเคมีและชีววิทยาที่มีอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานสากล เพื่อให้ นักศึกษาได้เรียนและฝึกปฏิบัติ 3. พัฒนาห้องสมุดในสถานศึกษาที่มีตำราเรียนหนังสืออ้างอิงงานวิจัย และสื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างเพียงพอ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. รวบรวมและบันทึกอัตราส่วนอุปกรณ์ต่อจำนวนนักศึกษา จำนวนชั่วโมงที่นักศึกษาใช้ห้องปฏิบัติการเคมีและชีววิทยา 2. รวบรวมจำนวนตำราเรียนและอุปกรณ์ดิจิทัลที่มีอยู่ พร้อมทั้งปริมาณการใช้งาน 3. สำนวความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการบริการอุปกรณ์เพื่อการศึกษา

2.3 การให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือแก่นักศึกษา

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
ผลิตนักศึกษาซึ่งมีคุณสมบัติที่ นายจ้าง หน่วยงานภาครัฐ ท้องถิ่น และสถานประกอบการ ต้องการ นักศึกษามีความสามารถทั้งด้านวิชาการ และมีคุณธรรมจริยธรรม	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีช่วงเวลาสำหรับให้คำปรึกษาแก่นักศึกษา 2. เตรียมประวัติทางการศึกษาและพฤติกรรมของนักศึกษาไว้เพื่อการติดต่อในอนาคต 3. จัดตั้งช่องทางการติดต่อระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ 4. มีผู้ประสานงานที่สนับสนุนบริการทางการเรียนการสอนและให้คำปรึกษากับนักศึกษา สนับสนุนค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมเสริมนอกหลักสูตร รวมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรม 5. มีเจ้าหน้าที่ประสานงานเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมนอกหลักสูตร 	<ol style="list-style-type: none"> 1. จำนวนชั่วโมงการให้คำปรึกษา 2. จำนวนและอัตราส่วนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในแต่ละปีการศึกษา 3. ประวัติของนักศึกษา 4. จำนวนกิจกรรมเสริมนอกหลักสูตร จำนวนนักศึกษาที่เข้าร่วมและอัตราส่วนเงินสนับสนุน 5. เจ้าหน้าที่ที่มีคุณสมบัติพร้อมในการสนับสนุนด้านการเรียนการสอนและประสานงานการทำกิจกรรม 6. ผลการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการให้การสนับสนุนต่าง ๆ ในแต่ละภาคการศึกษา

2.4 ความต้องการของตลาดแรงงานและสังคมและความพึงพอใจของนายจ้างต่อคุณภาพบัณฑิต

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
<p>ผลิตนักศึกษาที่คุณสมบัติดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของนายจ้าง - มีความสามารถเป็นผู้นำทางวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบต่องานและสังคม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขอคำปรึกษาจากหน่วยงานภาครัฐ และผู้ประกอบการเพื่อใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรฯ ในอนาคต 2. ประเมินทักษะความรู้ จรรยาบรรณและความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา 3. ฝึกอบรมและเสวนานักศึกษา เพื่อให้ทราบประสบการณ์จริง 4. สอดแทรกคุณค่าทางจรรยาบรรณทั้งในและนอกห้องเรียน 5. มีวิชาเรียนในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป ที่เน้นการพัฒนาความรู้เท่าทันสถานการณ์และความฉลาดทางอารมณ์ 6. ช่วยเหลือและสนับสนุนกิจกรรมเสริมนอกหลักสูตรที่เน้นคุณธรรม จริยธรรม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. สถิติการทำงานในสาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยาของผู้สำเร็จการศึกษา 2. นำข้อเสนอแนะของนายจ้างหน่วยงานภาครัฐและเอกชนมาใช้ในการพัฒนาและแก้ไขหลักสูตรฯ 3. วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของนายจ้าง หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีต่อผู้สำเร็จการศึกษา 4. จำนวนวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไปที่เน้นจรรยาบรรณ และหลักการทำงานร่วมกัน 5. จำนวนกิจกรรมหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม

หมวดที่ 3

ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

1. ระบบการจัดการศึกษา

1.1 ระบบทวิภาค

การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดยใน 1 ปีการศึกษาแบ่งเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ ในหนึ่งภาคการศึกษามีระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ และให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2563 (ภาคผนวก ง)

1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

ไม่มีการจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มีการเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

2. การดำเนินการหลักสูตร

2.1 วัน – เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

จัดการเรียนการสอนในเวลาราชการ ระหว่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยช่วงเวลาในแต่ละภาคเรียนตามปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ดังต่อไปนี้

ภาคเรียนที่ 1 ระหว่างเดือน มิถุนายน - ตุลาคม

ภาคเรียนที่ 2 ระหว่างเดือน พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์

2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

คุณสมบัติทั่วไปของผู้สมัครเข้าศึกษา มีดังนี้

2.2.1 สำเร็จการศึกษาขั้นต่าระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่าทุกสาขาวิชา

2.2.2 อื่น ๆ ให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เรื่อง การรับสมัครนักศึกษา ระดับปริญญาตรีในแต่ละปีการศึกษา

2.3 ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้า

2.3.1 นักศึกษามีความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ทักษะพื้นฐานการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศและทักษะพื้นฐานการใช้ภาษาอังกฤษอยู่ในระดับที่ต้องส่งเสริมพัฒนา

2.3.2 ปัญหาการปรับตัวจากการเรียนในระดับมัธยมศึกษามาเป็นการเรียนที่ต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเป็นหลัก ทำให้นักศึกษาบางส่วนต้องออกจากการเรียนกลางคัน

2.3.3 ปัญหาการแบ่งเวลาของนักศึกษาที่มีกิจกรรมทั้งการเรียนในห้องและกิจกรรมเสริมหลักสูตร

2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ 2.3

2.4.1 จัดให้มีการอบรมปรับพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาแรกเข้า และมีการทดสอบวัดระดับความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาแรกเข้า ได้แก่ การทดสอบความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแรกเข้า (Basic Information Technology ; BIT) และการทดสอบสมรรถนะด้านภาษาอังกฤษแรกเข้า (EN-PPT) โดยหากไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบจะต้องเข้ารับการอบรมตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย

2.4.2 จัดให้มีการปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่ แนะนำเทคนิคการเรียนและการแบ่งเวลา จัดให้มีอาจารย์ที่ปรึกษาประจำหมู่เรียน เพื่อให้คำปรึกษาแนะนำทั้งในด้านวิชาการและการปรับตัว

2.4.3 จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในหลักสูตรและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักศึกษาและระหว่างนักศึกษาและคณาจารย์ผู้สอนในหลักสูตร เพื่อเพิ่มอัตราการคงอยู่ของนักศึกษาในหลักสูตร

2.5 แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี (2565 - 2569)

2.5.1 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี

จำนวนนักศึกษา ระดับปริญญาตรีชั้นปีที่	ปีการศึกษา				
	2565	2566	2567	2568	2569
1	30	30	30	30	30
2	-	30	30	30	30
3	-	-	30	30	30
4	-	-	-	30	30
รวม	30	60	90	120	120
จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	30	30

2.5.2 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา

จำนวนนักศึกษา ระดับปริญญาตรีชั้นปีที่	ปีการศึกษา				
	2565	2566	2567	2568	2569
1	30	30	30	30	30
2	-	30	30	30	30
3	-	-	30	30	30
4	-	-	-	30	30
รวม	30	60	90	120	120
จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	30	30

สรุปแผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปีรวมทุกแขนงวิชา

จำนวนนักศึกษา ระดับปริญญาตรีชั้นปีที่	ปีการศึกษา				
	2565	2566	2567	2568	2569
1	60	60	60	60	60
2	-	60	60	60	60
3	-	-	60	60	60
4	-	-	-	60	60
รวม	60	120	180	240	240
จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	60	60

2.6 งบประมาณตามแผน

2.6.1 งบประมาณรายรับ (หน่วย : บาท)

รายละเอียดรายรับ	ปีงบประมาณ				
	2565	2566	2567	2568	2569
ค่าธรรมเนียมการศึกษา	960,000	1,920,000	2,880,000	3,840,000	3,840,000
เงินอุดหนุนจากรัฐบาล	180,000	360,000	540,000	720,000	720,000
รวมรายรับ	1,140,000	2,280,000	3,420,000	4,560,000	4,560,000

หมายเหตุ : ค่าใช้จ่ายต่อรายหัวนักศึกษาตลอดหลักสูตร คิดเป็น 16,000 บาท ต่อปี/คน (ค่าธรรมเนียมที่ระบุเป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เรื่อง กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการศึกษาภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์) ระดับปริญญาตรี ประจำปีการศึกษา 2565 ลงวันที่ 9 สิงหาคม 2564)

2.6.2 งบประมาณรายจ่าย (หน่วย : บาท)

รายการ	ร้อยละ	ปีงบประมาณ				
		2565	2566	2567	2568	2569
1. ค่าตอบแทน ใช้น้ สอยและวัสดุ	4.2	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
2. ค่าสาธารณูปโภค	4.2	20,000	50,000	60,000	60,000	60,000
3. ค่าครุภัณฑ์	69.3	500,000	600,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
4. จัดการเรียนการ สอนและรายจ่ายอื่น ๆ	22.3	200,000	220,000	300,000	300,000	300,000
รวมทั้งสิ้น	100	770,000	920,000	1,410,000	1,410,000	1,410,000

หมายเหตุ : ยังไม่รวมงบประมาณแผ่นดินสนับสนุนค่าจ้าง/ตอบแทนบุคลากร เนื่องจากคณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนราชการ ได้รับเงินเดือนจากกรมบัญชีกลาง

2.7 ระบบการศึกษา

2.7.1 แบบเข้าชั้นเรียนและเป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2563

2.7.2 รูปแบบการจัดการศึกษาตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2563 (ภาคผนวก จ)

2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชาและการลงทะเบียนข้ามมหาวิทยาลัย

นักศึกษาที่เคยศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ มาก่อน เมื่อเข้าศึกษาในหลักสูตรนี้สามารถเทียบโอนหน่วยกิตได้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามดุลยพินิจของคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2563 (ภาคผนวก ง)

3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

องค์ประกอบของหลักสูตรแบ่งออกเป็นหมวดวิชาที่สอดคล้องกับที่กำหนดไว้ในกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 ดังนี้

3.1 หลักสูตร

3.1.1 จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 122 หน่วยกิต

3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป		30 หน่วยกิต
1. กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		
ให้เรียนไม่น้อยกว่า		6 หน่วยกิต
2. กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร		
ให้เรียนไม่น้อยกว่า		12 หน่วยกิต
3. กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		
ให้เรียนไม่น้อยกว่า		9 หน่วยกิต
4. กลุ่มวิชาบูรณาการและเสริมสร้างทักษะชีวิต		
ให้เรียนไม่น้อยกว่า		3 หน่วยกิต
ข. หมวดวิชาเฉพาะ	ให้เรียนไม่น้อยกว่า	86 หน่วยกิต
1. วิชาเฉพาะพื้นฐาน	ให้เรียน	16 หน่วยกิต
2. วิชาเฉพาะด้าน	ให้เรียนไม่น้อยกว่า	63 หน่วยกิต
2.1 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี		
- กลุ่มวิชาเอกบังคับ ให้เรียน		36 หน่วยกิต
- กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนไม่น้อยกว่า		27 หน่วยกิต
2.2 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา		
- กลุ่มวิชาเอกบังคับ ให้เรียน		30 หน่วยกิต
- กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนไม่น้อยกว่า		33 หน่วยกิต
3. วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา		7 หน่วยกิต
ค. หมวดวิชาเลือกเสรี		6 หน่วยกิต

3.1.3 รายวิชา

ความหมายของรหัสประจำวิชาในหมวดวิชาเฉพาะด้านในหลักสูตร

ตัวอักษร 3 ตัวแรก หมวดวิชามีความหมายดังนี้

ตัวอักษร SCI หมายถึง วิชาเฉพาะพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ย่อมาจาก Science

ตัวอักษร CMS หมายถึง วิชาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี ย่อมาจาก
Chemical science

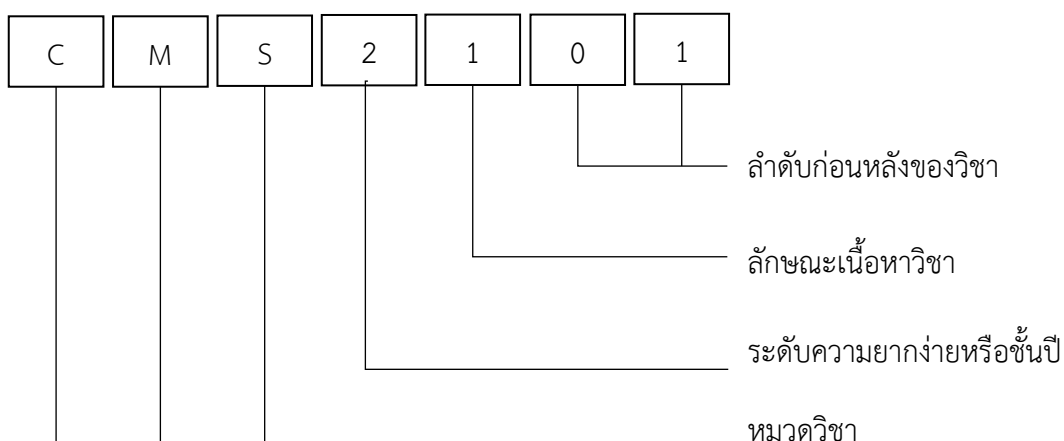
ตัวอักษร BIO หมายถึง วิชาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา ย่อมาจาก
Biological science

ตัวเลข 4 หลัก มีความหมายดังนี้

เลขตัวที่ 1 บ่งบอกถึงระดับชั้นปีการศึกษา

เลขตัวที่ 2 บ่งบอกถึงลักษณะเนื้อหาของวิชา

เลขตัวที่ 3 – 4 บ่งบอกถึงลำดับก่อนหลังของรายวิชา



ความหมาย ตัวเลข ตัวที่ 2

เลข 0 หมายถึง กลุ่มวิชาเฉพาะพื้นฐานวิทยาศาสตร์

เลข 1 หมายถึง กลุ่มวิชาเฉพาะด้านบังคับ

เลข 2 หมายถึง กลุ่มวิชาเอกเลือกด้านอุตสาหกรรม/พืช

เลข 3 หมายถึง กลุ่มวิชาเอกเลือกด้านแปรรูป/พัฒนาผลิตภัณฑ์/สัตว์

เลข 4 หมายถึง กลุ่มวิชาเอกเลือกด้านเชื้อเพลิง/เทคโนโลยีชีวภาพ/จุลินทรีย์

เลข 5 หมายถึง กลุ่มวิชาเลือกด้านอื่น ๆ

เลข 6 หมายถึง กลุ่มวิชาปฏิบัติการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	30	หน่วยกิต
1. กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เรียนไม่น้อยกว่า	6	หน่วยกิต
1.1 บัณฑิตเรียน จำนวน 3 หน่วยกิต		
รหัสวิชา ชื่อวิชา		หน่วยกิต
GEN1001 วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน Essential Science and Mathematics in Daily Life		3(3-0-6)
1.2 เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ จำนวน 3 หน่วยกิต		
รหัสวิชา ชื่อวิชา		หน่วยกิต
GEN1002 สุขภาพเพื่อชีวิต Healthy Life		3(3-0-6)
GEN1003 เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ Digital Technology for Communication and Learning		3(3-0-6)
2. กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร ให้เรียนไม่น้อยกว่า	12	หน่วยกิต
2.1 บัณฑิตเรียน จำนวน 9 หน่วยกิต		
รหัสวิชา ชื่อวิชา		หน่วยกิต
GEN2001 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 Communicative English I		3(3-0-6)
GEN2002 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 Communicative English II		3(3-0-6)
GEN2003 ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 Thai for Communication in the 21 st Century		3(3-0-6)
2.2 เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ จำนวน 3 หน่วยกิต		
รหัสวิชา ชื่อวิชา		หน่วยกิต
GEN2004 ภาษาอังกฤษเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ English for Academic Purpose		3(3-0-6)
GEN2005 ภาษาอังกฤษเพื่อการประกอบอาชีพ English for Careers		3(3-0-6)
GEN2006 ภาษาจีนเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Chinese for Basic Communication		3(3-0-6)
GEN2007 ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Japanese for Basic Communication		3(3-0-6)
GEN2008 ภาษาพม่าเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Burmese for Basic Communication		3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
GEN2009	ภาษาเกาหลีเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Korean for Basic Communication	3(3-0-6)
GEN2010	ภาษาเวียดนามเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Vietnamese for Basic Communication	3(3-0-6)
3. กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ให้เรียนไม่น้อยกว่า		9
3.1 บัณฑิตเรียน จำนวน 6 หน่วยกิต		
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
GEN3001	พลเมืองดี Good Citizen	3(3-0-6)
GEN3002	ศาสตร์พระราชา The King's Philosophy	3(3-0-6)
3.2 เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ จำนวน 3 หน่วยกิต		
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
GEN3003	วิถีวัฒนธรรม Cultural Way	3(3-0-6)
GEN3004	ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง Sufficiency Economy Philosophy	3(3-0-6)
GEN3005	สุนทรียสร้างสรรค์ Creative Aesthetics	3(3-0-6)
GEN3006	การเมืองและกฎหมายโลก World Politics and Laws	3(3-0-6)
GEN3007	สมรรถนะของบัณฑิต Competency of Graduate	3(3-0-6)
GEN3008	ประชาคมอาเซียน ASEAN Community	3(3-0-6)
GEN3009	การเมืองการปกครองไทย Thai Politics and Government	3(3-0-6)
GEN3010	กฎหมายในชีวิตประจำวัน Law in Daily Life	3(3-0-6)
GEN3011	ทักษะชีวิต Life Skills	3(3-0-6)

4. กลุ่มวิชาบูรณาการและเสริมสร้างทักษะชีวิต ให้เรียนไม่น้อยกว่า ให้เลือกรเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้		3	หน่วยกิต
รหัสวิชา	ชื่อวิชา		หน่วยกิต
GEN4001	การออกกำลังกายเพื่อชีวิต Exercise for Life		3(3-0-6)
GEN4002	พลังงานกับการดำเนินชีวิต Energy for Life		3(3-0-6)
GEN4003	การรู้เท่าทันการสื่อสาร Communication Literacy		3(3-0-6)
GEN4004	การเป็นผู้ประกอบการในเขตเศรษฐกิจพิเศษ Entrepreneurship in Special Economic Zone		3(3-0-6)
GEN4005	สิ่งแวดล้อมในโลกปัจจุบัน Environment in Today's World		3(3-0-6)
GEN4006	กฎหมายกับการประกอบอาชีพในยุคดิจิทัล Law and Occupation in the Digital Age		3(3-0-6)
GEN4007	สมาธิเพื่อพัฒนาชีวิต Meditation for Life Development		3(3-0-6)
GEN4008	มนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และการพัฒนา Human, Society, Economic and Development		3(3-0-6)
GEN4009	จิตอาสาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นกับการบริการสังคม Volunteering for Local Development and Social Services		3(3-0-6)
ข. หมวดวิชาเฉพาะ	ให้เรียนไม่น้อยกว่า	86	หน่วยกิต
1. วิชาเฉพาะพื้นฐาน	ให้เรียน	16	หน่วยกิต
รหัสวิชา	ชื่อวิชา		หน่วยกิต
SCI1001	หลักชีววิทยา Foundation of Biology		3(2-2-5)
SCI1002	หลักเคมี Foundation of Chemistry		3(2-2-5)
SCI1003	หลักคณิตศาสตร์ Foundation of Mathematics		3(3-0-6)
SCI1004	หลักฟิสิกส์ Foundation of Physics		3(2-2-5)
SCI1005	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับวิทยาศาสตร์ Information Technology for Science		2(2-0-4)

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
SCI1006	สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ Statistics for Science	2(2-0-4)

2. วิชาเฉพาะด้าน ให้เรียนไม่น้อยกว่า **63 หน่วยกิต**
ให้เลือกรายวิชาในแขนงวิชาใดแขนงวิชาหนึ่งต่อไปนี้เพียงแขนงวิชาเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 63 หน่วยกิต

- 1) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี
- 2) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา

1) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี

1.1 กลุ่มวิชาเอกบังคับ		ให้เรียน	36	หน่วยกิต
รหัสวิชา	ชื่อวิชา			หน่วยกิต
CMS1102	เคมีขั้นสูง Advance Chemistry			3(2-2-5)
CMS2101	เคมีอนินทรีย์ Inorganic Chemistry			3(2-2-5)
CMS2102	เคมีอินทรีย์ Organic Chemistry			3(2-2-5)
CMS2103	เคมีวิเคราะห์ Analytical Chemistry			3(2-2-5)
CMS2104	เคมีเชิงฟิสิกส์ Physical Chemistry			3(2-2-5)
CMS2105	ชีวเคมี Biochemistry			3(2-2-5)
CMS3101	คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี Computer application in Chemistry			3(2-2-5)
CMS3102	เทคโนโลยีสะอาด Clean Technology			2(2-0-4)
CMS3103	นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี Innovation in Chemical Technology			3(2-2-5)
CMS3104	การจัดการคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการเคมี Quality Management for Chemistry Laboratory			2(2-0-4)
CMS3105	การจำลองและออกแบบโมเลกุลด้วยคอมพิวเตอร์ Computer aided Molecular modeling and design			3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
CMS4101	สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Seminar in Chemical Technology and innovation	1(0-2-4)
CMS4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Research Project in Chemical Technology and innovation	4(2-4-4)
1.2 กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า		27
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
CMS2106	การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี English Communication for Chemical Technology and Innovation	2(2-0-4)
CMS3201	เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Advance Instrumental Analysis for Chemical Technology and Innovation	3(2-2-5)
CMS3202	กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ Chemical Industrial Process and Production Standard	3(3-0-6)
CMS3203	การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า Polymer and Natural Rubber Processing for Commercials	3(2-2-5)
CMS3204	เคมีนาโน Nanochemistry	3(3-0-6)
CMS3205	ปิโตรเลียมและอุตสาหกรรมกระบวนการเคมี Petroleum and Chemical Process Industry	3(2-2-5)
CMS3301	เทคโนโลยีเวชสำอาง Cosmeceutical Technology	3(2-2-5)
CMS3302	เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันหอมระเหยในธุรกิจสปาและสุขภาพ Production Technology of Essential Oils in Spa and Health Business	3(2-2-5)
CMS3303	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและทักษะผู้ประกอบการ Prototype Development and Entrepreneurship	3(2-2-5)
CMS3304	เทคโนโลยีสิ่งทอและสีย้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชน Textile and Dyes Technology for SMEs	3(2-2-5)
CMS3305	นวัตกรรมเคมีพอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง Polymer Innovation for Cosmetics	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
CMS3306	เทคโนโลยีเคมียาและสมุนไพรไทย Medicinal and Thai Herbal Chemistry Technology	3(2-2-5)
CMS3307	พฤกษเคมีของพืชมูลค่าสูง Phytochemistry of High Value Plants	3(2-2-5)
CMS3308	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับธุรกิจผลิตภัณฑ์ทางเคมี Chemical Product Business Information System	2(2-0-4)
CMS3309	การถ่ายทอดนวัตกรรมทางเคมี Chemical Innovation Transfer	3(2-2-5)
CMS3401	เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเคมีชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ Production Technology of Biochemical Fuels from Waste Materials	3(2-2-5)
CMS3402	เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีวเคมี Technology and Innovation in Biochemistry	3(2-2-5)
CMS3403	เทคโนโลยีเอนไซม์ Enzyme Technology	3(2-2-5)
CMS3404	เทคโนโลยีเคมีในอาหาร Food Chemistry Technology	3(2-2-5)
CMS3405	เทคโนโลยีและนวัตกรรมพลังงานทางเลือก Technology and Innovation of Alternative Energy	3(2-2-5)
CMS3701	หัวข้อพิเศษทางเคมี Special Topics in Chemistry	3(3-0-6)

2) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ให้เรียน	30	หน่วยกิต
2.1 กลุ่มวิชาเอกบังคับ				
BIO1101	จุลชีววิทยา Microbiology			3(2-2-5)
BIO2101	พันธุศาสตร์ Genetics			3(2-2-5)
BIO2102	นิเวศวิทยา Ecology			3(2-2-5)
BIO2103	กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป General Anatomy and Physiology			3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
BIO2104	ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล Cell and Molecular Biology	3(2-2-5)
BIO3101	สถิติทางชีววิทยา Statistics for Biology	3(3-0-6)
BIO3102	เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสร้างนวัตกรรม Biotechnology for Innovation	3(2-2-5)
BIO3103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา 1 Research Projects in Biological Technology and Innovation I	1(0-2-1)
BIO4101	สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา Seminar in Biological Technology and Innovation	1(0-2-1)
BIO4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา 2 Research Projects in Biological Technology and Innovation II	1(0-2-1)
CMS2102	เคมีอินทรีย์ Organic Chemistry	3(2-2-5)
CMS2105	ชีวเคมี Biochemistry	3(2-2-5)
2.2 กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า		33
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
BIO2201	พฤกษศาสตร์ Botany	3(2-2-5)
BIO2301	ปรสิตวิทยา Parasitology	3(2-2-5)
BIO2302	สรีรวิทยาของสัตว์ Animal Physiology	3(2-2-5)
BIO2501	การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา Instrumentation in Biological Technology and Innovation	2(1-2-3)
BIO2502	วิวัฒนาการ Evolution	3(2-2-5)
BIO2503	อนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพ Taxonomy and Biodiversity	3(2-2-5)
BIO3201	พฤกษเคมีและการประยุกต์ใช้ Phytochemistry and application	3(2-2-5)
BIO3202	สรีรวิทยาของพืช Plant Physiology	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
BIO3203	พฤกษศาสตร์เศรษฐกิจ Economic Botany	3(2-2-5)
BIO3204	สาหร่ายวิทยาและโพรโทซัววิทยาเบื้องต้น Introductory Phycology and Protozoology	3(2-2-5)
BIO3301	ความหลากหลายสัตว์ Animal Diversity	3(2-2-5)
BIO3302	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากสัตว์ Animal Production Technology and Utilization	3(2-2-5)
BIO3303	กีฏวิทยาและแมลงเศรษฐกิจ Entomology and Economic Insects	3(2-2-5)
BIO3304	ปักษีวิทยา Ornithology	3(2-2-5)
BIO3305	นิเวศวิทยาและพฤติกรรมสัตว์ Ecology and Ethology	3(2-2-5)
BIO3401	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม Industrial Microbiology	3(2-2-5)
BIO3402	วิทยาแบคทีเรีย Bacteriology	3(2-2-5)
BIO3403	เทคโนโลยีชีวภาพสาหร่ายขนาดเล็ก Microalgal Biotechnology	3(2-2-5)
BIO3501	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ Water Quality Assessment	3(2-2-5)
BIO3502	นวัตกรรมเทคนิคทางชีววิทยา Innovation from Biological Technique	3(2-2-5)
BIO3503	การเป็นผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรม Entrepreneurship in Biotechnology and Innovation	2(2-0-4)
BIO4201	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพืช Plant Production Technology and Utilization	3(2-2-5)
BIO4401	จุลชีววิทยาสีสิ่งแวดล้อมและการประยุกต์ Environmental Microbiology and Application	3(2-2-5)
BIO4402	นวัตกรรมอาหารจากจุลินทรีย์ Microbial Food Innovation	3(2-2-5)
BIO4403	ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับจุลินทรีย์ Microbiology for Local Wisdom	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
BIO4501	นวัตกรรมการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น Innovation Management and Products Development from Local Wisdom	3(2-2-5)
BIO4502	หลักการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ Principles of Product Quality Control and Quality Assurance	2(2-0-4)
BIO4503	ชีวจริยธรรมและความปลอดภัยทางชีวภาพ Bioethics and Biosafety	2(1-2-3)
BIO4504	การบำบัดและฟื้นฟูทางชีวภาพ Biological Treatment and Remediation	3(2-2-5)
BIO4505	วิทยาการข้อมูลทางชีววิทยาเบื้องต้น Introduction to Biological Data Science	3(2-2-5)
BIO4506	การผลิตและการใช้ประโยชน์ชีวผลิตภัณฑ์ Production and Utilization of Bioproducts	3(2-2-5)
BIO4507	ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและโรงงาน Laboratory and Industrial Safety	2(2-0-4)
BIO4508	เทคนิคทางแอนติบอดี Antibodies Techniques	3(2-2-5)
BIO4509	นวัตกรรมและมาตรฐานทางการเกษตรสมัยใหม่ Modern Agricultural standard and innovation	3(2-2-5)
BIO4510	ระเบียบวิธีวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา Research Methods in Biological Technology and Innovation	1(2-0-1)

3. วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา **7** **หน่วย**
กิต

ให้เลือกเรียนจากกลุ่มวิชาใดกลุ่มวิชาหนึ่งต่อไปนี้เพียงกลุ่มเดียว

1) กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
SCI3601	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา Preparation for Field Experience in Chemical and Biological Technology	2(90)
SCI4601	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา Field Experience in Chemical and Biological Technology	5(450)

2) กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
SCI4602	สหกิจศึกษา Co-Operative Education	7(540)

ค. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต

ให้นักศึกษาเลือกเรียนจากรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย โดยไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต

3.1.4 แสดงแผนการศึกษา

3.1.4.1 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี

ปีที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
GEN1001	วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Essential Science and Mathematics in Daily Life)	3	3	0	6
GEN2001	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 (Communicative English I)	3	3	0	6
GEN3010	กฎหมายในชีวิตประจำวัน (Law in Daily Life)	3	3	0	6
SCI1001	หลักชีววิทยา (Foundation of Biology)	3	2	2	5
SCI1002	หลักเคมี (Foundation of Chemistry)	3	2	2	5
SCI1003	หลักคณิตศาสตร์ (Foundation of Mathematics)	3	3	0	6
รวม		18	16	4	34
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54		

ปีที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
GEN1003	เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ (Digital Technology for Communication and Learning)	3	3	0	6
GEN2002	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 (Communicative English II)	3	3	0	6
GEN3002	ศาสตร์พระราชา (The King's Philosophy)	3	3	0	6
CMS1102	เคมีขั้นสูง (Advance Chemistry)	3	2	2	5
SCI1006	สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ (Statistics for Science)	2	2	0	4
SCI1004	หลักฟิสิกส์ (Foundation of Physics)	3	2	2	5
รวม		17	15	4	32
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			51		

ปีที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
GEN2003	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษ ที่ 21 (Thai for Communication in the 21 st Century)	3	3	0	6
GEN3001	พลเมืองดี (Good Citizen)	3	3	0	6
CMS2101	เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry)	3	2	2	5
CMS2102	เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry)	3	2	2	5
CMS2103	เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry)	3	2	2	5
CMS2106	การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับ เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี (English Communication for Chemical Technology and Innovation)	2	2	0	4
รวม		17	14	6	31
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			51		

ปีที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด້วยตนเอง
GEN2005	ภาษาอังกฤษเพื่อการประกอบอาชีพ (English for Careers)	3	3	0	6
GEN4004	การเป็นผู้ประกอบการในเขตเศรษฐกิจ พิเศษ (Entrepreneurship in Special Economic Zone)	3	3	0	6
CMS2104	เคมีเชิงฟิสิกส์ (Physical Chemistry)	3	2	2	5
CMS2105	ชีวเคมี (Biochemistry)	3	2	2	5
CMS3202	กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Chemical Industrial Process and Production Standard)	3	3	0	6
SCI1005	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับ วิทยาศาสตร์ (Information Technology for Science)	2	2	0	4
รวม		17	15	4	32
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			51		

ปีที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด້วยตนเอง
CMS3101	คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี (Computer application in Chemistry)	3	2	2	5
CMS3102	เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology)	2	2	0	4
CMS3103	นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี (Innovation in Chemical Technology)	3	2	2	5
CMS3201	เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับ เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี (Advance Instrumental Analysis for Chemical Technology and innovation)	3	2	2	5
CMS3405	เทคโนโลยีและนวัตกรรมพลังงาน ทางเลือก (Technology and Innovation of Alternative Energy)	3	2	2	5
XXXXXX	หมวดวิชาเลือกเสรี (Free Elective)	3	3	0	6
รวม		17	13	8	30
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			51		

ปีที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
CMS3105	การจำลองและออกแบบโมเลกุลด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Molecular Modeling and Design)	3	2	2	5
CMS3203	การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า (Polymer and Natural Rubber Processing for Commercials)	3	2	2	5
CMS3304	เทคโนโลยีสิ่งทอและสีย้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชน (Textile and Dyes Technology for SMEs)	3	2	2	5
CMS3401	เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเคมีชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ (Production Technology of Biochemical Fuels from Waste Materials)	3	2	2	5
SCI3601	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา (Preparation for Field Experience in Chemical and Biological Technology) (ยกเว้นกรณีเลือกสหกิจศึกษา)	2(90)	0	0	0
XXXXXX	หมวดวิชาเลือกเสรี (Free Elective)	3	3	0	6
รวม		17	11	8	26
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			45		

ปีที่ 4 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
CMS3303	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและทักษะผู้ประกอบการ (Prototype Development and Entrepreneurship)	3	2	2	5
CMS3307	พฤกษเคมีของพืชมูลค่าสูง (Phytochemistry of High Value Plants)	3	2	2	5
CMS3404	เทคโนโลยีเคมีในอาหาร (Food Chemistry Technology)	3	2	2	5
CMS4101	สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี (Seminar in Chemical Technology and Innovation)	1	0	2	4
CMS4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี (Research Project in Chemical Technology and Innovation)	4	2	4	4
รวม		14	8	12	23
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			43		

ปีที่ 4 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
SCI4601	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา (Field Experience in Chemical and Biological Technology)	5(450)	0	0	0
หรือ					
SCI4602	สหกิจศึกษา (Co-Operative Education)	7(540)	0	0	0
รวม		5/7	0	0	0
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			40		

3.1.4.2 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา

ปีที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
GEN1001	วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Essential Science and Mathematics in Daily Life)	3	3	0	6
GEN2001	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 (Communicative English I)	3	3	0	6
GEN3010	กฎหมายในชีวิตประจำวัน (Law in Daily Life)	3	3	0	6
SCI1001	หลักชีววิทยา (Foundation of Biology)	3	2	2	5
SCI1002	หลักเคมี (Foundation of Chemistry)	3	2	2	5
SCI1003	หลักคณิตศาสตร์ (Foundation of Mathematics)	3	3	0	6
รวม		18	16	4	34
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54		

ปีที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
GEN1003	เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ (Digital Technology for Communication and Learning)	3	3	0	6
GEN2002	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 (Communicative English II)	3	3	0	6
GEN3002	ศาสตร์พระราชา (The King's Philosophy)	3	3	0	6
BIO1101	จุลชีววิทยา (Microbiology)	3	2	2	5
SCI1004	หลักฟิสิกส์ (Foundation of Physics)	3	2	2	5
SCI1006	สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ (Statistics for Science)	2	2	0	4
รวม		17	15	4	32
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			51		

ปีที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
GEN2003	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษ ที่ 21 (Thai for Communication in the 21 st Century)	3	3	0	6
GEN3001	พลเมืองดี (Good Citizen)	3	3	0	6
BIO2101	พันธุศาสตร์ (Genetics)	3	2	2	5
BIO2102	นิเวศวิทยา (Ecology)	3	2	2	5
BIO2501	การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและ นวัตกรรมทางชีววิทยา (Instrumentation in Biological Technology and Innovation)	2	1	2	3
CMS2102	เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry)	3	2	2	5
รวม		17	13	8	30
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			51		

ปีที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
GEN2005	ภาษาอังกฤษเพื่อการประกอบอาชีพ (English for Careers)	3	3	0	6
GEN4004	การเป็นผู้ประกอบการในเขตเศรษฐกิจ พิเศษ (Entrepreneurship in Special Economic Zone)	3	3	0	6
BIO2103	กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป (General Anatomy and Physiology)	3	2	2	5
BIO2104	ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล (Cell and Molecular Biology)	3	2	2	5
CMS2105	ชีวเคมี (Biochemistry)	3	2	2	5
SCI1005	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับ วิทยาศาสตร์ (Information Technology for Science)	2	2	0	4
รวม		17	14	6	31
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			51		

ปีที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด້วยตนเอง
BIO3201	พฤกษเคมีและการประยุกต์ใช้ (Phytochemistry and application)	3	2	2	5
BIO3301	ความหลากหลายสัตว์ (Animal diversity)	3	2	2	5
BIO3401	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม (Industrial Microbiology)	3	2	2	5
BIO3501	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Water Quality Assesment)	3	2	2	5
BIO3502	นวัตกรรมเทคนิคทางชีววิทยา (Innovation from Biological Technique)	3	2	2	5
XXXXXX	หมวดวิชาเลือกเสรี (Free Elective)	3	3	0	6
รวม		18	13	10	31
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54		

ปีที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
BIO3101	สถิติทางชีววิทยา (Statistics for Biology)	3	3	0	6
BIO3102	เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสร้าง นวัตกรรม (Biotechnology for Innovation)	3	2	2	5
BIO3103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและ นวัตกรรมทางชีววิทยา 1 (Research Projects in Biological Technology and Innovation I)	1	0	2	1
BIO3302	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ จากสัตว์ (Animal Production Technology and Utilization)	3	2	2	5
BIO3503	การเป็นผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยี ชีวภาพและนวัตกรรม (Entrepreneurship in Biotechnology and Innovation)	2	2	0	4
SCI3601	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้าน เทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา (Preparation for Field Experience in Chemical and Biological Technology) (ยกเว้นกรณีเลือกสหกิจศึกษา)	2(90)	0	0	0
XXXXXX	หมวดวิชาเลือกเสรี (Free Elective)	3	3	0	6
รวม		17	12	6	27
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			45		

ปีที่ 4 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
BIO4101	สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา (Seminar in Biological Technology and Innovation)	1	0	2	1
BIO4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา 2 (Research Projects in Biological Technology and Innovation II)	1	0	2	1
BIO4201	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพืช (Plant Production Technology and Utilization)	3	2	2	5
BIO4501	นวัตกรรมการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น (Innovation Management and Products Development from Local Wisdom)	3	2	2	5
BIO4502	หลักการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Principles of Product Quality Control and Quality Assurance)	2	2	0	4
BIO4509	นวัตกรรมและมาตรฐานทางการเกษตรสมัยใหม่ (Modern Agricultural standard and innovation)	3	2	2	5
รวม		13	8	10	21
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			39		

ปีที่ 4 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง
SCI4601	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา (Field Experience in Chemical and Biological Technology)	5(450)	0	0	0
หรือ					
SCI4602	สหกิจศึกษา (Co-Operative Education)	7(540)	0	0	0
รวม		5/7	0	0	0
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			40		

3.1.5 คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา (ภาคผนวก ข) ระบุในภาคผนวก

3.2 ชื่อ ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์

3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ปี พ.ศ.ที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน ชม/สัปดาห์				
							2565	2566	2567	2568	2569
อาจารย์ประจำหลักสูตรแขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี											
1	นางวลีพรรณ รกิติกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์)	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	เคมี เคมี เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2555 2551 2548	15	15	15	15	15
2	นางสาวจินดา ศิริตา	อาจารย์	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	เคมี เคมี เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2551 2548 2542	15	15	15	15	15
3	นายบรรทด จอมสุวรรณค์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีวเคมี)	วท.ม. วท.บ.	การสอนวิทยาศาสตร์ ชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2550 2539	15	15	15	15	15
4	นางปิยพร ศรีสม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาเคมี)	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	เภสัชศาสตร์ เคมี เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร	2550 2541 2539	12	12	12	12	12
5	นางสาวปิยดา ยศสุนทร	อาจารย์	วท.ม. วท.บ.	เคมีเทคนิค เคมีอุตสาหกรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2546 2543	10	10	10	10	10

3.2 ชื่อ ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์

3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ปี พ.ศ.ที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน ชม/สัปดาห์				
							2565	2566	2567	2568	2569
อาจารย์ประจำหลักสูตรแขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา											
6	นายวสันต์ มะโนเรือง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	ปร.ด. วท.ม. คบ.	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชีววิทยา ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วิทยาลัยครูเชียงใหม่	2554 2539 2535	12	12	12	12	12
7	นายประเสริฐ ไวยะกา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	วท.ม. วท.บ.	ชีววิทยา จุลชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2541 2539	12	12	12	12	12
8	นางสาวสุนทรี กรโอชาเลิศ	อาจารย์	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	ชีววิทยา ชีววิทยา ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2555 2549 2546	12	12	12	12	12
9	นายกฤษณ์พงศ์ ภาษิตวีไลธรรม	อาจารย์	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	พืชสวน วิทยาศาสตร์การเกษตร ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร	2558 2548 2545	12	12	12	12	12
10	นางสาวทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	จุลชีววิทยาประยุกต์ ชีววิทยา ชีววิทยาประยุกต์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร	2556 2553 2551	12	12	12	12	12
11	นางวิภาวรรณ นันโท	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	วท.ด. วท.บ.	จุลชีววิทยาประยุกต์ (หลักสูตรโทควบเอก) ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2557 2552	12	12	12	12	12

3.2.2 อาจารย์ผู้สอน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ปี พ.ศ.ที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน ชม/สัปดาห์				
							2565	2566	2567	2568	2569
1	นางฟ้ารุ่ง สุริยา บุญทิศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาฟิสิกส์)	Ph.D.	Astrophysics	Liverpool John Moores University	2557	4	4	4	4	4
2	นางนิตติมา พรหมมาร์ตน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาคณิตศาสตร์)	วท.ด.	คณิตศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2557	4	4	4	4	4
3	นางสาวธัญวรัชญ์ บุตรสาร	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาคณิตศาสตร์)	วท.ด.	คณิตศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2553	4	4	4	4	4
4	นางสาวอรรวรรณ วนะชีวิน	อาจารย์	วท.ด.	ชีวเคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2559	4	4	4	4	4
5	นางสาวสุรัสวดี นางแล	อาจารย์	ปร.ด.	วิทยาศาสตร์เชิงคำนวณ	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	2558	4	4	4	4	4
6	นางสาวศิวรี สุดสนิท	อาจารย์	ปร.ด.	คณิตศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2559	4	4	4	4	4
7	นายธนายุทธ ช่างเรือนงาม	อาจารย์	วท.ม.	คณิตศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2557	4	4	4	4	4
8	นางสาวรัชนี ลือดารา	อาจารย์	ค.อ.ม.	เทคโนโลยีออกแบบ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2561	4	4	4	4	4

3.2.3 อาจารย์พิเศษ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ปี พ.ศ.ที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน ชม/สัปดาห์				
							2565	2566	2567	2568	2569
1	นายสุรณรงค์ วงศ์สรรคกร	ไม่มี	EMBA Program	Master of Business Administration	SASIN GRADUATE INSTITUTE OF BUSINESS ADMINISTRATION OF CHULALONGKORN UNIVERSITY	2556	3	3	3	3	3
2	นายกฤตภาส ชื้อชวีช	ไม่มี	วศบ.	การออกแบบ	มหาวิทยาลัยรังสิต	2554	3	3	3	3	3

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์การวิชาชีพ (การฝึกงานหรือสหกิจศึกษา)

จากการที่บัณฑิตต้องมีประสบการณ์ในวิชาชีพก่อนเข้าสู่การทำงานจริง ดังนั้นหลักสูตรได้กำหนดให้มีรายวิชาการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (Work Integrated Education) ซึ่งอยู่ในหมวดวิชาประสบการณ์ภาคสนาม โดยกำหนดให้นักศึกษาทุกคนลง ทะเบียนกลุ่มรายวิชานี้เพื่อให้นักศึกษามีโอกาสเรียนรู้และฝึกฝนทักษะในสถานประกอบการโดยมีการ เตรียมความพร้อมให้นักศึกษาในแต่ละชั้นปี ดังนี้

ชั้นปีที่ 1 มีการแนะแนวทางการปฏิบัติในการประกอบอาชีพโดยเชิญผู้ประกอบการ หรือศิษย์เก่าที่ประสบความสำเร็จในสายงานมาให้ความรู้และแนะแนวทางในการประกอบอาชีพเพื่อให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง และมองเห็นเป้าหมายของการทำงานในอนาคต

ชั้นปีที่ 2 ส่งเสริมให้มีทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางเคมีและชีววิทยา โดยมีการจัดการเรียนการสอนโดยการลงมือปฏิบัติจริง รวมทั้งมีการศึกษาดูงานในสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ลักษณะการทำงานและเตรียมพร้อมในการทำงานจริง

ชั้นปีที่ 3 มีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการปฏิบัติการ และกรณีศึกษาจากชุมชนในท้องถิ่นและสถานประกอบการ เพื่อเชื่อมโยงกับการทำโครงการวิจัยในรายวิชาปัญหาพิเศษ หรือ โจทย์ วิจัยจากสถานประกอบการที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มความรู้ในด้านเคมีและชีววิทยา

ชั้นปีที่ 4 เข้ารับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษาในสถานประกอบการ ทั้งที่มีและไม่มี การทำบ้านพักข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการ เพื่อฝึกให้นักศึกษารู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ เรียนมา มาใช้กับสภาพการทำงานจริง และเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในทุก ๆ ด้าน ก่อนออกไปทำงานจริง โดยหลักสูตรได้จัดการศึกษาทางเลือกแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง เพื่อให้นักศึกษาได้เลือกแนวทางการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับตนเอง จะประกอบไปด้วย

(1) กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

SCI3601 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา	2(90)
SCI4601 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา	5(450)

(2) กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา

SCI4602 สหกิจศึกษา	7(540)
--------------------	--------

4.1 มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนาม

มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนามของนักศึกษา ประเมินจากความสามารถของนักศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1 ทักษะในการปฏิบัติงานจากสถานประกอบการ ตลอดจนมีความเข้าใจในหลักการ ความจำเป็นในการเรียนรู้ทฤษฎีมากยิ่งขึ้น

4.1.2 บูรณาการความรู้ที่เรียนมาเพื่อนำไปแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4.1.3 มีมนุษยสัมพันธ์และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี

4.1.4 มีระเบียบวินัย ตรงต่อเวลา และสามารถปรับตัวเข้ากับสถานประกอบการได้

4.1.5 มีความกล้าในการแสดงออก และนำความคิดสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์ในงานได้

4.1.6 มีจิตสำนึก มีจิตสาธารณะ ตระหนักถึงจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

4.1.7 มีทักษะการสื่อสารด้านการพูด การเขียน คิดวิเคราะห์ ประมวลผล สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานการณ์ (CWIE)

4.2 ช่วงเวลา

4.2.1 รายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเรียนในภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 3

4.2.2 รายวิชาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและสหกิจศึกษาเรียนในภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 4

4.3 การจัดเวลาและตารางสอน

จัดเต็มเวลาใน 1 ภาคการศึกษา

5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการวิจัยหรืองานวิจัย

ข้อกำหนดในการทำโครงการ ต้องเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา โดยต้องมีสมมติฐาน วัตถุประสงค์ ระเบียบขั้นตอนของวิธีวิจัยที่ถูกต้องตามกระบวนการ โดยโครงการสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และมีรายงานที่ต้องนำเสนอในรูปแบบและระยะเวลาที่หลักสูตรกำหนดอย่างเคร่งครัดหรือเป็นโครงการที่มุ่งเน้นการสร้างผลงานวิจัยเพื่อพัฒนางานด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา

5.1 คำอธิบายโดยย่อ

โครงการตามหัวข้อที่นักศึกษาสนใจ สามารถอธิบายทฤษฎีที่นำมาใช้ในการทำโครงการประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ มีขอบเขตโครงการที่สามารถทำเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด

5.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

5.2.1 มีองค์ความรู้จากงานวิจัย สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการ พัฒนาความรู้ใหม่ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม

5.2.2 มีความใฝ่รู้ สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลายได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค่นวัตกรรม และสามารถแก้ไขปัญหาโดยวิธีการวิจัยได้

5.2.3 มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สามารถสืบค้นข้อมูลได้

5.2.4 มีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ สามารถวิเคราะห์ประมวลผลการแก้ปัญหา และนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

5.2.5 มีความเคารพสิทธิและความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่น

5.2.6 มีทักษะและความรู้ภาษาอังกฤษหรือภาษาต่างประเทศ สามารถค้นคว้า สื่อสารได้อย่างเหมาะสม

5.3 ช่วงเวลา

ภาคการศึกษาที่ 2 ของปีการศึกษาที่ 3 และภาคการศึกษาที่ 1 ของปีการศึกษาที่ 4

5.4 จำนวนหน่วยกิต

โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี 4 หน่วยกิต

โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา 2 หน่วยกิต

5.5 การเตรียมการ

ในการกำหนดให้นักศึกษาจัดทำโครงการวิจัย จะมีขั้นตอนการเตรียมการดังต่อไปนี้

5.5.1 ศึกษาค้นคว้าหัวข้อที่สนใจ ซึ่งควรจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา เพื่อนำมาวางแผนดำเนินการทำงานวิจัย

5.5.2 ดำเนินงานวิจัยโดยให้อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา และจัดให้มีการรายงานความก้าวหน้า ปัญหา และอุปสรรคอย่างสม่ำเสมอ

5.5.3 เมื่อดำเนินการทำวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว ให้นักศึกษาจัดทำรายงานปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์เสนอต่อหลักสูตร ทั้งนี้ให้เป็นไปตามรูปแบบของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์

5.5.4 ทำการสอบปากเปล่างานวิจัยดังกล่าวต่อคณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ

5.6 กระบวนการประเมินผล

ประเมินผลจากความก้าวหน้าในการทำโครงการงานวิจัยโดยอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิจัย และประเมินผลจากรายงานฉบับสมบูรณ์เป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้ และนำเสนอแบบปากเปล่าต่อคณะกรรมการสอบไม่ต่ำกว่า 3 คน ซึ่งมีการสอบเมื่อทำโครงการงานวิจัยเสร็จสิ้น

หมวดที่ 4

ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนักศึกษา
ทักษะด้านคุณธรรม จริยธรรม จิตสำนึก และความรับผิดชอบต่อสังคม	<ul style="list-style-type: none"> - มีการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม ความซื่อสัตย์ ความมีวินัยและตรงต่อเวลาในการทำงาน รวมทั้งตระหนักในความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น - มีการกำหนดกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน รู้จักช่วยเหลือผู้อื่น และมีความเอื้อเฟื้อต่อผู้อื่นและสังคม
ทักษะด้านความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดให้ผู้เรียนได้ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี และปฏิบัติในด้านเคมีและชีววิทยา โดยมีการฝึกปฏิบัติและใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเรียน - มุ่งเน้นการสอนแบบบูรณาการความรู้ด้านเคมีและชีววิทยา ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพได้หลากหลาย - จัดอบรมเชิงปฏิบัติเพื่อเสริมความรู้ และเสริมทักษะทางห้องปฏิบัติการเพื่อให้นักศึกษาสามารถแข่งขันในตลาดแรงงานได้ เช่นการอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ระบบการจัดการความปลอดภัยของโรงงานหรือฝึกประสบการณ์
ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำทักษะด้านวิทยาศาสตร์โดยเน้นด้านเคมีและชีววิทยา มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา
ทักษะด้านภาษาและเทคโนโลยีสารสนเทศ	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักศึกษาสืบค้นข้อมูลสารสนเทศด้านเคมีและชีววิทยาทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเพื่อใช้ประกอบการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ - จัดให้มีการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์สำหรับการนำเสนอ เพื่อเพิ่มทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศ
ทักษะด้านการสื่อสารและความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล	<ul style="list-style-type: none"> - สอดแทรกวิธีการสื่อสารด้วยวาจาที่เหมาะสมกับบุคคลในระดับต่าง ๆ การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี และส่งเสริมให้เกิดภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางรายวิชาที่เกี่ยวข้องและในกิจกรรมปัจฉิมนิเทศ ก่อนที่นักศึกษาจะสำเร็จการศึกษา
มีการพัฒนาตนเองและพัฒนา	<ul style="list-style-type: none"> - การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักศึกษาเรียนรู้ด้วย

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนักศึกษา
วิชาชีพอย่างต่อเนื่อง	ตนเอง โดยใช้การสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ
มีความสามารถด้านการวิจัย	- ส่งเสริมการทำโครงการวิจัยซึ่งอยู่ในรายวิชาโครงการวิจัย โดยนักศึกษาจะได้นำความรู้ทางด้านเคมีและชีววิทยาไปใช้ในการวางแผนการทดลอง ทดสอบ ฝึกนำเสนองานโดยใช้เอกสารรูปเล่มและใช้สื่อคอมพิวเตอร์ และตอบข้อซักถามโดยการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

2. ความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาในแต่ละชั้นปี

ชั้นปี	สมรรถนะที่คาดหวัง	คุณลักษณะที่คาดหวัง	ระบบ กลไก กลยุทธ์ และวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่คาดหวัง (โดยเน้นกระบวนการ WIL อย่างเป็นระบบและชัดเจน)
ชั้นปีที่ 1	ด้านภาษา และเทคโนโลยีดิจิทัล	นักศึกษามีทักษะในการใช้ภาษาอังกฤษ และเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	จัดการเรียนการสอนในรายวิชาตามกลุ่มวิชาที่เน้นการพัฒนาทักษะการฟัง การพูด และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาษาอังกฤษ และเทคโนโลยีดิจิทัล
ชั้นปีที่ 2	ทักษะด้านความรู้แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและปฏิบัติการในด้านเคมีและชีววิทยา	นักศึกษามีทักษะด้านความรู้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี และมีการฝึกปฏิบัติและใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเรียน	จัดการเรียนการสอนในรายวิชาตามกลุ่มวิชาที่เน้นด้านเคมีและชีววิทยา การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการด้านเคมีและชีววิทยา และโรงงานอุตสาหกรรม ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและโรงงานการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการทางด้านเคมีและชีววิทยา ชีวเคมีและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติของพืช และสรีรวิทยาและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช เป็นต้น
ชั้นปีที่ 3	ด้านการคิดเชิงวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ การวางแผน การจัดการ และการแก้ปัญหา	นักศึกษามีความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ การวางแผน การจัดการ และการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม รวมถึงการคิดเชิงบูรณาการเรียนด้านเคมีและชีววิทยาสู่	1. จัดการเรียนการสอนเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ส่งเสริมให้สามารถคิดเชิงวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ เช่น รายวิชาการผลิตและการใช้ประโยชน์ชีวผลิตภัณฑ์ การสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมทางชีวภาพ การประกอบการด้าน

ชั้นปี	สมรรถนะที่คาดหวัง	คุณลักษณะที่คาดหวัง	ระบบ กลไก กลยุทธ์ และวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่คาดหวัง (โดยเน้นกระบวนการ WIL อย่างเป็นระบบและชัดเจน)
		การเป็นผู้ประกอบการ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น 2. จัดกิจกรรมฝึกอบรมเสริมทักษะนอกเวลาเรียนด้านการเป็นผู้ควบคุมคุณภาพด้านเคมีและชีววิทยาและการประกอบวิชาชีพร่วมกับผู้ประกอบการเฉพาะทาง
ชั้นปีที่ 4	ด้านการประกอบวิชาชีพ	นักศึกษามีความสามารถในการปฏิบัติงานในวิชาชีพด้านเคมีและชีววิทยา	1. กำหนดให้นักศึกษาเข้าสังเกตการณ์การทำงานของสถานประกอบการจริงในรายวิชาเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเพื่อเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ก่อนออกเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพจริง 2. กำหนดให้นักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

3. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้านของหมวดวิชาศึกษาทั่วไป

3.1 ด้านคุณธรรม จริยธรรม

3.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรมจริยธรรม

1. มีความซื่อสัตย์ สุจริตและประพฤติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีในสังคม
2. มีวินัยตรงต่อเวลา และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
3. รู้จักช่วยเหลือผู้อื่น มีความเอื้ออาทรต่อผู้อื่นและสังคม

3.1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. ส่งเสริมให้มีการกำหนดหรือสร้างค่านิยมร่วมในกลุ่มนักศึกษาเรื่องความซื่อสัตย์ สุจริตและประพฤติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีในสังคม
2. ผู้สอนสอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาที่สอนทุกรายวิชา
3. การแสดงออกซึ่งการเป็นแบบอย่างที่ดีของอาจารย์ผู้สอนรู้จักช่วยเหลือผู้อื่น มีความเอื้ออาทรต่อผู้อื่นและสังคม
4. ผู้สอนให้ความสำคัญกับการสร้างวินัย การตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชา

3.1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. ประเมินจากสัมฤทธิ์ผลการเรียนและการทำกิจกรรมของนักศึกษาเปรียบเทียบกับคำอธิบายประกอบกิจกรรมที่มอบหมาย
2. ประเมินพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษา เช่น การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน การส่งงาน ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
3. สัมภาษณ์และประเมินจากความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอน

3.2 ด้านความรู้

3.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. มีความเข้าใจแนวคิด หลักการ ทฤษฎีด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และภาษาศาสตร์
2. สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์และนำความรู้ด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และภาษาศาสตร์ไปปรับใช้ในการศึกษาและใช้ในชีวิตประจำวัน
3. สามารถบูรณาการความรู้ด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และภาษาศาสตร์ และนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

1. บูรณาการวิธีการสอนที่มีความหลากหลายเพื่อเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน
2. เน้นการเรียนการสอนโดยการฝึกปฏิบัติและการศึกษาจากกรณีศึกษาโดยเน้นวิเคราะห์กรณีศึกษาแบบองค์รวมและรอบด้าน
3. เน้นการศึกษาจากสถานการณ์จริง และให้ความสำคัญสามารถบูรณาการความรู้ด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาษาศาสตร์ และนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนและนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

3.2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. การทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ทั้งสอบย่อย สอบระหว่างภาค และสอบปลายภาค
2. ประเมินจากการจัดทำรายงาน การศึกษาค้นคว้าและการศึกษกรณีศึกษา
3. ประเมินจากการนำเสนอรายงาน ทั้งที่เป็นรูปเล่มรายงานและการรายงานด้วยวาจา

3.3. ด้านทักษะทางปัญญา

3.3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. สามารถประยุกต์ความรู้ด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และภาษาศาสตร์กับการแก้ปัญหา
2. มีวิีคิด สามารถสรุปแนวคิดและการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอย่างมีหลักการและเหตุผล
3. มีวิจารณ์ญาณในการเลือก คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและอย่างเป็นระบบ

3.3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด การวิเคราะห์ และการตัดสินใจ เช่น การอภิปรายกลุ่ม การให้ศึกษาค้นคว้าเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะและให้มีการนำเสนอ
2. การให้มีการศึกษาและวิเคราะห์กรณีศึกษา การศึกษาในสถานการณ์จริง
3. การเชิญผู้มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญ มาบรรยายเรื่องวิีคิด สามารถสรุปแนวคิดและการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอย่างมีหลักการและเหตุผล

3.3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. ประเมินจากผลงานที่มอบหมายทั้งในรูปแบบของรายงานและการนำเสนอด้วยวาจา
2. ประเมินจากการสอบ

3.4 ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

3.4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. สามารถสื่อสารกับบุคคลอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและต่างประเทศได้
2. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและเคารพในความแตกต่างและการปฏิบัติต่อผู้อื่นอย่างเป็นกัลยาณมิตร
3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน สามารถทำงานเป็นทีม และมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียน การแสวงหาความรู้

3.4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นทีม
2. มีการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบให้ปฏิบัติ
3. ผู้สอนรายวิชาต่าง ๆ เน้นให้นักศึกษาได้ตระหนักถึงความสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความสำคัญของความรับผิดชอบต่อ

3.4.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. ประเมินผลจากการทำงานเป็นทีม
2. การให้นักศึกษาประเมินตนเองและประเมินกันเอง
3. การประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียน

3.5 ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. สามารถเลือกและประยุกต์คณิตศาสตร์หรือเทคนิคทางสถิติที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม
2. สามารถค้นคว้าความรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและนำมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน
3. สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและเลือกใช้รูปแบบของการนำเสนอผลงานรายงานที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มบุคคลที่แตกต่างกันได้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. จัดให้มีการฝึกการจัดการแก้ไขปัญหาโดยใช้ตัวแบบทางสถิติและคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ
2. จัดให้มีการทดสอบทักษะและความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารในรูปแบบของภาษาที่เป็นวิชาการ โดยเฉพาะภาษาอังกฤษ
3. ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาขีดความสามารถและศักยภาพการเรียนรู้ของนักศึกษา

3.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. ประเมินจากการให้นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าทั้งในรูปแบบรูปเล่มรายงานและด้วยวาจา
2. ประเมินโดยการทดสอบทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการศึกษาค้นคว้า
3. ประเมินจากการให้จัดทำข้อสรุปการวิเคราะห์ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย

4. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

● ความรับผิดชอบหลัก

○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม			2. ความรู้			3. ทักษะทาง ปัญญา			4. ทักษะความ สัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความ รับผิดชอบต่อ			5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลขการสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป															
GEN1001 วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน	○	○			●	●	●	●	○	○		○	●	○	○
GEN1002 สุขภาพเพื่อชีวิต	○	●	○	●	●	○	●	○	○	○	○	○	○	●	○
GEN1003 เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้	○	○			●	●	●	●	○	●		○	●	●	●
GEN2001 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●
GEN2002 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2	○	●	○	○	●	●	○	○	○	●	○	○	○	●	○
GEN2003 ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษที่ 21	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	○	●	●
GEN2004 ภาษาอังกฤษเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ	○	○	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	○	●
GEN2005 ภาษาอังกฤษเพื่อการประกอบอาชีพ	○	●	○	○	○	●	○	●		○	●	○	○	●	●
GEN2006 ภาษาจีนเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น	○		○	●	●	●	●			○			●	○	○
GEN2007 ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น		○		○	●	●	●			●	○			○	○
GEN2008 ภาษาพม่าเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น		○		○	●	●	●			●	○			○	○
GEN2009 ภาษาเกาหลีเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น		○		○	●	●	●			●	○			○	○

4. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

● ความรับผิดชอบหลัก

○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม			2. ความรู้			3. ทักษะทาง ปัญญา			4. ทักษะความ สัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความ รับผิดชอบต่อ			5. ทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป															
GEN2010 ภาษาเวียดนามเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น		○		○	●	●	●			●	○			○	○
GEN3001 พลเมืองดี	○	●	○	○	●	○	○	○		○	●	○	○	○	●
GEN3002 ศาสตร์พระราชา	○	●	○	●	○	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●
GEN3003 วิถีวัฒนธรรม	○	●	○	●	○	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●
GEN3004 ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	●	○	●	○	●	○	○	●	○	○	●	○	●	○	○
GEN3005 สุนทรียสร้างสรรค์	○	●	○	○	○	●	○	○	●	○	●	●	●	○	○
GEN3006 การเมืองและกฎหมายโลก	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○
GEN3007 สมรรถนะของบัณฑิต	○	●	○	○	●	○	○	●	●	●	○	○	○	○	●
GEN3008 ประชาคมอาเซียน	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○
GEN3009 การเมืองการปกครองของไทย	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○
GEN3010 กฎหมายเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○

4. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

● ความรับผิดชอบหลัก

○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม			2. ความรู้			3. ทักษะทาง ปัญญา			4. ทักษะความ สัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความ รับผิดชอบ			5. ทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป															
GEN3011 ทักษะชีวิต	●	●	●	●	●	○		○			●	○		○	
GEN4001 การออกกำลังกายเพื่อชีวิต	●	●	○	●	●	○	●	○	○	●	●	○	●	○	○
GEN4002 พลังงานกับการดำเนินชีวิต	○	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○	●	○	●	○
GEN4003 การรู้เท่าทันการสื่อสาร	○			●	●	●	●	○	●	○	○	○		●	●
GEN4004 การเป็นผู้ประกอบการในเขตเศรษฐกิจพิเศษ	○			●	●	●	●	○	○		○	○		○	○
GEN4005 สิ่งแวดล้อมในโลกปัจจุบัน	○	●	○	○	●	○	●	○			○	●		●	○
GEN4006 กฎหมายกับการประกอบอาชีพในยุคดิจิทัล		○		○	●	●	●			●	○			○	○
GEN4007 สมาร์ทเพื่อพัฒนาชีวิต		○		○	●	●	●			●	○			○	○
GEN4008 มนุษย์ สังคม เศรษฐกิจและการพัฒนา	○	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○	●		●	○
GEN4009 จิตอาสาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นกับการบริการสังคม	●	●	○	●	●	●		○	●		●	○	○	○	

5. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้านของหมวดวิชาเฉพาะ

● คุณธรรม จริยธรรม

5.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. มีความซื่อสัตย์สุจริต
2. มีระเบียบวินัย
3. มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ
4. เคารพสิทธิและความคิดของผู้อื่น
5. มีจิตสาธารณะ

5.1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. ส่งเสริมให้มีการกำหนดหรือสร้างค่านิยมร่วมในกลุ่มนักศึกษาเรื่องความซื่อสัตย์สุจริตและประพฤติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีในสังคม
2. ผู้สอนสอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาที่สอนทุกรายวิชา
3. การแสดงออกซึ่งการเป็นแบบอย่างที่ดีของอาจารย์ผู้สอน รู้จักช่วยเหลือผู้อื่น มีความเอื้ออาทรต่อผู้อื่นและสังคม
4. ผู้สอนให้ความสำคัญกับการสร้างวินัย การตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชา

5.1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. ประเมินจากการตรงเวลาของนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียน การส่งงานที่ได้รับมอบหมายและการเข้าร่วมกิจกรรม
2. ประเมินจากการมีวินัยและความพร้อมเพรียงของนักศึกษาในการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร
3. ประเมินจากการกระทำทุจริตในการสอบ และเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลให้ผิดไปจากความเป็นจริง
4. ประเมินจากความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

5.2 ความรู้

5.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่เป็นสาระสำคัญในสาขาวิชาชีพ
2. สามารถค้นคว้าข้อมูล และความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ เป็นแนวทางและนำไปใช้ในการปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม
3. มีความรู้ความสามารถที่เหมาะสมเพื่อสร้างสรรค์เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สอดคล้องกับบริบทของท้องถิ่น
4. มีความรอบรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถจัดการความรู้และบูรณาการศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง เข้ากับสาขาวิชา เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. สามารถใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสม และสามารถออกแบบการทดลองให้ตรงตามข้อกำหนด

5.2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

1. บูรณาการวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามลักษณะของรายวิชาตลอดจนเนื้อหาสาระของรายวิชานั้น ๆ

2. จัดให้มีการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงโดยการศึกษาดูงานหรือเชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ตรงมาเป็นวิทยากรพิเศษเฉพาะเรื่อง ตลอดจนฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ในสถานประกอบการ

3. เน้นการเรียนการสอนโดยการฝึกปฏิบัติและการศึกษาจากกรณีศึกษาโดยเน้นวิเคราะห์กรณีศึกษา การสร้างผลงานและพัฒนาให้เกิดความคิดใหม่ การสร้างผลผลิต และความรู้รับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

5.2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. การทดสอบย่อย
2. การสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียน
3. ประเมินจากรายงานที่นักศึกษาจัดทำ
4. ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน
5. ประเมินจากการฝึกประสบการณ์ภาคสนาม

5.3 ทักษะทางปัญญา

5.3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. สามารถคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และมีเหตุผลตามหลักการและวิธีทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูล และประเมินความถูกต้องได้ด้วยตนเอง

2. นำความรู้ไปประยุกต์กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. สามารถวิเคราะห์ปัญหาและเสนอแนวทางการแก้ไขได้อย่างสร้างสรรค์

4. มีความใฝ่รู้ สามารถคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลายได้อย่างถูกต้อง และเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรม

5.3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. ในการเรียนการสอนต้องฝึกกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยเริ่มต้นจากปัญหาที่ง่ายและเพิ่มระดับความยากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้ต้องจัดให้เหมาะสมและสอดคล้องกับรายวิชา

2. จัดการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลอง เช่น มอบหมายโครงการงาน (Project) โดยใช้หลักการวิจัย

3. ให้มีการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ เพื่อเป็นการเรียนวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

5.3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. ประเมินจากผลงานที่มีอบหมายทั้งในรูปแบบของรายงานและการนำเสนอรายงาน
ในชั้นเรียน
2. ประเมินจากการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหา การทดสอบโดยใช้
แบบทดสอบหรือสัมภาษณ์

5.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

5.4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลและความรับผิดชอบ

1. มีภาวะผู้นำ โดยสามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและสมาชิก
กลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. มีความรับผิดชอบต่อสังคมและองค์กร ทั้งงานในหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย
สามารถแสดงความคิดเห็นได้เหมาะสมกับบทบาท หน้าที่ และความรับผิดชอบ
3. สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ วัฒนธรรมองค์กรได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. มีความสามารถในการปรับตัวทางอาชีพและมีปฏิสัมพันธ์อย่างสร้างสรรค์กับบุคคล
อื่น

5.4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ

1. ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นทีมตลอดจนมีการ
สอดแทรกเรื่องความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม การมีมนุษยสัมพันธ์และการเข้าใจในวัฒนธรรม
องค์กรเข้าไปในรายวิชาต่าง ๆ
2. มีการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบให้ปฏิบัติ
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาให้นักศึกษาเรียนรู้แบบร่วมมือ ฝึกการทำงานเป็น
กลุ่ม

5.4.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ

1. ประเมินผลจากการทำงานเป็นทีม โดยประเมินพฤติกรรมภาวการณ์เป็นผู้นำและผู้
ตามที่ดีในการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ
2. ประเมินจากพฤติกรรม และการแสดงออกของนักศึกษาในการนำเสนอรายงานกลุ่ม
ในชั้นเรียน

5.5 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผลการแก้ปัญหา นำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์
2. มีทักษะการใช้ภาษาเพื่อสื่อสารความรู้ทางเทคโนโลยีและชีวนวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมทั้งเลือกใช้รูปแบบการสื่อสารได้อย่างเหมาะสมสำหรับกลุ่มบุคคลที่แตกต่างกัน
3. มีทักษะ และความรู้ภาษาอังกฤษหรือภาษาต่างประเทศอื่นในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน เพื่อการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสม
4. สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลทั้งในระดับชาติและนานาชาติ และเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสถานการณ์

5.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยการปฏิบัติในหลากหลายสถานการณ์
2. การใช้ศักยภาพทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอผลงานที่ได้รับมอบหมาย

5.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. ประเมินจากความถูกต้องในการใช้หลักทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ประเมินจากเทคนิคการนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
3. ประเมินจากความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล การอภิปรายกรณีศึกษาต่าง ๆ ที่มีการนำเสนอต่อชั้นเรียน

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

หมวดวิชาเฉพาะ และกลุ่มวิชาเฉพาะด้าน

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กลุ่มวิชาเฉพาะพื้นฐาน																							
SCI1001	หลักชีววิทยา	○	●	○	●	○	●	●	●	○		○		○	○	●	●	○	○	●		○	○
SCI1002	หลักเคมี	○	●	○	●	○				●				○	●	○	●	○		●		○	○
SCI1003	หลักคณิตศาสตร์	●	●	○					○	●			●		○	○	●		○	○	●		○
SCI1004	หลักฟิสิกส์	○	●	○	●	○			●	○		○		○	●	○	●	○		○	●	○	○
SCI1005	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับวิทยาศาสตร์	●	●	○		○	●		○			●		○	●	○	○	●	○	○		●	●
SCI1006	สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์	●	●	○		○			○	●		●			○	○	○	●		○	●		●

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

หมวดวิชาเฉพาะ และกลุ่มวิชาเฉพาะด้าน

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
กลุ่มวิชาเอกบังคับ (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)																									
CMS1102	เคมีขั้นสูง	○	●	○	○	○	●			○		○	○		●	●	○	○	○	○	○	●			○
CMS2101	เคมีอินทรีย์		○	●		○	○	○		●		●	○			○	●	○			○	○			●
CMS2102	เคมีอินทรีย์		○	●		○	○	○		●		●		○		○	●	○			○	○			●
CMS2103	เคมีวิเคราะห์	●		○			○	○	●		○					●	○				●				○
CMS2104	เคมีเชิงฟิสิกส์		○		●	○	○	○		●		●	○			○	●	○			○	○			●
CMS2105	ชีวเคมี	●		○			○	○	●	○						●	○				●				○
CMS3101	คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี		○	●		○				●			○	●		○	●	○			○	○			●
CMS3102	เทคโนโลยีสะอาด		●		○	○	○		●		●	○			○	●	○			○	○		●		
CMS3103	นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี	●		○				●		●	○			○	●	○		○	○			●			
CMS3104	การจัดการคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการเคมี	●		○		○	●	○	●	○			●			●	○			●	●				○

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
กลุ่มวิชาเอกบังคับ (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)																								
CMS3105	การจำลองและออกแบบโมเลกุลด้วยคอมพิวเตอร์	●	○		○	●		●	○			○	●	○		○	○		●		●			
CMS4101	สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี		●	●		○	○	○	●	○		●	○	○		●		○	○	●		○	○	○
CMS4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี	●	●		○	○	●	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○		○	●	○	○	○	○

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กลุ่มวิชาเอกเลือก (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)																							
CMS2106	การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี	●	○		○		●		○		○			●			○	●		○		●	○
CMS3201	เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี	●		○		●		●	○					●		○	○	●		○	○	●	○
CMS3202	กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและมาตรฐานผลิตภัณฑ์			○	●	○			●		○			●			●	○		●	○		
CMS3203	การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า		●	○		○	●	○			○			●			●	○		●	○		●
CMS3204	เคมีนาโน	●		●		○			○		○			●		○	●	○			○		
CMS3205	ปิโตรเลียมและอุตสาหกรรมกระบวนการเคมี		●	○		○		●	○		○			●	○		●	○		●	○		
CMS3301	เทคโนโลยีเวชสำอาง		●			○		○			●			●			●	○	○		○	●	
CMS3302	เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันหอมระเหยในธุรกิจสปาและสุขภาพ	○	●			○			○		●			○				●			○		●
CMS3303	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและทักษะผู้ประกอบการ		●			○			○		○			●			○	○				○	

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กลุ่มวิชาเอกเลือก (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)																							
CMS3304	เทคโนโลยีสิ่งทอและสีย้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชน		●		●	○				○	○		●	○		●		○	●	●		○	
CMS3305	นวัตกรรมเคมีพอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง		●			○				○	○		●			●		○			○		○
CMS3306	เทคโนโลยีเคมียาและสมุนไพรไทย			●		●				○	○	●				●		○		●		○	
CMS3307	พฤษเคมีของพืชมูลค่าสูง		●		○		●	○			○	●		○		●		○		○		○	●
CMS3308	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับธุรกิจผลิตภัณฑ์ทางเคมี	●		○				○	●	○	●	●			●		○		○		○	●	
CMS3309	การถ่ายทอดนวัตกรรมทางเคมี	●		○			●	○		○	●				●		○	●	○		○	●	
CMS3401	เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเคมีชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้		●		○			●			○	●		●		●		○		○		○	
CMS3402	เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีวเคมี	●		○			○			○	●				●		○		○		○		●
CMS3403	เทคโนโลยีเอนไซม์	●		○		●	○			○	●			○	●		○		○		○		
CMS3404	เทคโนโลยีเคมีในอาหาร		●		○			○			○	●	○			●		○	●	○		○	
CMS3405	เทคโนโลยีและนวัตกรรมพลังงานทางเลือก		●		○			○			○	●				●		●		○		○	
CMS3701	หัวข้อพิเศษทางเคมี	●	●	○		○	●	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○		○	●	○	○	○

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
กลุ่มวิชาเอกบังคับ (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)																								
BIO1101	จุลชีววิทยา	●	●	○	○	○	○	●			○	○	○	●		○	●	○		○	○		●	○
BIO2101	พันธุศาสตร์	●	○	○			○	●	○	○	○	○		○	●	○		●		○	○	○	●	○
BIO2102	นิเวศวิทยา		●		●	○	●			○	●	○			●		○	○	●	○		○	○	
BIO2103	กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป	●	○	○		○	●		○		●	●		○		●	○	○		○		○	●	
BIO2104	ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล	●	○	●	○	○	○		●	●	○	○	○	●				●	○	●		○	○	
BIO3101	สถิติทางชีววิทยา	○	●				○	○	●	○			○	○	●	●	●		●	○	●		○	
BIO3102	เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสร้างนวัตกรรม	●	○		●	●	●	○	●	○	○	●			○	●		○	○	○	○	○	○	●
BIO3103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา I	●	●	○		○	●	○	●			●	○	●	○	●	○		○	●	○	○	○	
BIO4101	สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา		●	●	●	○	○	○	●	○		●	○	○		●	●		○	●	●	○	○	
BIO4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา II	●	●	○		○	●	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○		○	●	○	○	○	

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กลุ่มวิชาเอกเลือก (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)																							
BIO2201	พฤกษศาสตร์		●			○	○	●			○	●	○	●		●		○	○	●	●		○
BIO3201	ปรสิตวิทยา		○	●			○	●			○	○			●	○	●		○	○			●
BIO2302	สรีรวิทยาของสัตว์	●	○	○	○	○	●	○	○	●	○	●	○		○	●	○			●		○	○
BIO2501	การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา	●	○	○	○		○	○			●	●	○	○	○	●	○		○	○	●	○	●
BIO2502	วิวัฒนาการ		●		○		○	●				●	○			●		●	○	○			●
BIO2503	อนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพ	●	○			○	●	○	●	○	○	●			○	●		○	●	○	○	○	●
BIO3201	พฤกษเคมีและการประยุกต์ใช้	○	○			●		●		○	○	●		○	●	○	○		○		●	○	
BIO3202	สรีรวิทยาของพืช	●	○	○	○	○	●	○	○		○	●	○		○	●	○			●		○	○
BIO3203	พฤกษศาสตร์เศรษฐกิจ		●	○	●	○		●		○	○	●		●	○	○	●	○		○	○		●
BIO3204	สาหร่ายวิทยาและโปรโตชีววิทยาเบื้องต้น	○	●		○	○	●				○	●	○			●	○	●		○		○	●
BIO3301	ความหลากหลายสัตว์	●	○	○		○	●		○	●	○	○	○		●	●	○		○	○		○	●
BIO3302	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากสัตว์	○	●	○	●	○	●	●	●	○		○		○	○	●	●	○	○	●		○	○

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กลุ่มวิชาเอกเลือก (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)																							
BIO3303	กีฏวิทยาและแมลงเศรษฐกิจ	○	○	●	○		○	●		○	○	●			○	●	○	○		●	○	○	○
BIO3304	ปักษีวิทยา	●	○	○	○	○	○	○	○		●	●	○		○	○	●		○	○	○		●
BIO3305	นิเวศวิทยาและพฤติกรรมสัตว์		●			○		●			○	●	○			●		○	○	●	○		○
BIO3401	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม	○	●	○	●			●	○	○		○	○	●		○	●		○	●		○	○
BIO3402	วิทยาแบคทีเรีย	○	○	○	●	○		●		○		○	○	○	●	●	○		○	○		●	○
BIO3403	เทคโนโลยีชีวภาพสาหร่ายขนาดเล็ก	○	●		○	○	●				○	●	○			●	○	○	●	○		○	●
BIO3501	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	●	●	○					○	●			●		○	○	●		○	○	●		○
BIO3502	นวัตกรรมเทคนิคทางชีววิทยา	●	●	○	○		○	○	●		●	●	○	○	○	●		○	○	●		○	○
BIO3503	การเป็นผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรม	○	●	○	●	○				●				○	●	○	●	○		●		○	○
BIO4201	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพืช	○	●	○	○	●	●	●	○		●	○	●	○	○	●	○		●	○	●	○	●
BIO4401	จุลชีววิทยาสังเคราะห์และการประยุกต์		●		○	○		●		○		○			●	●	○					●	○
BIO4402	นวัตกรรมอาหารจากจุลินทรีย์	●	○		○	○	○	●	●		○	○	●			●	○	○	○	○		●	○
BIO4403	ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับจุลินทรีย์		●	○		○		●		○	○	●			○	○	●	○		○	○		●

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
กลุ่มวิชาเอกเลือก (แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)																								
BIO4501	นวัตกรรมการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น	○	●			○	○	●		○	○	●		○	●	●	○	○		●	○		○	
BIO4502	หลักการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์	●	●	○	●		●		○	●			●	●	○	○	●		○	○	●		○	
BIO4503	ชีวจริยธรรมและความปลอดภัยทางชีวภาพ		●	○				●		○	●	○	●		●	○	○	●	●		○	●		
BIO4504	การบำบัดและฟื้นฟูทางชีวภาพ	●	●	○		●			○	●			●		○	○	●		○	○	●		○	
BIO4505	วิทยาการข้อมูลทางชีววิทยาเบื้องต้น	○	●	○		○		○	●	○	○	○	●		○	○	○	●			○	●	○	
BIO4506	การผลิตและการใช้ประโยชน์ชีวผลิตภัณฑ์	○	●		○	○	○	●		○	○	●		○		●	○	○		●	○		○	
BIO4507	ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและโรงงาน		●	○				●		○	●	○	●		●	○	○		●		○	●		
BIO4508	เทคนิคทางแอนติบอดี	○	○		●		●			○	○	○			●	●	○	○		○			●	
BIO4509	นวัตกรรมและมาตรฐานทางการเกษตรสมัยใหม่	○	●			○	○	●		○	○	●		○		●	○	○		●	○		○	
BIOL105	ระเบียบวิธีวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา	●	○	●		●	●			●			○	○	●		○	○	●	●	○	●		●

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ				5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือสหกิจศึกษา																							
SCI3601	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	○	●	○	●	●	●	○	○	●	○	○	●
SCI4601	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	○	●	○	●	●	●	○	○	●	○	○	●
SCI4602	สหกิจศึกษา	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	○	●	○	●	●	●	○	○	●	○	○	●

หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา

1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

การวัดผลและการสำเร็จการศึกษาเป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการศึกษาชั้นปริญญาตรี พ.ศ. 2563 (ภาคผนวก ง)

2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

2.1 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษายังไม่สำเร็จการศึกษา

กำหนดให้ระบบการทวนสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของระบบการประกันคุณภาพภายในระดับหลักสูตร และนำไปดำเนินการจนบรรลุผลสัมฤทธิ์ ซึ่งผู้ประเมินภายนอกจะต้องสามารถตรวจสอบได้

การทวนสอบในระดับรายวิชา มีการแต่งตั้งคณะกรรมการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา เพื่อทวนสอบรายวิชาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มีการประเมินการสอนของผู้สอนและประเมินรายวิชาโดยนักศึกษา รวมทั้งทวนสอบวิธีการวัดผลการเรียนรู้ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอนหรือในรายละเอียดวิชา

2.2 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากนักศึกษาสำเร็จการศึกษา

การกำหนดกลวิธีการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการประกอบอาชีพของบัณฑิต การประเมินคุณลักษณะของบัณฑิตโดยผู้ใช้บัณฑิตอย่างต่อเนื่องและนำผลที่ได้มาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน และหลักสูตรแบบครบวงจร รวมทั้งการประเมินคุณภาพของหลักสูตร ดังนี้

(1) ภาวะการปฏิบัติงานทำของบัณฑิต โดยประเมินจากบัณฑิตแต่ละรุ่นที่สำเร็จการศึกษาในด้านระยะเวลาในการหางานทำ ความเห็นต่อความรู้ ความสามารถ ความมั่นใจของบัณฑิตในการประกอบอาชีพ

(2) การทวนสอบจากผู้ประกอบการ เพื่อประเมินความพึงพอใจในบัณฑิต และการเข้าทำงานในสถานประกอบการนั้น ๆ

(3) การประเมินจากสถานศึกษาอื่นถึงระดับความพึงพอใจในด้านความรู้ ความพร้อม และคุณสมบัติด้านอื่น ๆ ของบัณฑิตที่เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาในสถานศึกษานั้น ๆ

(4) การประเมินจากบัณฑิตที่ไปประกอบอาชีพ ในส่วนของความพร้อมและความรู้จากสาขาวิชาที่เรียนตามหลักสูตร เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้น

(5) มีการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกและผู้ประกอบการมาประเมินหลักสูตร หรือเป็นอาจารย์พิเศษเพื่อเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ และพัฒนาองค์ความรู้ของนักศึกษา

3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ศึกษารายวิชาครบตามโครงสร้างหลักสูตรภายในระยะเวลาที่กำหนด
2. สอบผ่านเกณฑ์การประกันมาตรฐานขั้นต่ำก่อนสำเร็จการศึกษาสำหรับบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย (Exit - Exam) ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และเทคโนโลยีสารสนเทศ
3. สอบผ่านการทดสอบสมรรถนะวิชาการและวิชาชีพเฉพาะสาขา (Specific Exit Exam) ตามที่คณะกรรมการบริหารหลักสูตรกำหนด
4. คะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00 จากระบบ 4 ระดับคะแนน
5. อื่น ๆ ให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายว่าด้วยการจัดการศึกษาชั้นปริญญาตรี พ.ศ. 2563 (ภาคผนวก ง)

หมวดที่ 6 การพัฒนาคณาจารย์

1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

1.1 มีการปฐมนิเทศแนะแนวการเป็นอาจารย์ใหม่ ให้มีความรู้และเข้าใจนโยบายของมหาวิทยาลัย หรือสถาบัน คณะ ตลอดจนในหลักสูตรที่สอน

1.2 ส่งเสริมอาจารย์ใหม่ให้มีการเพิ่มพูนความรู้ สร้างเสริมประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมการสอน และการวิจัยอย่างต่อเนื่องโดยผ่านการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชา การสนับสนุนด้านการศึกษาต่อ ฝึกอบรม ทุนทางวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่าง ๆ การประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศและ/หรือต่างประเทศ หรือการลาเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์

1.3 จัดเตรียมอาจารย์ที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอน ให้เป็นที่เลี้ยงแก่อาจารย์ใหม่ ในระยะแรกของการปฏิบัติงาน

2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์

2.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดผลและการประเมินผล

2.1.1 ส่งเสริมคณาจารย์ให้มีการเพิ่มพูนความรู้ สร้างเสริมประสบการณ์เพื่อส่งเสริมการสอน และการวิจัยอย่างต่อเนื่องโดยผ่านการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชา การสนับสนุนด้านการศึกษาต่อ ฝึกอบรม ทุนทางวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่าง ๆ การประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศและ/หรือต่างประเทศ หรือการลาเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์

2.1.2 การเพิ่มพูนทักษะการจัดการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลให้ทันสมัย

2.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่น ๆ

2.2.1 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมบริการวิชาการแก่ชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ และคุณธรรม

2.2.2 มีการกระตุ้นอาจารย์ให้ทำผลงานทางวิชาการสายตรง ในสาขาวิชาเคมีและ/สาขาวิชาชีววิทยา

2.2.3 ส่งเสริมการทำวิจัยสร้างองค์ความรู้ใหม่เป็นหลัก และเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และมีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาชีพเป็นรอง

2.2.4 จัดสรรงบประมาณสำหรับการทำวิจัย

2.2.5 จัดให้อาจารย์ทุกคนเข้าร่วมกลุ่มวิจัยต่าง ๆ ของคณะ/มหาวิทยาลัย

2.2.6 จัดให้อาจารย์เข้าร่วมกิจกรรมบริการวิชาการแก่สังคมต่าง ๆ ทั้งของคณะ/มหาวิทยาลัย

หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร

1. การกำกับมาตรฐาน

มีการบริหารจัดการหลักสูตรให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2558 รวมทั้งกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1.1 มีจำนวนอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 5 คน
- 1.2 อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับหลักสูตร และมีผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 รายการ ในรอบ 5 ปีย้อนหลัง
- 1.3 อาจารย์ประจำหลักสูตรมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับหลักสูตร และมีผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 รายการ ในรอบ 5 ปีย้อนหลัง
- 1.4 อาจารย์ผู้สอนมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับหลักสูตร
- 1.5 มีการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัย ตามรอบระยะเวลาทุก ๆ 5 ปี

2. บัณฑิต

มีการกำกับดูแลคุณภาพของบัณฑิตเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 (TQF) ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านคุณธรรมจริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยพิจารณาจากผลลัพธ์การเรียนรู้และผลการประเมินคุณภาพบัณฑิต โดยดำเนินการดังนี้

- 2.1 หลักสูตรจัดให้มีการประเมินคุณภาพบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ โดยผู้ใช้บัณฑิตและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกปีการศึกษา
- 2.2 หลักสูตรมีการติดตามและสำรวจภาวะการปฏิบัติงานหรือการประกอบอาชีพอิสระของบัณฑิตภายในระยะเวลา 1 ปี นับจากวันที่สำเร็จการศึกษา เป็นประจำทุกปีการศึกษา

3. นักศึกษา

มีการบริหารจัดการหลักสูตรเพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักศึกษาก่อนเข้าเรียน โดยการส่งเสริมสนับสนุน และ พัฒนานักศึกษา รวมถึงการติดตามผลที่เกิดขึ้นกับนักศึกษา โดยดำเนินการดังนี้

- 3.1 การรับนักศึกษาและการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษา
 - 3.1.1 หลักสูตรมีระบบและกลไกในการรับนักศึกษาใหม่ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการรับนักศึกษาใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการรับนักศึกษาใหม่ตามจำนวนและคุณสมบัติผู้สมัครที่ทางหลักสูตรได้กำหนดไว้

3.1.2 หลักสูตรมีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษาให้กับนักศึกษาทุกคน ที่มีศักยภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่หลักสูตรกำหนด ซึ่งจะได้รับการพัฒนาศักยภาพให้ดีขึ้นทั้งหมด เพื่อให้เท่าเทียมกันทุกคน เช่น การปรับพื้นฐานความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมถึงการให้ความรู้เกี่ยวกับการเตรียมความพร้อม ในการใช้ชีวิตในรั้วมหาวิทยาลัยด้วย

3.2 การควบคุมการดูแลให้คำปรึกษาวิชาการและแนะแนวแก่นักศึกษาในระดับปริญญาตรี

มหาวิทยาลัยแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่นักศึกษาทุกคน โดยนักศึกษาที่มีปัญหาในการเรียน สามารถปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาได้ โดยคณาจารย์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยาทุกคน จะต้องทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการให้แก่นักศึกษา และทุกคนต้องกำหนดชั่วโมงให้คำปรึกษา เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าปรึกษาได้ ทั้งการพบเจอและแบบออนไลน์ นอกจากนี้มีกิจกรรมส่งเสริมหลักสูตรทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพนักศึกษาและการเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งครอบคลุมทักษะทั้ง 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มวิชาหลัก กลุ่มทักษะชีวิตและอาชีพ กลุ่มทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และกลุ่มทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

3.3 ผลที่เกิดกับนักศึกษา

มีกระบวนการในการติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน โดยการประเมินผลจากอัตราการคงอยู่ของนักศึกษา การสำเร็จการศึกษา การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตร รวมถึงผลการจัดการข้อร้องเรียนของนักศึกษา โดยจะดำเนินการทุกปีการศึกษา

4. อาจารย์

มีการบริหารจัดการหลักสูตรเกี่ยวกับการบริหารอาจารย์ คุณภาพของอาจารย์ รวมถึงการติดตามผลที่เกิดขึ้นกับอาจารย์ โดยดำเนินการดังนี้

4.1 การบริหารและพัฒนาอาจารย์

4.1.1 ทางหลักสูตรมีการคัดเลือกอาจารย์ใหม่ ตามระเบียบและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย โดยอาจารย์ใหม่จะต้องมีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือระดับปริญญาเอก ในสาขาวิชาเคมีหรือชีววิทยา หรือสาขาที่เกี่ยวข้องกับเคมีหรือชีววิทยา มีการปฐมนิเทศอาจารย์ใหม่ รวมถึงการฝึกอบรมอาจารย์ใหม่ด้านการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน และการประเมินผล

4.1.2 มีการบริหารจัดการกำลังคนอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถรักษาอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่มีศักยภาพให้คงอยู่ ลดอัตราการลาออก หรือการย้ายงาน มีแผนอัตรากำลังกรณีลาศึกษาต่อหรือเกษียณอายุ มีการกำหนดบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างชัดเจน รวมทั้งมีการมอบหมายภาระหน้าที่ที่เหมาะสมกับคุณวุฒิ ความรู้ ความสามารถและประสบการณ์

4.1.3 ส่งเสริมให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรทุกคนมีการเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการ รวมทั้งสร้างเสริมประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมการสอนและการวิจัยอย่างต่อเนื่อง การสนับสนุนด้านการฝึกอบรม การศึกษาดูงานทางวิชาการ การประชุมทางวิชาการทั้งในและต่างประเทศ มีการควบคุม

กำกับ และส่งเสริมให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรทุกคนพัฒนาตนเองในการสร้างผลงานทางด้านวิชาการอย่างต่อเนื่อง

4.1.4 ส่งเสริมให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมบริการวิชาการแก่ชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ และคุณธรรม

4.2 คุณภาพอาจารย์

การส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรทุกคนในหลักสูตรให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและเพียงพอ โดยทำให้อาจารย์มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางสาขาวิชาเคมี หรือชีววิทยา และมีประสบการณ์ที่เหมาะสมกับการผลิตบัณฑิตอันสะท้อนจากวุฒิการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ และความก้าวหน้าในการผลิตผลงานทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง

4.3 ผลที่เกิดกับอาจารย์

มีกระบวนการในการติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน โดยการประเมินผลจากอัตราการคงอยู่ของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และความพึงพอใจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรต่อการบริหารหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร และการพัฒนาอาจารย์ โดยจัดทำทุกปีการศึกษา

5. หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน

มีการบริหารจัดการหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลอย่างต่อเนื่องโดยดำเนินการดังนี้

5.1 สาระของรายวิชาในหลักสูตร

มีระบบและกลไกในการออกแบบหลักสูตร ควบคุมและกำกับการจัดทำรายวิชาต่าง ๆ ของหลักสูตร ให้มีเนื้อหาที่ครบถ้วนสมบูรณ์และทันสมัย

5.2 การวางระบบผู้สอนและกระบวนการจัดการเรียนการสอน

มีการวางระบบผู้สอนและกระบวนการจัดการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชาให้เหมาะสมทั้งด้านการกำหนดผู้สอน การกำกับติดตาม การจัดทำรายละเอียดของรายวิชาและการฝึกประสบการณ์ภาคสนาม (มคอ.3 และ มคอ.4) การกำกับติดตามการจัดการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ รวมทั้งการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการกับการวิจัย การบริการวิชาการทางสังคม และการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมด้วย

5.3 การประเมินผู้เรียน

มีการประเมินผู้เรียนให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF) โดยการประเมินจากผลการเรียนรู้ของนักศึกษา การประเมินผลการดำเนินงานของรายวิชา และการฝึกประสบการณ์ภาคสนาม (มคอ.5 และ มคอ.6) และการประเมินผลการดำเนินงานของหลักสูตร (มคอ.7)

5.4 ผลการดำเนินงานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

มีการประเมินหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF) โดยจัดทำรายงานผลการดำเนินงานของหลักสูตร (มคอ.7) ทุกสิ้นปีการศึกษา

6. สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

มีการบริหารจัดการหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลอย่างต่อเนื่อง โดยดำเนินการดังนี้

6.1 มีระบบการดำเนินงานของหลักสูตร คณะ และมหาวิทยาลัย เพื่อเตรียมความพร้อมด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ทั้งด้านอาคารสถานที่ อุปกรณ์ โสตทัศนูปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกและทรัพยากรที่เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยการมีส่วนร่วมของอาจารย์ ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ผู้สอนทุกคน

6.2 มีระบบและกลไกในการสำรวจติดตาม และประเมินศักยภาพของสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ โดยมี จำนวนที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอน โดยจะมีการสำรวจและติดตามทุกปีการศึกษา

6.3 มีการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาและอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ รวมถึงมีกระบวนการในการปรับปรุงตามผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาและอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเป็นประจำทุกปีการศึกษา

7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ผลการดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมาย และตัวบ่งชี้ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ดีต่อเนื่อง 2 ปีการศึกษา เพื่อติดตามการดำเนินงานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติต่อไป ทั้งนี้เกณฑ์การประเมินผ่าน คือ มีการดำเนินงานตามข้อ 1 - 5 และอย่างน้อยร้อยละ 80 ของตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงานที่ระบุไว้ในแต่ละปี

ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
1. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผน ติดตาม และ ทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร	X	X	X	X	X
2. มีรายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ที่สอดคล้องกับ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ	X	X	X	X	X
3. มีรายละเอียดของรายวิชา และรายละเอียดของ ประสพการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4 อย่างน้อยก่อนการเปิดสอนในแต่ละภาคการ ศึกษาให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X	X
4. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และ รายงานผลการดำเนินการของประสพการณ์ภาค สนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.5 และ มคอ.6 ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบ ทุกรายวิชา	X	X	X	X	X

ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีที่	ปีที่	ปีที่	ปีที่	ปีที่
	1	2	3	4	5
5. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตรตามแบบ มคอ.7 ภายใน 60 วัน หลังสิ้นสุดปีการศึกษา	X	X	X	X	X
6. มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐาน ผลการเรียนรู้ที่กำหนดใน มคอ.3 และ มคอ.4 (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	X	X	X	X	X
7. มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือการประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงานที่รายงานใน มคอ. 7 ปีที่แล้ว	X	X	X	X	X
8. อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคน ได้รับการปฐมนิเทศหรือ คำแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน	X	X	X	X	X
9. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง	X	X	X	X	X
10. จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนาวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี	X	X	X	X	X
11. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตร เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.51 จากคะแนน เต็ม 5.0				X	X
12. ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.51 จากคะแนนเต็ม 5.0					X

หมวดที่ 8

การประเมินและปรับปรุงการดำเนินงานของหลักสูตร

1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน

1.1 การประเมินกลยุทธ์การสอน

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรกำหนดให้ผู้สอนจัดการเรียนการสอนตาม มคอ.3 ของแต่ละรายวิชา และให้ผู้ประสานงานรายวิชา/ประธานหลักสูตรสาขาวิชาประเมินกลยุทธ์การสอน โดยมีการวิเคราะห์ผลการประเมินการสอนโดยนักศึกษา และการวิเคราะห์ผลการเรียนของนักศึกษา เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงคุณภาพการสอนในครั้งต่อไป จากนั้นให้นำเสนอต่อคณะกรรมการบริหารหลักสูตรเพื่อดำเนินการต่อไป

1.2 การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน

1.2.1 ประเมินโดยนักศึกษาในแต่ละรายวิชา

1.2.2 การสังเกตการณ์ของผู้รับผิดชอบหลักสูตร/ประธานหลักสูตร และ/หรือทีมผู้สอน

1.2.3 ประเมินภาพรวมของหลักสูตรโดยบัณฑิตใหม่

1.2.4 ประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษาจากพฤติกรรมการแสดงออก การทำกิจกรรม และ

ผลการสอบ

2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

การประเมินหลักสูตรในภาพรวม โดยสำรวจข้อมูลจาก

2.1 นักศึกษาชั้นปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่

2.2 ผู้ใช้บัณฑิตหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ

2.3 ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

หลักสูตรผ่านเกณฑ์การประเมินการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน ระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2557 และจัดการเรียนการสอนตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF) พ.ศ. 2552

4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุง

4.1 รวบรวมข้อเสนอแนะ/ข้อมูล จากการประเมินของนักศึกษา ผู้ใช้บัณฑิต และผู้ทรงคุณวุฒิ

4.2 วิเคราะห์และทบทวนข้อมูลจากข้อ 4.1 โดยผู้รับผิดชอบหลักสูตร/ประธานหลักสูตร

4.3 เสนอการปรับปรุงหลักสูตรและแผนกลยุทธ์ (ถ้ามี)

ภาคผนวก

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร
- ภาคผนวก ข คณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตร
- ภาคผนวก ค ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
- ภาคผนวก ง ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการจัดการศึกษาชั้นปริญญาตรี พ.ศ. 2563
- ภาคผนวก จ ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิต ระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2563
- ภาคผนวก ฉ ตารางเปรียบเทียบหลักสูตรกับหลักสูตรพุทธศักราช 2565
- ภาคผนวก ช คำอธิบายรายวิชา
- ภาคผนวก ซ สำเนาผลงานวิชาการตีพิมพ์เผยแพร่ของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร

ภาคผนวก ก

คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ที่ ๓๑๗๒/๒๕๖๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาเคมีเทคโนโลยีและนวัตกรรม พุทธศักราช ๒๕๖๕

เพื่อให้การดำเนินงานการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคโนโลยี และนวัตกรรม พุทธศักราช ๒๕๖๕ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามมาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

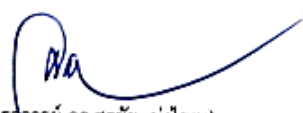
อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑(๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.๒๕๔๗ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคโนโลยีและนวัตกรรม พุทธศักราช ๒๕๖๕ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังต่อไปนี้

- | | |
|---|---------------------|
| ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยพร ศรีสม | ประธานกรรมการ |
| ๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วลีพรรณ รกิติกุล | กรรมการ |
| ๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บรรพต จอมสวรรค์ | กรรมการ |
| ๔. อาจารย์ปิยดา ยศสุนทร | กรรมการ |
| ๕. อาจารย์ ดร.จินดา ศิริตา | กรรมการและเลขานุการ |
| ๖. นางสุภาวดี แก้วพามา | ผู้ช่วยเลขานุการ |

หน้าที่ พัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF) พ.ศ.๒๕๕๒ และประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ.๒๕๕๘

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๔ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๔


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย มุ่งไธสง)
รักษาราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ ๓๑๓๔/๒๕๖๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช ๒๕๖๕

เพื่อให้การดำเนินงานการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช ๒๕๖๕ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิผลถูกต้อง ตามมาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑(๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.๒๕๔๗ มหาวิทยาลัย จึงแต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช ๒๕๖๕ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังต่อไปนี้

- | | |
|---|---------------------|
| ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ ปุ้คำปวง | ประธานกรรมการ |
| ๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.वलันต์ มะโนเรือง | กรรมการ |
| ๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ ไวยะกา | กรรมการ |
| ๔. อาจารย์ ดร.สุนทรี กรโสภาเลิศ | กรรมการ |
| ๕. อาจารย์ ดร.กฤษณ์พงศ์ ภาชิตวีไลธรรม | กรรมการ |
| ๖. อาจารย์ ดร.อรวรรณ วนะชีวิน | กรรมการ |
| ๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ | กรรมการและเลขานุการ |
| ๘. นายศุภวุฒิ ใจกล้า | ผู้ช่วยเลขานุการ |

หน้าที่ พัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ (TQF) พ.ศ.๒๕๕๒ และประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ.๒๕๕๘

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๔ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๖๔

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ครชัย มุ่งโรสอง)

รักษาราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ภาคผนวก ข

คณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ ๓๙๕๙/๒๕๖๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาเคมีเทคโนโลยีและนวัตกรรม พุทธศักราช ๒๕๖๕

เพื่อให้การดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคโนโลยีและนวัตกรรม พุทธศักราช ๒๕๖๕ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์สูงสุด

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑ (๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.๒๕๔๗ มหาวิทยาลัย จึงแต่งตั้งคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคโนโลยีและนวัตกรรม พุทธศักราช ๒๕๖๕ ประกอบด้วย บุคคลดังต่อไปนี้

๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยพร ศรีสม	ประธานกรรมการ
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา จำปาทอง	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๓. นายสุรณรงค์ วงศ์สรคกร	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๔. นายอนุรัตน์ ประกิจ	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บรรพต จอมสวรรค์	กรรมการ
๖. อาจารย์ ดร.จินดา ศิริดา	กรรมการ
๗. อาจารย์ปิยดา ยศสุนทร	กรรมการ
๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.वलัทธิพรณ รกิติกุล	กรรมการและเลขานุการ
๙. นางสุภาวดี แก้วพามา	ผู้ช่วยเลขานุการ

หน้าที่ ดำเนินการวิพากษ์หลักสูตร และให้ข้อเสนอแนะต่อโครงสร้างหลักสูตร ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ ตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ข้อปฏิบัติ/ประกาศ/ระเบียบ/ข้อบังคับมหาวิทยาลัย โดยต้องรักษามาตรฐานทางวิชาการ มาตรฐานวิชาชีพ และคำนึงถึงความสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม รวมถึงความเหมาะสมของหลักสูตรในด้านต่างๆ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๔

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรชัย มุ่งโรeng)

รักษาการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ที่ ๓๙๕๖/๒๕๖๔
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช ๒๕๖๕

เพื่อให้การดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช ๒๕๖๕ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์สูงสุด

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑ (๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.๒๕๔๗ มหาวิทยาลัย จึงแต่งตั้งคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช ๒๕๖๕ ประกอบด้วย บุคคลดังต่อไปนี้

๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ ปุ้คำปวง	ประธานกรรมการ
๒. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภู กุตะนันท์	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ พรหมสาย	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๔. นายกฤตภาส ช้อชวิชัย	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๕. นายชัยวัฒน์ อินเรือง	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ มะโนเรือง	กรรมการ
๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชราวรินทร์ เรือนโต	กรรมการ
๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ คำเตจา	กรรมการ
๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ ไวยะกา	กรรมการ
๑๐. อาจารย์ ดร.อรพรรณ วนะชีวิน	กรรมการ
๑๑. อาจารย์ ดร.กฤษณ์พงศ์ ภาชิตวิไลธรรม	กรรมการ
๑๒. อาจารย์ ดร.สุนทรี กรโอชาเลิศ	กรรมการ
๑๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์	กรรมการและเลขานุการ

หน้าที่ ดำเนินการวิพากษ์หลักสูตร และให้ข้อเสนอแนะต่อโครงสร้างหลักสูตร ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ ตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ข้อปฏิบัติ/ประกาศ/ระเบียบ/ข้อบังคับมหาวิทยาลัย โดยต้องรักษามาตรฐานทางวิชาการ มาตรฐานวิชาชีพ และคำนึงถึงความสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม รวมถึงความเหมาะสมของหลักสูตรในด้านต่างๆ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๔

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ มุ่งไธสง)

รักษาราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

**ข้อสรุปจากคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565**

1. โครงสร้างหลักสูตร จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่ควรมีมากเกินไป ควรอยู่ในช่วง 120 - 125 หน่วยกิต ถ้าหากหน่วยกิตมีมากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าต้องเรียนอย่างหนัก และจะทำให้ไม่อยากเข้ามาเรียน
2. หมวดวิชาเฉพาะด้านเอกบังคับ ควรให้เรียนวิชาที่มีเนื้อหาวิชาทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติที่จำเป็นสำหรับประยุกต์ในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่หลากหลาย
3. หมวดวิชาเฉพาะด้านเอกเลือกควรจัดวิชาที่มีความหลากหลายมาประยุกต์ใช้ความรู้ ทางเคมีและชีววิทยา เพื่อสร้างสรรค์เทคโนโลยีและนวัตกรรมให้สอดคล้องกับบริบทของกลุ่มวิชานั้น ๆ เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ผู้ประกอบการ และชุมชนท้องถิ่นด้านต่าง ๆ ต่อไป โดยเฉพาะกลุ่มที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน เช่น พืชเศรษฐกิจมูลค่าสูง เป็นต้น
4. ควรมีความร่วมมือกับองค์กรเอกชน หรือหน่วยงานของรัฐ เพื่อเป็นแหล่งฝึกประสบการณ์ แสวงหาความรู้ และสร้างสรรค์นวัตกรรมร่วมกัน ให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กรนั้น ๆ
5. การจัดการเรียน ควรจัดรายวิชาในแต่ละภาคเรียน และแต่ละชั้นปี ให้มีความต่อเนื่องกัน เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก และมีความสอดคล้องกัน
6. การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หรือสหกิจศึกษา ควรปรับให้อยู่ช่วงสุดท้ายของหลักสูตร (ปีการศึกษาที่ 4 ภาคเรียนที่ 2) เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอย่างครบถ้วนรอบด้านก่อนและเมื่อไปการฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หรือสหกิจศึกษา จะเกิดความต่อเนื่องในการทำงานกับองค์กรนั้น ๆ นอกจากนี้เพื่อไม่ให้นักศึกษาขาดโอกาสในการทำงานกับองค์กรที่ได้ไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หรือสหกิจศึกษา ทันทีที่จบการศึกษา
7. หลักสูตรควรเพิ่มกิจกรรมนอกหลักสูตร เพื่อช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์ นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์สร้างสรรค์เทคโนโลยีและนวัตกรรมตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ภาคผนวก ค

ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร

ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)

ชื่อ-สกุล

นางวลีพรรณ รกิติกุล

ตำแหน่งทางวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์)

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2555

วท.ม. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2551

วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2548

ประวัติการทำงาน :

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน รองผู้อำนวยการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

พ.ศ. 2555 – 2563 อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานตีพิมพ์ :

Rakitikul, W. and Palee, J. (2018). Botanical Characteristics and Pectin Properties of *Canthium parvifolium* Roxb., *Current Applied Science and Technology*, 18(3), p.156 - 166.

รายวิชาที่รับผิดชอบ

1. CMS3101 คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี
2. CMS3105 การจำลองและออกแบบโมเลกุลด้วยคอมพิวเตอร์



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 6181/2562

เรื่อง แต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 31 (2) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 มาตรา 65/2 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2551 ประกอบกับ ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2556 ข้อบังคับสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการพิจารณา ตำแหน่งทางวิชาการสำหรับคณาจารย์ประจำที่เป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายการสอน พ.ศ. 2550 และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการประชุมครั้งที่ 11/2562 เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2562 จึงแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัย จำนวน 7 ราย ให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ ดังบัญชีรายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2562

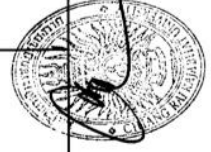
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Sorach Mungsrisong', written over a horizontal line.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย มุ่งไรสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ
แบบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ 6181/2562 ลง ณ วันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2562

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม		ตำแหน่งที่เลื่อนและแต่งตั้ง		ค่าจ้าง	วันที่ ตั้งแต่วันที่	หมายเหตุ
		วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่ง / สังกัด	ตำแหน่ง / สังกัด	สาขาวิชา			
1	นายสมบูรณ์ คำตจา 3 5103 00110 27 8	วท.ศ. (ซีวิทยา)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาซีวิทยา คณะครุศาสตร์	37,540	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาซีวิทยา คณะครุศาสตร์	37,540	16 มี.ค. 2560	
2	นายคมกริช แก้วพันธ์ 1 5099 00188 09 1	วท.ศ. (ซีวิทยา)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาซีวิทยา คณะครุศาสตร์	38,660	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาซีวิทยา คณะครุศาสตร์	38,660	31 มี.ค. 2561	
3	นายกิตติชัย จันธินา 1 5606 90060 41 7	วท.ศ. (ความหลากหลาย ทางชีวภาพและซีวิทยา ชาติพันธุ์)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	39,520	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	39,520	5 ก.ย. 2561	
4	นางวลีพรพรณ รกิติกุล 5 5505 00370 25 3	วท.ศ. (เคมี)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	41,570	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	41,570	11 ก.ค. 2560	



**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)**

ชื่อ - สกุล
นางสาวจินดา ศิริตา

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2551

วท.ม. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2548

วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2542

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน ผู้อำนวยการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

พ.ศ. 2561 – 2563 รองผู้อำนวยการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

พ.ศ. 2542 – 2560 อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Sirita, J., Chomsawan, B., Yodsoontorn, P., Kornochalert, S., Lapinee, C. and Jumpatong, K. (2020). Antioxidant activities, phenolic and tannin contents of paper Mulberry (*Broussonetia papyrifera*) extract, *Medicinal Plants*, 12(3), p.323 - 327.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. CMS2104 เคมีเชิงฟิสิกส์
2. CMS3405 เทคโนโลยีและนวัตกรรมพลังงานทางเลือก



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 358/2558

เรื่อง แต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 31 (2) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 มาตรา 65/2 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2551 ประกอบกับ ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2556 และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการประชุมครั้งที่ 1/2558 เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2558 จึงแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ ดังบัญชี รายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2558

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล อารินิจ)

อธิการบดี

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานในสถาบันอุดมศึกษาให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์
แบบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ 358/2558 ลง ณ วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2558

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม		ตำแหน่งที่เลื่อนและแต่งตั้ง		เงินเดือน	ตั้งแต่วันที่	หมายเหตุ
		วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่ง / สังกัด	ตำแหน่ง / สังกัด	สาขาวิชา			
1	นาย บรรพต จอมสวรรค์	วท.บ. (เชิงเคมีและซินเคมี เทคโนโลยี) วท.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เคมี	23,520	19 พ.ย. 2556	





คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 5894/2557

เรื่อง การแต่งตั้งและการให้ได้รับเงินเดือนตำแหน่งตามมาตรา 18 (ก)
แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา พ.ศ. 2547

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 28 มาตรา 74 และมาตรา 77 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา พ.ศ. 2547 ประกอบกับประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2556 และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการประชุมครั้งที่ 9/2557 เมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 2557 จึงแต่งตั้งข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษาให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดังบัญชีรายละเอียด แนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2557

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล อารินิจ)

อธิการบดี

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งและการได้รับเงินเดือนตำแหน่งตามมาตรา 18 (ก)
 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา พ.ศ. 2547
 ตามคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ที่ 5894/2557 ลงวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2557

ชื่อ - สกุล	วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม		อัตราเงินเดือน		ดำรงตำแหน่งปัจจุบัน	ตำแหน่งที่เลื่อน		อัตราเงินเดือน		สาขาวิชาที่ได้รับแต่งตั้ง	ตั้งแต่วันที่
		ตำแหน่ง/สังกัด	เลขประจำตำแหน่ง	ขั้น	ขั้น		ตำแหน่ง/สังกัด	เลขประจำตำแหน่ง	ขั้น			
นาง ปิยพร ศรีสม	วท.บ. (เคมี) วท.ม. (เคมี) วท.ด. (เภสัชศาสตร์)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0122	26,580	2 พ.ย. 2541	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0122	26,580	เคมี	8 ต.ค. 56		



**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)**

ชื่อ - สกุล

.....
นายวสันต์ มะโนเรือง

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)

ประวัติการศึกษา

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง พ.ศ. 2554

วท.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2539

คบ. (ชีววิทยา) วิทยาลัยครูเชียงใหม่ พ.ศ. 2535

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2556 – 2562	ประธานโปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2550 – 2556	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

ภรภัทร สอนศรี ประพนอม แก้วระคน และ วสันต์ มะโนเรือง. (2561). ความหลากหลายของ
จุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนบางแห่งในจังหวัดเชียงราย. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
นำเสนอ ผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 18 และ
ลำปางวิจัย ครั้งที่ 4 (กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). วันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2561.
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, หน้า 780 – 789.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. BIO2302 สรีรวิทยาของสัตว์
2. BIO3301 ความหลากหลายสัตว์
3. BIO3303 กีฏวิทยาและแมลงเศรษฐกิจ
4. BIO3305 นิเวศวิทยาและพฤติกรรมสัตว์



2-4.2

คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 1021/2561

เรื่อง แต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 31 (2) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 มาตรา 65/2 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2551 ประกอบกับ ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2556 ข้อบังคับสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการพิจารณา ตำแหน่งทางวิชาการสำหรับคณาจารย์ประจำที่เป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายการสอน พ.ศ. 2550 และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการประชุมครั้งที่ 2/2561 เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จึงแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ ดังบัญชีรายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชย มุ่งไรสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ
แบบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ 1021/2561 สั่ง ณ วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม			ตำแหน่งที่เลื่อนและแต่งตั้ง			ตั้งแต่วันที่	หมายเหตุ
		วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่ง / สังกัด	ค่าจ้าง	ตำแหน่ง / สังกัด	สาขาวิชา	ค่าจ้าง		
1	นางสาวสุกัญญา เขื่อนสุวรรณกิจ	ป.ร.ด. (ผู้นำทางสังคม ธุรกิจ และการเมือง)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาบริหารธุรกิจ (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) คณะวิทยาการจัดการ	36,340	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาบริหารธุรกิจ (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) คณะวิทยาการจัดการ	36,340	เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ	8 ก.ย. 2559	
2	นายประเวศ เวชชะ	กศ.ด. (การวิจัยและการพัฒนา หลักสูตร)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์	39,780	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์	39,780	การวิจัยและ ประเมินผลทางการ ศึกษา	22 ส.ค. 2559	
3	นายวสันต์ มนะไธเรือง	ป.ร.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	41,450	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	41,450	ชีววิทยา	16 พ.ย. 2558	

**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)**

.....

ชื่อ - สกุล

นายประเสริฐ ไวยะกา

ตำแหน่งทางวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)

ประวัติการศึกษา

วท.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2541

วท.บ. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2539

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน	รองคณบดี รับผิดชอบงานบริหารงานทั่วไป พัฒนานักศึกษา และ ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2556 – 2563	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2552 – 2556	ประธานโปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Waiyaka, P., Kornochalert, S. and Chomsawan, B. (2021). Test Kit for Water Quality in Tap Water Detection. *Proceeding of The 2nd International and National Conference (Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)*. The Graduate School, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand, March 20, 2021. p.D69 – D76.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. BIO1101 จุลชีววิทยา
2. BIO3401 จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม
3. BIO3502 นวัตกรรมจากเทคนิคทางชีววิทยา
4. BIO4402 นวัตกรรมอาหารจากจุลินทรีย์



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 5137/2558

เรื่อง แต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ


อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 31 (2) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 มาตรา 65/2 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2551 ประกอบกับ ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2556 และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการประชุมครั้งที่ 9/2558 เมื่อวันที่ 25 กันยายน 2558 จึงแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ ดังบัญชี รายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2558

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล อารีนิจ)

อธิการบดี

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานในสถาบันอุดมศึกษาให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์
แบบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ 5137/2558 ลง ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2558

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม			ตำแหน่งที่เลื่อนและแต่งตั้ง			ตั้งแต่วันที่	หมายเหตุ
		วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่ง / สังกัด	เงินเดือน	ตำแหน่ง / สังกัด	เงินเดือน	สาขาวิชา		
1	นาง ยุพาวดี นิศวอนุตรพันธ์	ค.บ. (ศิลปศึกษา) ค.ม. (ศิลปศึกษา)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาศิลปกรรม สำนักวิชาสังคมศาสตร์	28,190	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาศิลปกรรม สำนักวิชาสังคมศาสตร์	28,190	ศิลปกรรม	6 ก.พ. 2557	
2	นาย ประเสริฐ ไวยะภา	วท.บ. (อุตสาหกรรม) วท.ม. (วิศวกรรม)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	27,630	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	27,630	ชีววิทยา	25 ส.ค. 2557	
3	น.ส. เบลญจวรรณ เบญจกรณ์	บธ.บ. (การตลาด) ร.บ.ม. (การบริหารทรัพยากร มนุษย์)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาบริหารธุรกิจ (การบริหารทรัพยากรมนุษย์) คณะวิทยาการจัดการ	26,670	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาบริหารธุรกิจ (การบริหารทรัพยากรมนุษย์) คณะวิทยาการจัดการ	26,670	การบริหารทรัพยากร มนุษย์	28 ก.พ. 2558	

**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)**

ชื่อ - สกุล
นางสาวสุนทรี กรโอชาเลิศ

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2555

วท.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2549

วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2546

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน รองคณบดี รับผิดชอบงานจัดการศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2555 – 2563 อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

สุนทรี กรโอชาเลิศ ปิยพร ศรีสม วลีพรรณ รกิติกุล จินดา ศิริตา ปิยดา ยศสุนทร
บรรทด จอมสุวรรณค์ ประเสริฐ ไวยะกา และ สุภาวดี แก้วพามา. (2564). การพัฒนานวัตกรรม
การผลิตขาไบโไฟเชิงคุณภาพสูงเพื่อวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าซางวิวัฒน์ ตำบลนางแล อำเภอเมือง
จังหวัด เชียงราย. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. วันที่ 24 - 25 มิถุนายน พ.ศ. 2564.
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, หน้า 1051 – 1056.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. BIO2201 พฤษศาสตร์
2. BIO3201 พฤษเคมีและการประยุกต์ใช้
3. BIO3202 สรีรวิทยาของพืช

ประวัติอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)

.....

ชื่อ - สกุล นางสาวทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)

ประวัติการศึกษา

- วท.ด. (จุลชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2556
- วท.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2553
- วท.บ. (ชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร พ.ศ. 2551

ประวัติการทำงาน

- พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Prasertsin, T., Suk-ueng, K., Phinyo, K. and Yana, E. (2021). The diversity and abundance of phytoplankton and benthic diatoms in varying environmental conditions in Kok River, Chiang Rai, Thailand as bio-indicators of water quality. *Biodiversitas*. 22(4), p.1853 - 1862.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. BIO3403 เทคโนโลยีชีวภาพสาหร่ายขนาดเล็ก
2. BIO4401 จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อมและการประยุกต์



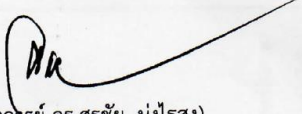
คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 6216/2562

เรื่อง แต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 31 (2) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 มาตรา 65/2 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2551 ประกอบกับ ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2556 ข้อบังคับสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการพิจารณา ตำแหน่งทางวิชาการสำหรับคณาจารย์ประจำที่เป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายการสอน พ.ศ. 2550 และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการประชุมครั้งที่ 10/2562 เมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2562 จึงแต่งตั้งพนักงาน มหาวิทยาลัย จำนวน 6 ราย ให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ ดังบัญชีรายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2562


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชชัย มุ่งโรสสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ
แบบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ 6216/2562 ลง ณ วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2562

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม			ตำแหน่งที่เลื่อนและแต่งตั้ง			หมายเหตุ	
		วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่ง / สังกัด	ค่าจ้าง	ตำแหน่ง / สังกัด	สาขาวิชา	ค่าจ้าง		
1	นางสุนตรา สมภักดิ์ 3 8504 00234 77 4	วท.ม. (ศึกษาศาสตร์) และพฤติกรรมศาสตร์	อาจารย์ โปรแกรมวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ	33,710	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ	สาธารณสุขศาสตร์	33,710	24 ก.ค. 2560	
2	นางพัชรินทร์ วินยางค์กุล 3 5701 00682 69 3	ส.ม. (สาธารณสุขศาสตร์)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ	36,290	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ	สาธารณสุขศาสตร์	36,290	18 ก.ย. 2560	
3	นางสาวพัชรารินทร์ เจือมนัด 1 5499 00032 38 5	Ph.D. (Biosciences)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์	41,030	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์	ชีววิทยา	41,030	14 ก.ย. 2561	
4	นางสาวทิพรธม ประเสริฐสินธุ์ 1 4713 00010 96 1	วท.ด. (ชีววิทยาประยุกต์)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	40,400	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชีววิทยา	40,400	5 ก.ย. 2561	

**ประวัติอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)**

.....

ชื่อ - สกุล นางวิภาวรรณ นันโท (นามสกุลเดิม ปู่คำปวง)

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (จุลชีววิทยาประยุกต์) (หลักสูตรโทควบเอก) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2557

วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2552

ประวัติการทำงาน


พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน	ประธานโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2557 – 2563	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Pukumpuang, W. and Seansrimon, J. (2020). Antioxidant Activity, Total Phenolic Content and Anti-Tyrosinase Activity of Thai Colored Rice Cultivar Extracts. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*. 13(1), p.34 – 42.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. BIO2501 การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา
2. BIO3402 วิทยาแบคทีเรีย



เลขที่ ๙๒๐/๒๕๖๔ แบบ ข.๕

หนังสือสำคัญแสดงการจดทะเบียนเปลี่ยนชื่อสกุล

น.ส.วิภาวรรณ บัวคำปวง

เลขประจำตัวประชาชน ๑-๕๑๐๖-๐๐๕๒-๖๐-๙

อยู่บ้านเลขที่ ๑๔๖/๓๕ หมู่ ๑

ตำบลนางแล อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย

บิดาชื่อ สุคำ มารดาชื่อ จันทร์ลม

ได้ขอเปลี่ยนชื่อสกุลเป็น " นันโท "


กรณี การสมรส

นายทะเบียนได้อนุญาตตามคำขอที่ ๒๔๓๑/๒๕๖๔ ลงวันที่ ๑๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๔

จึงออกหนังสือสำคัญนี้ให้ไว้เป็นหลักฐาน

ที่ว่าการ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย

ออก ณ วันที่ ๑๑ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๔



(นางสินีห์ ดีเสริมยศ)

ปลัดอำเภอ (จพง.ปค.ชำนาญการ) รักษาการแทน

นายอำเภอเมืองเชียงราย

นายทะเบียนท้องที่

ประทับตราประจำตำแหน่งเป็นสำคัญ



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ที่ 2672/2564
เรื่อง แต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 31 (2) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 ประกอบกับ ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ พ.ศ. 2560 ข้อบังคับสภามหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย ว่าด้วยการพิจารณาตำแหน่งทางวิชาการสำหรับคณาจารย์ประจำที่เป็นพนักงานมหาวิทยาลัย สายการสอน พ.ศ. 2550 และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในการประชุมครั้งที่ 8/2564 เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2564 จึงแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัย จำนวน 3 ราย ให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการดังบัญชี รายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

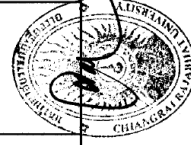
สั่ง ณ วันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2564

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย มุ่งไธสง)
รักษาราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ

แนบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ รายที่ 2672/2564 ลง ณ วันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2564

ที่	ชื่อ - สกุล	วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม		อัตรา ค่าจ้าง ปัจจุบัน	ตำแหน่งที่เลื่อน		อัตรา ค่าจ้าง ปัจจุบัน	สาขาวิชา ที่ได้รับ แต่งตั้ง	ตั้งแต่วันที่
			ตำแหน่ง/ สังกัด	เลขที่ ตำแหน่ง		ตำแหน่ง/ สังกัด	เลขที่ ตำแหน่ง			
1	นายอดิวัชร พนงพิศาล 1-1008-00473-82-2	ศส.ม. (ดนตรี)	อาจารย์ คณะมนุษยศาสตร์	451	39,100	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะมนุษยศาสตร์	451	39,100	ดุริยางคศิลป์	6 ก.พ. 2563
2	นางสาววิภาวรรณ ปู่คำบง 1-5106-00052-60-9	วท.ด. (จุลชีววิทยาประยุกต์)	อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	560	45,270	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	560	45,270	ชีววิทยา	19 มิ.ย. 2563
3	นางสาวจามรี พระสุนัด 1-4309-00107-36-1	ศศ.ม. (พัฒนศาสตร์)	อาจารย์ สำนักวิชาสังคมศาสตร์	569	39,740	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำนักวิชาสังคมศาสตร์	569	39,740	สังคมวิทยา	15 ก.ค. 2563



ภาคผนวก ง
ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ว่าด้วยการจัดการศึกษาชั้นปริญญาตรี พ.ศ. 2563

๒๖๑/๒๕๖๓



ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
เรื่อง การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๖๓

โดยที่สมควรกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการในการจัดการศึกษาในระดับปริญญาตรี ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑(๑) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. ๒๕๔๗ จึงออกประกาศ เรื่อง การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๖๓ ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่อง “การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๖๓”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับกับนักศึกษาที่เข้าศึกษาตั้งแต่ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ในประกาศนี้

- | | |
|------------------|---|
| “มหาวิทยาลัย” | หมายความว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย |
| “สภามหาวิทยาลัย” | หมายความว่า สภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย |
| “อธิการบดี” | หมายความว่า อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย |
| “นักศึกษา” | หมายความว่า ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาในหลักสูตร |

ปริญญาตรีของมหาวิทยาลัย

“หลักสูตร” หมายความว่า หลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ผ่านความเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัย

“สถาบันอุดมศึกษา” หมายความว่า สถาบันการศึกษาอื่นที่มีการจัดการศึกษาในระดับหลังมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หลักสูตรไม่ต่ำกว่าอนุปริญญาหรือเทียบเท่าที่สภามหาวิทยาลัยรับรอง

หมวดที่ ๑

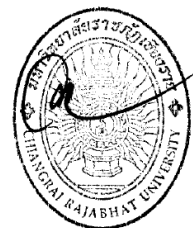
การรับเข้าศึกษาและระบบการศึกษา

ข้อ ๔ การรับเข้าเป็นนักศึกษา

กำหนดการและวิธีการรับเข้าศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย ที่จะกำหนดในแต่ละปี

ข้อ ๕ คุณสมบัติของผู้สมัครเข้าเป็นนักศึกษา

๕.๑ หลักสูตรปริญญาตรีที่จัดการศึกษา ๔ ปี หรือ ๕ ปี หรือ ๖ ปี จะต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า



๒

๕.๒ หลักสูตรปริญญาตรีเทียบโอน จะต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หรือ เทียบเท่า หรือ ระดับอนุปริญญา หรือ เทียบเท่า

๕.๓ คุณสมบัติอื่นตามที่มหาวิทยาลัยประกาศกำหนดในแต่ละปี

ข้อ ๖ ระบบการจัดการศึกษา

ระบบการจัดการศึกษาใช้ระบบทวิภาค โดยหนึ่งปีการศึกษาแบ่งออกเป็นสองภาคเรียนปกติ มีระยะเวลาไม่น้อยกว่าสิบห้า (๑๕) สัปดาห์ มหาวิทยาลัยอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อน (ภาคเรียนที่ ๓) ได้ โดยกำหนดระยะเวลาและจำนวนหน่วยกิตมีส่วนเทียบเคียงกันได้กับภาคเรียนปกติ การจัดการภาคเรียนที่แตกต่างไปจากนี้ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากมหาวิทยาลัย

หมวดที่ ๒

สถานภาพการเป็นนักศึกษา

ข้อ ๗ ผู้ที่ผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษา จะมีสถานภาพเป็นนักศึกษาเมื่อได้ขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษาตามขั้นตอนที่มหาวิทยาลัยกำหนดแล้ว

ข้อ ๘ ในภาคเรียนปกติ หากนักศึกษาไม่ลงทะเบียนเรียนด้วยเหตุใด ๆ ก็ตาม นักศึกษาจะต้องขอลาพักการเรียนสำหรับภาคเรียนปกตินั้น โดยยื่นคำร้องขอลาพักการเรียนต่อสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน และต้องชำระค่าธรรมเนียมเพื่อรักษาสถานภาพนักศึกษาตามประกาศของมหาวิทยาลัยก่อนสอบปลายภาคไม่น้อยกว่าสิบสี่ (๑๔) วัน

๘.๑ การลาพักการศึกษา นักศึกษาใหม่ไม่มีสิทธิ์ลาพักการศึกษาในภาคเรียนแรก เว้นแต่ได้รับอนุมัติจากอธิการบดี

๘.๒ การลาพักการศึกษาต่อเนื่องได้ไม่เกินสองภาคเรียนปกติ กรณีมีความจำเป็นต้องลาพักการเรียนมากกว่าสองภาคเรียนปกติ ต้องได้รับการอนุมัติจากอธิการบดี

ข้อ ๙ นักศึกษาที่พ้นสภาพนักศึกษาด้วยเหตุไม่ชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาและไม่ชำระเงินค่ารักษาสถานภาพการเป็นนักศึกษา ให้มีสิทธิ์ยื่นคำร้องขอคืนสภาพการเป็นนักศึกษาต่อสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนก่อนเปิดภาคเรียน และต้องชำระค่าธรรมเนียมการขอคืนสภาพนักศึกษาและค่าธรรมเนียมขอลาพักการศึกษาของภาคเรียนที่ค้างชำระตามประกาศที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ข้อ ๑๐ การลาออก นักศึกษาที่ประสงค์จะลาออกจากการเป็นนักศึกษา ให้ยื่นคำร้องลาออกตามแบบที่สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนกำหนด

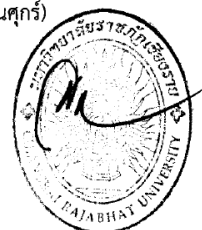
หมวดที่ ๓

แผนการเรียน การลงทะเบียนเรียน และจำนวนหน่วยกิต

ข้อ ๑๑ นักศึกษาที่เข้าศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๖๓ เป็นต้นไป กำหนดให้จัดแผนการเรียนสอง (๒) ภาคเรียน ไม่มีภาคฤดูร้อน (ภาคเรียนที่ ๓) ในกรณีที่มีเหตุผลและความจำเป็นที่ต้องมีการจัดการเรียนการสอนในภาคฤดูร้อน (ภาคเรียนที่ ๓) ให้เสนอขออนุมัติต่อมหาวิทยาลัยเป็นรายกรณี

ข้อ ๑๒ กำหนดการลงทะเบียนและวิธีการลงทะเบียนเรียน ให้เป็นไปตามที่มหาวิทยาลัยประกาศกำหนดในแต่ละภาคเรียน

ข้อ ๑๓ การจัดแผนการเรียนให้หลักสูตร/สาขาวิชาจัดแผนการเรียนโดยให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่เกินสิบแปด (๑๘) หน่วยกิตต่อภาคเรียน สำหรับนักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์)



๓

และไม่เกินสิบห้า (๑๕) หน่วยกิตต่อภาคเรียน สำหรับนักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันเสาร์ – อาทิตย์) และไม่เกินเก้า (๙) หน่วยกิต ในภาคฤดูร้อน (ภาคเรียนที่ ๓) ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๔ มหาวิทยาลัยอาจพิจารณาให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียนเกินที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนได้ แต่ต้องไม่เกินยี่สิบสอง (๒๒) หน่วยกิต สำหรับนักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์) และไม่เกินสิบแปด (๑๘) หน่วยกิต สำหรับนักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันเสาร์-อาทิตย์) และในภาคเรียนฤดูร้อน (ภาคเรียนที่ ๓) สามารถลงทะเบียนได้ไม่เกินสิบสอง (๑๒) หน่วยกิต จะต้องเป็นกรณีตามข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

๑๔.๑ เป็นนักศึกษาที่สาขาวิชาจัดแผนการเรียน ๒ ภาคเรียน ไม่มีภาคฤดูร้อน (ภาคเรียนที่ ๓)

๑๔.๒ เป็นนักศึกษาในหลักสูตรที่จัดการศึกษาในลักษณะการบูรณาการการเรียนการสอนกับการทำงาน (CWIE : Cooperative Work Integrated Education)

๑๔.๓ เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชาที่เคยได้ผลการเรียนเป็น “F” “W” หรือ “U”

๑๔.๔ เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนที่เคยได้ผลการเรียนเป็น “F” “W” หรือ “U” ในกลุ่มวิชาเลือกเดียวกัน

๑๔.๕ เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่ต้องเรียนตามลำดับก่อน-หลัง (Pre-requisite)

๑๔.๖ เป็นนักศึกษาที่เคยได้รับอนุมัติให้พักการเรียน

๑๔.๗ เป็นนักศึกษาที่เข้าศึกษาในหลักสูตร ๔ ปี เทียบโอน ที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่า ซึ่งเป็นผู้สำเร็จการศึกษาไม่ตรงสาขาวิชาตามที่กำหนดในคุณสมบัติผู้สมัครเข้าเรียนของหลักสูตรนั้น ๆ ที่ต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมตามที่กำหนด

๑๔.๘ เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ รายวิชาเตรียมสหกิจศึกษา หรือ รายวิชาในลักษณะเดียวกัน หรือ รายวิชากลุ่มการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

๑๔.๙ เป็นการลงทะเบียนเรียนภาคเรียนสุดท้ายก่อนการออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ สหกิจศึกษา หรือ เป็นภาคเรียนสุดท้ายที่จะสำเร็จการศึกษา

๑๔.๑๐ กรณีอื่นใด ให้เสนอขออนุมัติต่ออธิการบดี เป็นรายการ

ข้อ ๑๕ การลงทะเบียนเรียน การเพิ่ม-ถอนและเปลี่ยนแปลงรายวิชาเรียน ให้กระทำให้เสร็จสิ้นภายในสิบ (๑๐) วัน นับแต่วันเปิดภาคเรียน และตามที่กำหนดในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย

ทั้งนี้ ให้ยกเว้น สำหรับกรณีการเพิ่ม-ถอนรายวิชาที่กำหนดให้เป็นรายวิชาเรียนต่อเนื่อง หรือ เรียนตามลำดับก่อน-หลัง ที่ผู้สอนประเมินผลครั้งแรกเป็นเกรด I หรือ M ให้กระทำให้เสร็จสิ้นภายในหนึ่ง (๑) สัปดาห์หลังกำหนดการส่งเกรด I หรือ M

ข้อ ๑๖ การขอเปิดรายวิชาใหม่ ให้กระทำได้ภายในห้า (๕) วันนับแต่วันเปิดภาคเรียน และตามที่กำหนดในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย และให้อยู่ในเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

๑๖.๑ เป็นการขอเปิดรายวิชาเพื่อลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชาที่ได้ผลการเรียนเป็น “F” หรือ “W” หรือ “U” และพักการเรียน และหลักสูตรกำหนดเป็นรายวิชาที่ต้องเรียนตามลำดับก่อน-หลัง (Pre-requisite)

๑๖.๒ เป็นรายวิชาสุดท้ายที่ต้องเรียนให้ครบหลักสูตรในภาคเรียนสุดท้ายก่อนการออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ ภาคเรียนสุดท้ายที่จะสำเร็จการศึกษา



๑๖.๓ ไม่เป็นการเปิดเรียนเพื่อเป็นรายวิชาเลือกเสรี

ทั้งนี้ จำนวนหน่วยกิตต้องไม่เกินที่กำหนดในข้อ ๑๔ และหรือ ข้อ ๑๕

ข้อ ๑๗ การขอยกเลิกรายวิชาเรียนในกรณีที่พ้นกำหนดการขอถอน และการเปลี่ยนแปลงวิชาเรียน ให้ดำเนินการให้เสร็จสิ้นก่อนกำหนดการสอบปลายภาคอย่างน้อยสามสัปดาห์ (๓๐) วัน ตามที่กำหนดในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๘ การชำระค่าธรรมเนียมการศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัย เรื่อง อัตราค่าธรรมเนียมการศึกษา และประกาศมหาวิทยาลัย เรื่อง กำหนดการชำระเงินค่าธรรมเนียมการศึกษา

ข้อ ๑๙ การลงทะเบียนเรียนรายวิชาการมีตารางสอบตรงกัน

กรณีที่นักศึกษามีความจำเป็นต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่ตารางสอบตรงกัน นักศึกษาจะต้องยื่นคำร้องขอลงทะเบียนเรียนกรณีตารางสอบตรงกันในขั้นตอนการลงทะเบียนเรียนต่อเจ้าหน้าที่ของสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ผู้สอน และอาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้ดำเนินการจัดสอบนอกตารางสำหรับนักศึกษารายนั้น ๆ แยกต่างหาก ทั้งนี้ จำนวนหน่วยกิตรวมทั้งลงทะเบียนเรียนต้องไม่เกินเกณฑ์ตามข้อ ๑๓ และ หรือข้อ ๑๔ แล้วแต่กรณี

ข้อ ๒๐ การลงทะเบียนเรียนกรณีต่างประเภทนักศึกษา

นักศึกษาสามารถลงทะเบียนเรียนต่างประเภทนักศึกษาได้ ภายในเวลาที่กำหนดในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย โดยต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

๒๐.๑ นักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์) ที่ประสงค์ลงทะเบียนเรียนกับนักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันเสาร์-อาทิตย์) ต้องยื่นคำร้องขอลงทะเบียนเรียนสมทบต่อเจ้าหน้าที่สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน โดยนักศึกษาต้องชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาเป็นแบบเหมาจ่ายตามประกาศอัตราค่าธรรมเนียมการศึกษาของนักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันเสาร์-อาทิตย์)

๒๐.๒ นักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันเสาร์-อาทิตย์) ที่ประสงค์ลงทะเบียนเรียนกับนักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์) ต้องยื่นคำร้องขอลงทะเบียนเรียนสมทบ ในกรณีเป็นนักศึกษาที่มีหน้าที่และรับผิดชอบงานประจำในองค์กร หรือ หน่วยงานระหว่างวันจันทร์ - วันศุกร์ จะต้องแสดงหนังสือที่ได้รับอนุญาตให้เข้าเรียนในคาบเรียนวันจันทร์ - วันศุกร์จากหน่วยงานต้นสังกัดประกอบกับคำร้องขอลงทะเบียนเรียนสมทบต่อเจ้าหน้าที่สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน

ทั้งนี้ จำนวนหน่วยกิตรวมทั้งลงทะเบียนเรียนต้องไม่เกินเกณฑ์ตามข้อ ๑๓ และหรือ ข้อ ๑๔ แล้วแต่กรณี

ข้อ ๒๑ การลงทะเบียนเรียนพร้อมกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ สหกิจศึกษา

มหาวิทยาลัย อนุญาตให้นักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์) ที่มีความจำเป็นต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชาอื่น ๆ พร้อมกับรายวิชาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ สหกิจศึกษา ได้เฉพาะกรณีใดกรณีหนึ่งต่อไปนี้

๒๑.๑ เป็นรายวิชาโครงงาน

๒๑.๒ เป็นรายวิชาปัญหาพิเศษ

๒๑.๓ เป็นรายวิชาวิทยานิพนธ์/สารนิพนธ์

ทั้งนี้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร ประธานโปรแกรมวิชา และคณบดี

กรณี นักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันเสาร์-อาทิตย์) สามารถลงทะเบียนเรียนได้ตามแผนการเรียนที่สาขาวิชากำหนด



หมวดที่ ๔

การเทียบโอนผลการศึกษาและการยกเว้นการศึกษารายวิชา

ข้อ ๒๒ “การเทียบโอนผลการศึกษา” หมายความว่า การนำหน่วยกิตและค่าระดับคะแนนของทุกรายวิชา ที่เคยศึกษาจากหลักสูตรของมหาวิทยาลัยมาใช้โดยไม่ต้องศึกษารายวิชานั้นอีก

“การยกเว้นการศึกษารายวิชา” หมายความว่า การนำหน่วยกิตของรายวิชาในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย หรือ ของสถาบันอุดมศึกษาอื่นที่สภามหาวิทยาลัยรับรองที่ได้ศึกษามาแล้ว ซึ่งมีเนื้อหาสาระครอบคลุมไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาที่ขอยกเว้นมาใช้ โดยไม่ต้องศึกษารายวิชานั้นอีก

ข้อ ๒๓ คุณสมบัติของผู้มีสิทธิ์ขอเทียบโอนผลการศึกษาหรือขอยกเว้นการศึกษารายวิชา ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ข้อ ๒๔ รายวิชาที่จะนำมาเทียบโอนผลการศึกษา หรือ ยกเว้นการศึกษารายวิชา สามารถนำมาขอเทียบโอนผลการศึกษาหรือขอยกเว้นการศึกษาได้ทุกรายวิชาโดยไม่ต้องคำนึงถึงวันที่สอบได้หรือสำเร็จการศึกษา

ข้อ ๒๕ ผู้มีสิทธิ์ขอเทียบโอนผลการศึกษา ต้องอยู่ในหลักเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

๒๕.๑ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหรือเคยศึกษาในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย หรือ

๒๕.๒ ผู้ที่เปลี่ยนสภาพจากนักศึกษาภาคปกติ ไปเป็นนักศึกษาตามโครงการอื่นที่ใช้

หลักสูตรของมหาวิทยาลัย หรือ

๒๕.๓ ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งในมหาวิทยาลัยเปลี่ยนไปศึกษาใน

อีกสาขาวิชาหนึ่งในระดับเดียวกัน

๒๕.๔ ผู้ที่ผ่านการศึกษจากระบบการศึกษาต่อเนื่องตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ว่าด้วยการศึกษาต่อเนื่อง

๒๕.๕ ผู้ที่ศึกษาในหลักสูตรของมหาวิทยาลัยที่จัดการศึกษาในระบบคลังหน่วยกิตตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิต

ข้อ ๒๖ เงื่อนไขในการเทียบโอนผลการศึกษา

๒๖.๑ ผู้ขอเทียบโอนต้องไม่เคยพ้นสภาพการเป็นนักศึกษาตามประกาศของ

มหาวิทยาลัยว่าด้วยการพ้นสภาพตามเกณฑ์การประเมินผลการศึกษา

๒๖.๒ การเทียบโอน ต้องโอนทุกรายวิชาที่เคยศึกษามา

๒๖.๓ นักศึกษาจะต้องใช้เวลาศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยอย่างน้อยหนึ่ง (๑)

ปีการศึกษา

ข้อ ๒๗ ผู้มีสิทธิ์ขอยกเว้นการศึกษารายวิชา ได้แก่

๒๗.๑ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหรือเคยศึกษาในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย

๒๗.๒ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหรือเคยศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษาอื่น หรือเทียบเท่า

ที่สภามหาวิทยาลัยรับรอง

ข้อ ๒๘ เงื่อนไขการขอยกเว้นการศึกษารายวิชา

๒๘.๑ เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาในหลักสูตรระดับอุดมศึกษาหรือเทียบเท่าที่สภามหาวิทยาลัยรับรอง

๒๘.๒ เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่มีเนื้อหาสาระครอบคลุมไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ยกเว้น



๖

๒๘.๓ เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่สอบได้ไม่ต่ำกว่าระดับคะแนน “C” หรือแต้มระดับคะแนน ๒.๐๐

๒๘.๔ จะขอยกเว้นได้ไม่เกินสองในสามของจำนวนหน่วยกิตทั้งหมดของหลักสูตรที่ขอยกเว้น

๒๘.๕ รายวิชาที่ได้รับการยกเว้นการศึกษารายวิชา ให้บันทึกไว้ในระเบียบแสดงผลการเรียนเป็น “S” และไม่ให้นำหน่วยกิตมาคำนวณหาค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม แต่จะนับจำนวนหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

๒๘.๖ ผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี หรือสูงกว่ามาแล้ว จะเข้าศึกษาในระดับอนุปริญญาหรือปริญญาตรีในอีกสาขาวิชาหนึ่ง ให้ได้รับการยกเว้นการศึกษารายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไปทั้งหมดรวมทั้งหมวดวิชาเลือกเสรี รายวิชาที่ได้รับการยกเว้นให้นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา โดยไม่ต้องบันทึกระเบียบแสดงผลการเรียนเป็นรายวิชา

ข้อ ๒๙ ค่าธรรมเนียมในการขอเทียบโอนผลการศึกษาและการยกเว้นการศึกษารายวิชาให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๓๐ เพื่อให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัยเกี่ยวกับสถานภาพการเป็นนักศึกษาของผู้ที่จะสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาของหลักสูตร การนับจำนวนภาคเรียนของผู้ที่เทียบโอนผลการเรียน และขอยกเว้นการศึกษารายวิชาให้ถือเกณฑ์ดังนี้

๓๐.๑ นักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์) ไม่เกินสิบแปด (๑๘) หน่วยกิต เป็นหนึ่งภาคการศึกษาปกติ

๓๐.๒ นักศึกษาภาคปกติ (เรียนวันเสาร์-อาทิตย์) ไม่เกินสิบห้า (๑๕) หน่วยกิต เป็นหนึ่งภาคการศึกษาปกติ

หมวดที่ ๕

การย้ายสาขาวิชา การเปลี่ยนประเภทนักศึกษา และการย้ายสถานศึกษา

ข้อ ๓๑ การย้ายสาขาวิชาต้องอยู่ในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

๓๑.๑ นักศึกษาไม่สามารถขอย้ายเข้าสาขาวิชาดังต่อไปนี้

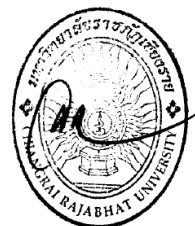
(ก) สาขาวิชาในหลักสูตรสังกัดคณะครุศาสตร์ ที่จัดการเรียนการสอนตามเงื่อนไขที่กำหนดในมาตรฐานการผลิตของคุรุสภา

(ข) สาขาวิชาที่มีการสอบคัดเลือกเข้าศึกษา

๓๑.๒ นักศึกษาประสงค์จะขอย้ายสาขาวิชา ต้องเป็นนักศึกษาที่มีผลการเรียนภายใต้แผนการเรียนของสาขาวิชาเดิมไม่น้อยกว่าหนึ่ง (๑) ปีการศึกษา

๓๑.๓ นักศึกษาต้องมีผลการเรียนครบทุกรายวิชา นับถึงภาคเรียนที่ขอย้ายสาขาวิชา และต้องมีผลการเรียนได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐ จำนวนหน่วยกิตสะสมให้นับถึงภาคเรียนที่ขอย้ายสาขาวิชา

๓๑.๔ นักศึกษาต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชาในกลุ่มวิชาเอกของสาขาวิชาใหม่ไม่น้อยกว่าหนึ่ง (๑) รายวิชา และได้รับระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า B หลักเกณฑ์อื่นให้เป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละคณะ/สำนักวิชา/วิทยาลัย



๗

๓๑.๕ การขอย้ายสาขาวิชา ต้องผ่านความเห็นชอบของประธานโปรแกรมวิชาและคณบดี คณะ/สำนักวิชา/วิทยาลัยเดิม และประธานโปรแกรมวิชาและคณบดี คณะ/สำนักวิชา/วิทยาลัยใหม่ ก่อนเสนอต่ออธิการบดี

๓๑.๖ สาขาวิชาใหม่จะพิจารณารับย้ายได้ในกรณีที่มีเหตุผลอันสมควร

๓๑.๗ เมื่อนักศึกษาได้รับการอนุมัติให้ย้ายสาขาวิชาใหม่แล้ว ไม่มีสิทธิ์ขอย้ายสาขาวิชาอีกในปีการศึกษาเดียวกัน

๓๑.๘ นักศึกษาที่ประสงค์จะขอย้ายสาขาวิชา ต้องยื่นคำร้องที่สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนก่อนหมดกำหนดการเพิ่ม - ถอนวิชาเรียน ของแต่ละภาคเรียน ตามกำหนดในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๓๒ การเปลี่ยนประเภทนักศึกษา ให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขดังนี้

๓๒.๑ ต้องศึกษาในประเภทนักศึกษาเดิมมาแล้วไม่น้อยกว่าหนึ่ง (๑) ปีการศึกษา

๓๒.๒ ต้องมีผลการเรียนครบทุกรายวิชา นับถึงภาคเรียนที่ขอเปลี่ยนประเภทนักศึกษา และต้องมีผลการเรียนได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐

๓๒.๓ การเปลี่ยนประเภทนักศึกษา ต้องเป็นสาขาวิชาเดียวกัน

๓๒.๔ การเปลี่ยนประเภทนักศึกษา ต้องผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา

๓๒.๕ ต้องดำเนินการยื่นคำร้องที่สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนก่อนหมดกำหนดการเพิ่ม - ถอนวิชาเรียน ของแต่ละภาคเรียน ตามกำหนดในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย

๓๒.๖ นักศึกษาที่ไม่สามารถขอเปลี่ยนประเภทนักศึกษา มีดังต่อไปนี้

(ก) สาขาในหลักสูตรสังกัดคณะครุศาสตร์ ที่จัดการเรียนการสอนตามเงื่อนไขที่กำหนดในมาตรฐานการผลิตของคุรุสภา

(ข) สาขาวิชาที่มีการสอบคัดเลือกเข้าศึกษา

๓๒.๗ นักศึกษาที่ได้รับการอนุมัติให้เปลี่ยนประเภทนักศึกษาต้องดำเนินการเทียบโอนผลการเรียนให้แล้วเสร็จก่อนหมดกำหนดการเพิ่ม - ถอนวิชาเรียน ของแต่ละภาคเรียน ตามกำหนดในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย

๓๒.๘ เมื่อนักศึกษาได้รับการอนุมัติให้เปลี่ยนประเภทนักศึกษาแล้ว ไม่มีสิทธิ์ขอเปลี่ยนประเภทนักศึกษาอีกในปีการศึกษาเดียวกัน

ข้อ ๓๓ การย้ายสถานศึกษา

๓๓.๑ เกณฑ์การรับย้ายนักศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษาอื่น

(ก) ได้ศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาเดิมมาแล้วไม่น้อยกว่าหนึ่ง (๑) ปีการศึกษา และมีผลการเรียนเฉลี่ยรวมไม่น้อยกว่า ๒.๐๐

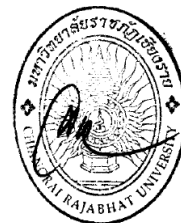
(ข) การรับย้ายนักศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษาอื่น จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก ประธานโปรแกรมวิชาและคณบดีของสาขาวิชาที่ขอย้ายเข้า

(ค) การยกเว้นการศึกษารายวิชาของนักศึกษาที่ย้ายจากสถาบันอุดมศึกษาอื่น ให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยว่าด้วยการยกเว้นการศึกษารายวิชา

๓๓.๒ เกณฑ์การขอย้ายไปสถาบันอุดมศึกษาอื่น

(ก) นักศึกษาที่จะขอย้ายไปสถาบันอุดมศึกษาอื่นต้องศึกษาในมหาวิทยาลัยมาแล้วไม่น้อยกว่าหนึ่ง (๑) ปีการศึกษา

(ข) มีผลการเรียนเฉลี่ยรวมไม่น้อยกว่า ๒.๐๐



๘

หมวดที่ ๖

หลักเกณฑ์ วิธีการ และแนวปฏิบัติในการวัดผล ประเมินผล

ข้อ ๓๔ ให้มีการวัดผลการเรียนการสอนทุกรายวิชาในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ นักศึกษาที่มีสิทธิ์สอบวัดผลการศึกษาลายภาคต้องอยู่ในเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

๓๔.๑ มีเวลาเรียนในรายวิชานั้น ๆ หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ ของเวลาเรียนทั้งหมดหรือของเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมด

๓๔.๒ ในกรณีที่มียุติเวลาเรียนในรายวิชาใด หรือ เวลาในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาใดน้อยกว่าร้อยละ ๘๐ แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ ให้อยู่ในดุลพินิจของอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชา โดยความเห็นชอบของคณบดี

๓๔.๓ ในกรณีที่มียุติเวลาเรียนในรายวิชาใด หรือ มีเวลาในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาใดน้อยกว่าร้อยละ ๖๐ จะไม่มีสิทธิ์สอบในรายวิชานั้น และให้ผู้สอนให้ผลการศึกษาเป็น “F” หรือ “U” แล้วแต่กรณี

ข้อ ๓๕ ให้มีการประเมินผลการศึกษาในรายวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย ในหนึ่ง (๑) ภาคเรียน โดยแบ่งเป็นสอง (๒) ระบบ คือ

๓๕.๑ ระบบมีค่าระดับคะแนน กำหนดสัญลักษณ์ระดับคะแนนการประเมิน แบ่งเป็นแปด (๘) ระดับ ได้แก่

สัญลักษณ์ระดับคะแนน	ความหมายของผลการศึกษา	ค่าระดับคะแนน
A	ดีเยี่ยม (EXCELLENT)	๔.๐
B ⁺	ดีมาก (VERY GOOD)	๓.๕
B	ดี (GOOD)	๓.๐
C ⁺	ดีพอใช้ (FAIRLY GOOD)	๒.๕
C	พอใช้ (FAIR)	๒.๐
D ⁺	อ่อน (POOR)	๑.๕
D	อ่อนมาก (VERY POOR)	๑.๐
F	ตก (FAILED)	๐.๐

ระบบนี้ใช้สำหรับการประเมินรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนตามหลักสูตรค่าระดับคะแนนที่ถือว่าสอบได้ต้องไม่ต่ำกว่า “D”

นักศึกษาที่ได้ค่าระดับคะแนนในรายวิชาบังคับเป็น “F” ต้องลงทะเบียนเรียนใหม่จนกว่าจะสอบได้และให้บันทึกค่าระดับคะแนนลงในระเบียบแสดงผลการเรียนด้วยทุกครั้ง

สำหรับรายวิชาเลือก ถ้าสอบได้ค่าระดับคะแนนเป็น “F” จะลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชานั้นอีก หรือเลือกลงทะเบียนในรายวิชาอื่นในกลุ่มวิชาเลือกเดียวกันแทนก็ได้ และให้บันทึกค่าระดับคะแนนลงในระเบียบแสดงผลการเรียนด้วยทุกครั้ง

๓๕.๒ ระบบไม่มีค่าระดับคะแนน กำหนดสัญลักษณ์การประเมินดังนี้

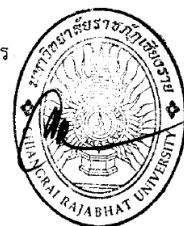
PD	ผ่านดีเยี่ยม (Passed with Distinction)
S	ผ่าน (Satisfactory)
U	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)

ระบบนี้ใช้สำหรับการประเมิน

(ก) รายวิชาในกลุ่มปฏิบัติการและหรือการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและหรือ

สหกิจศึกษา

(ข) รายวิชาที่กำหนดให้ศึกษาเพิ่มเติมตามข้อกำหนดเฉพาะของหลักสูตร



๙

(ค) รายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป (General Education)

กรณีที่มีมหาวิทยาลัยกำหนดให้นักศึกษาเรียนรายวิชาใดเพิ่มเติมโดยไม่นับเป็นหน่วยกิตสะสม หรือกรณีที่มีมหาวิทยาลัยกำหนดให้นักศึกษาทดสอบหรืออบรมตามเกณฑ์มาตรฐานของบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ให้ใช้สัญลักษณ์การประเมินดังกล่าวโดยอนุโลม

รายวิชาบังคับที่ได้รับผลการประเมินเป็น “U” นักศึกษาต้องลงทะเบียนและเรียนใหม่จนกว่าจะผ่านการประเมินและให้บันทึกค่าระดับคะแนนลงในระเบียบแสดงผลการเรียนด้วยทุกครั้ง

สำหรับรายวิชาเลือกที่ได้รับผลการประเมินเป็น “U” จะลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชานั้นอีก หรือเลือกลงทะเบียนในรายวิชาอื่นในกลุ่มวิชาเลือกเดียวกันแทนก็ได้ และให้บันทึกค่าระดับคะแนนลงในระเบียบแสดงผลการเรียนด้วยทุกครั้ง

ข้อ ๓๖ สัญลักษณ์อื่นที่ใช้ในการประเมิน มีดังนี้

๓๖.๑ Au (Audit) ใช้สำหรับการลงทะเบียนเรียนเพื่อร่วมฟัง

๓๖.๒ W (Withdraw) ใช้ในกรณีดังต่อไปนี้

(ก) ใช้สำหรับบันทึกหลังจากที่ได้รับอนุมัติให้ยกเลิกรายวิชานั้นก่อนกำหนดสอบปลายภาคไม่น้อยกว่าสามสัปดาห์ (๓๐) วันสำหรับภาคเรียนปกติ และไม่น้อยกว่าสิบห้า (๑๕) วันสำหรับภาคฤดูร้อน (ภาคเรียนที่ ๓)

(ข) ใช้สำหรับบันทึกหลังจากที่ได้รับอนุมัติให้ยกเลิกรายวิชาเรียนในกรณีที่นักศึกษาขอลาพักการศึกษา หรือถูกสั่งให้พักการศึกษา หลังจากลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนนั้น และพ้นกำหนดเวลาการขอลารายวิชานั้นแล้ว

๓๖.๓ I (Incomplete) ใช้ในกรณีต่อไปนี้

(ก) ในกรณีที่นักศึกษายังทำงานไม่แล้วเสร็จเมื่อสิ้นภาคเรียนนั้น

(ข) ในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถส่งผลการประเมินในรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนภายในเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนดประจำภาคเรียนนั้น ๆ

การส่งผลการประเมินเป็น “I” ให้ผู้สอนส่งผลการประเมินโดยระบุคะแนนเท่าที่มีอยู่ในขณะนั้น

กรณีผู้สอนส่งผลการประเมินรายวิชาเป็น “I” ทั้งหมดเรียน จะต้อง มีหนังสือชี้แจงเหตุผลและความจำเป็นที่สอดคล้องกับแผนบริหารการสอนที่ระบุในเอกสาร มคอ.๓ ของรายวิชา และต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานต้นสังกัด

๓๖.๔ M (Missing) ใช้บันทึกการประเมินในรายวิชาที่นักศึกษาขาดสอบปลายภาค และให้ผู้สอนส่งคะแนนที่มีอยู่พร้อมเกณฑ์การประเมินของรายวิชานั้น

หากนักศึกษาไม่มาสอบตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด ให้คิดค่าระดับคะแนนตามคะแนนที่มีอยู่ตามเกณฑ์การประเมินของรายวิชานั้น

นักศึกษาที่ได้รับผลการประเมินเป็น “I” หรือ “M” ต้องดำเนินการขอรับการประเมินเพื่อเปลี่ยนค่าระดับคะแนนให้เสร็จสิ้นภายในสิบห้า (๑๕) วันนับจากวันที่ครบกำหนดส่งผลการศึกษาของภาคเรียนนั้น ๆ เว้นแต่ที่นักศึกษาได้รับการอนุมัติจากมหาวิทยาลัยให้ขยายเวลาได้ ทั้งนี้ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในภาคเรียนถัดไป หากดำเนินการไม่แล้วเสร็จ ให้ถือว่านักศึกษาดังกล่าวได้รับค่าระดับคะแนนในรายวิชาดังกล่าวตามคะแนนที่มีหรือค่าระดับคะแนนเป็น “F” หรือ “U” โดยทันที แล้วแต่กรณี

๓๖.๕ สัญลักษณ์อื่นที่ใช้ในการได้รับยกเว้นผลการศึกษา ตามที่ระบุในข้อบังคับของมหาวิทยาลัยที่ได้รับผลการศึกษา ดังนี้

(ก) ผู้ที่ได้รับการยกเว้นการศึกษาวิชาในหลักสูตรระดับอุดมศึกษาหรือเทียบเท่าที่สภามหาวิทยาลัยรับรองให้ได้รับผลการศึกษาเป็น “S”



(ข) รายวิชาที่ได้รับการยกเว้นการศึกษาจากการศึกษานอกระบบ หรือ การศึกษาตามอัธยาศัย ให้ได้รับผลการศึกษาดังนี้

(๑) CE (Credits from Exam) กรณีที่ได้หน่วยกิตจากการทดสอบด้วย แบบทดสอบจากมหาวิทยาลัย จากการทดสอบที่ไม่ใช่การทดสอบมาตรฐาน

(๒) CP (Credits from Portfolio) กรณีที่ได้หน่วยกิตจากการประเมิน ประสิทธิภาพ โดยการนำเสนอแฟ้มสะสมผลงาน

(๓) CS (Credits from Standardized Test) กรณีที่ได้หน่วยกิตจาก การทดสอบมาตรฐาน

(๔) CT (Credits from Training) กรณีที่ได้หน่วยกิตจากการประเมิน จากการฝึกอบรมจากการประเมินการศึกษาหรืออบรมที่จัดโดยหน่วยงานอื่นที่ไม่ใช่สถาบันอุดมศึกษา

ผู้มีสิทธิ์ขอยกเว้นการศึกษารายวิชาจะต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ข้อ ๓๗ การหาค่าระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาคเรียน และค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม ให้คิดเป็นเลขทศนิยมสองตำแหน่งโดยไม่ปัดเศษ

สำหรับรายวิชาที่ได้รับผลการศึกษาเป็น “F” ให้นำหน่วยกิตมาเป็นตัวหารเฉลี่ย หากต่อมามีการลงทะเบียนซ้ำ แล้วได้ผลการศึกษาในระดับอื่นจึงจะไม่นำหน่วยกิตที่ได้รับผลการศึกษาเป็น “F” มาเป็นตัวหารเฉลี่ย แต่ยังคงต้องบันทึกค่าระดับคะแนนไว้ในระบบแสดงผลการเรียน สำหรับผู้ได้รับผลการ ศึกษาตาม ข้อ ๓๕.๒ ข้อ ๓๖ ไม่นำหน่วยกิตมาเป็นตัวหารเฉลี่ย

ในกรณีที่นักศึกษาสอบตกและเรียนซ้ำหรือเรียนซ้ำในรายวิชาที่เคยสอบได้แล้ว ให้นำหน่วยกิตและผลการศึกษารั้งที่ได้รับผลการประเมินที่ดีที่สุดเพียงครั้งเดียวมาคำนวณค่าเฉลี่ยประจำ ภาคการศึกษาและคะแนนเฉลี่ยสะสม

ข้อ ๓๘ ให้กำหนดช่วงคะแนนการประเมินผลการเรียนรายวิชาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

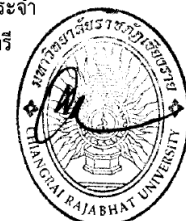
สัญลักษณ์ระดับคะแนน	ช่วงคะแนน
A	๘๐ - ๑๐๐ คะแนน
B ⁺	๗๕ - ๗๙ คะแนน
B	๗๐ - ๗๔ คะแนน
C ⁺	๖๕ - ๖๙ คะแนน
C	๖๐ - ๖๔ คะแนน
D ⁺	๕๕ - ๕๙ คะแนน
D	๕๐ - ๕๔ คะแนน
F	๐ - ๔๙ คะแนน
PD	๘๐ - ๑๐๐ คะแนน
S	๕๐ - ๗๙ คะแนน
U	๐ - ๔๙ คะแนน

หมวดที่ ๗

หลักเกณฑ์ วิธีการจัดการเรียนการสอน การจัดหมู่เรียน ภาระงานสอน

ข้อ ๓๙ หลักเกณฑ์ภาระงาน และการกำหนดอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชา กำหนดดังนี้

๓๙.๑ อาจารย์ผู้สอน และหรืออาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ต้องเป็นอาจารย์ประจำ ของมหาวิทยาลัยและเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิและคุณสมบัติสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี



พ.ศ. ๒๕๕๘ และสอดคล้องกับมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรีของสาขาวิชา (มคอ.๑) (ถ้ามี) และหรือตามประกาศสภาวิชาชีพหรือองค์วิชาชีพที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)

๓๙.๒ อาจารย์ผู้สอน ให้สามารถรับผิดชอบสอนได้ไม่เกินสาม (๓) รายวิชาต่อภาคเรียนต่อประเภทนักศึกษา ภาคปกติ (เรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์) และภาคปกติ (เรียนวันเสาร์-อาทิตย์) ไม่นับรวมรายวิชาในกลุ่มหรือหมวดวิชาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ รายวิชาที่ไม่ได้จัดให้มีคาบเรียน

๓๙.๓ อาจารย์ผู้สอน และหรือ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ที่เป็นอาจารย์พิเศษ ต้องเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิและคุณสมบัติสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘ และหรือ ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด โดยจะรับภาระสอนได้ไม่เกินที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘ หรือ ที่มหาวิทยาลัยกำหนด

๓๙.๔ จำนวนภาระงานสอน และหรือคาบสอนของอาจารย์ ให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานภาระงานของผู้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ข้อ ๔๐ หลักเกณฑ์การกำหนดจำนวนนักศึกษาต่อหมู่เรียน กำหนดดังนี้

๔๐.๑ รายวิชาศึกษาทั่วไป

(ก) กรณีเป็นรายวิชาที่มีหลายหมู่เรียน กำหนดจำนวนนักศึกษาชั้นต่ำไม่น้อยกว่าหกสิบ (๖๐) คนต่อหมู่เรียน

(ข) กรณีอาจารย์ผู้สอนที่มีภาระงานสอนทั้งรายวิชาศึกษาทั่วไปและรายวิชาเฉพาะด้าน และมีภาระงานสอนรวมกันทั้งสองส่วนเกินเกณฑ์ที่กำหนดภาระงานสอนตามประกาศมหาวิทยาลัย ให้ดำเนินการยุบรวมหมู่เรียนในส่วนของรายวิชาศึกษาทั่วไป ทั้งนี้เพื่อไม่ให้มีภาระงานสอนเกินเกณฑ์ หรือ ให้องค์การบริหารการกระจายภาระงานสอนรายวิชาเฉพาะด้านให้แก่ผู้สอนรายอื่น

๔๐.๒ รายวิชาเฉพาะด้าน

(ก) กรณีรายวิชาพื้นฐานวิชาชีพครูในหลักสูตรสังกัดคณะครุศาสตร์ ที่จัดการเรียนการสอนตามเงื่อนไขที่กำหนดในมาตรฐานการผลิตของคุรุสภา

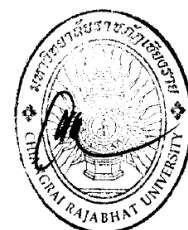
(ข) กรณีรายวิชาเฉพาะด้านในหลักสูตรอื่น ๆ ให้องค์การบริหารการกระจายภาระงานสอนตามศักยภาพและความพร้อมของหน่วยงาน โดยให้พิจารณาจัดผู้สอนตามความเชี่ยวชาญของอาจารย์และมาตรฐานภาระงานวิชาการตามประกาศของมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ให้ใช้ข้อมูลจากแบบสำรวจผู้สอนตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ข้อ ๔๑ หลักเกณฑ์การกำหนดอาจารย์ผู้สอนรับผิดชอบสอนประจำรายวิชา

๔๑.๑ ให้องค์การบริหารการกระจายภาระงานสอนและผู้สอนรับผิดชอบสอนประจำรายวิชา โดยต้องเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘

๔๑.๒ อาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาต้องเป็นอาจารย์ประจำปฏิบัติงานเต็มเวลาดม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘

๔๑.๓ กรณีอาจารย์ผู้สอนเป็นอาจารย์พิเศษ จะต้องเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘ และรับผิดชอบการสอนไม่เกินร้อยละ ๕๐ ของรายวิชา และต้องมีอาจารย์ประจำเป็นผู้สอนร่วมในรายวิชานั้น ๆ กรณีรับภาระสอนเกินร้อยละ ๕๐ จะต้องเสนอขอความเห็นชอบต่อสภามหาวิทยาลัยก่อนการดำเนินการสอน



๑๒

๔๑.๔ กรณีอาจารย์ผู้สอนที่เป็นอาจารย์พิเศษ และไม่เคยปฏิบัติหน้าที่เป็นอาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยมาก่อน หน่วยงานต้นสังกัดรายวิชาหรือที่ดำเนินการจัดการ จะต้องเสนอขออนุมัติต่อมหาวิทยาลัยตามขั้นตอนก่อนดำเนินการจัดให้เป็นอาจารย์ผู้สอน โดยให้แนบประวัติและผลงานประกอบการพิจารณา

๔๑.๕ กรณีเป็นการสอนรายวิชาที่ขอเปิดใหม่เพิ่มเติมจากแผนการเรียนปกติ มหาวิทยาลัยอนุญาตให้อาจารย์ ๑ รายสามารถสอนได้ไม่เกินสอง (๒) รายวิชา และรวมกันแล้วต้องไม่เกินสอง (๒) หมู่เรียน ทั้งนี้ ไม่นับรวมรายวิชาในกลุ่มหรือหมวดวิชาการศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือรายวิชาอื่น ๆ ที่ไม่ได้จัดให้มีคาบเรียน

๔๑.๖ กรณีที่มีความจำเป็นต้องจัดอาจารย์ผู้สอนข้ามหน่วยงานจัดการศึกษา หน่วยงานต้นสังกัดรายวิชาต้องดำเนินการประสานงานกับหน่วยงานต้นสังกัดของอาจารย์ผู้สอนท่านนั้น ๆ เป็นลายลักษณ์อักษร

๔๑.๗ กรณีมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาหลังจากที่มหาวิทยาลัยอนุมัติผู้สอนไปแล้ว ให้หน่วยงานต้นสังกัดหลักสูตรและหรือรายวิชาดำเนินการเสนอขออนุมัติต่อมหาวิทยาลัยตามขั้นตอน

๔๑.๘ รายวิชาที่เปิดใหม่ สามารถนำมานับรวมเป็นการะงานสอนปกติได้

ข้อ ๔๒ หลักเกณฑ์การปฏิบัติการสอนของอาจารย์ผู้สอน

๔๒.๑ อาจารย์ผู้สอนต้องดำเนินการจัดทำเอกสาร มคอ.๓ และ มคอ.๔ ประจำรายวิชาที่รับผิดชอบสอน และดำเนินการจัดส่งที่หน่วยงานต้นสังกัดก่อนการเปิดภาคเรียนนั้น ๆ

๔๒.๒ อาจารย์ผู้สอนต้องดำเนินการจัดการเรียนการสอน/กิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละรายวิชาไม่น้อยกว่าสิบห้า (๑๕) สัปดาห์ต่อภาคเรียนและให้ได้เนื้อหาครบถ้วนตามที่ระบุในเอกสาร มคอ.๓ และหรือ มคอ.๔ ของรายวิชา

๔๒.๓ อาจารย์ผู้สอนต้องดำเนินการจัดการเรียนการสอนรายวิชานั้น ๆ ให้เสร็จสิ้นภายในภาคเรียนที่เปิดสอน

๔๒.๔ อาจารย์ผู้สอนต้องรับผิดชอบต่อในการจัดการเรียนการสอนชดเชยให้นักศึกษาในกรณีที่ไม่ได้ปฏิบัติการสอนตามคาบเรียนปกติเนื่องจากการไปราชการหรือปฏิบัติการกิจอื่น ๆ ที่มหาวิทยาลัยมอบหมาย หรือการลาในกรณีต่าง ๆ

๔๒.๕ อาจารย์ผู้สอนต้องรับผิดชอบต่อในการแจ้งให้นักศึกษาทราบล่วงหน้ากรณีที่มีความจำเป็นต้องยกเลิกคาบเรียนหรือมีการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียน

๔๒.๖ อาจารย์ผู้สอนต้องรับผิดชอบต่อในการจัดทำข้อสอบ ส่งข้อสอบ และตรวจข้อสอบ ตามกำหนดของมหาวิทยาลัย (กรณีที่เป็นรายวิชาที่ผู้สอนระบุจัดสอบในตารางสอบ)

๔๒.๗ อาจารย์ผู้สอนต้องรับผิดชอบต่อในการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนตามที่ระบุใน มคอ.๓ ของรายวิชาโดยถูกต้องและเป็นระบบ

๔๒.๘ อาจารย์ผู้สอนต้องดำเนินการประเมินผล (ออกเกรด) ให้เป็นไปตามข้อบังคับว่าด้วยการจัดการศึกษาขั้นปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยที่บังคับใช้สำหรับนักศึกษาที่เข้าเรียนปีการศึกษานั้น ๆ

๔๒.๙ อาจารย์ผู้สอนต้องส่งผลการเรียนทุกรายวิชาที่รับผิดชอบสอนในภาคเรียนนั้น ๆ ตามกำหนดการส่งผลการเรียนที่ระบุในปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัยสำหรับภาคเรียนนั้น ๆ



๑๓

- ๔๒.๑๐ มหาวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้ส่งผลการเรียนข้ามภาคเรียน
- ๔๒.๑๑ อาจารย์ผู้สอนต้องดำเนินการจัดทำเอกสาร มคอ.๕ และ มคอ.๖ ประจำรายวิชาที่รับผิดชอบสอน และดำเนินการจัดส่งที่หน่วยงานต้นสังกัดหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนนั้น ๆ
- ๔๒.๑๒ อาจารย์ผู้สอนต้องตรวจสอบความถูกต้องของผลการเรียนก่อนส่งเข้าระบบส่งผลการเรียนของมหาวิทยาลัย กรณีมีข้อผิดพลาดจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนของมหาวิทยาลัย
- ๔๒.๑๓ อาจารย์ผู้สอนต้องประเมินผลการเรียนด้วยความถูกต้อง เทียบธรรม และ ยุติธรรม

หมวดที่ ๘

การขอสำเร็จการศึกษาและการขึ้นทะเบียนบัณฑิต

- ข้อ ๔๓ การขอสำเร็จการศึกษาและการขึ้นทะเบียนบัณฑิตให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขดังนี้
- ๔๓.๑ เป็นนักศึกษาที่เรียนครบหลักสูตรในภาคเรียนสุดท้ายและคาดว่าจะสำเร็จการศึกษาในแต่ละภาคเรียน
- ๔๓.๒ ผ่านเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามที่กำหนดในหลักสูตร
- ๔๓.๓ ผ่านเกณฑ์การประกันมาตรฐานขั้นต่ำสำหรับบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
- ข้อ ๔๔ ให้นักศึกษาที่มีสิทธิ์ขอสำเร็จการศึกษาและการขึ้นทะเบียนบัณฑิต ยื่นคำร้องขอสำเร็จการศึกษาและการขึ้นทะเบียนบัณฑิตด้วยตนเอง ณ สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน ก่อนการประชุมคณะกรรมการอนุมัติผลการเรียนสิบห้า (๑๕) วัน ตามกำหนดปฏิทินวิชาการ
- ข้อ ๔๕ นักศึกษาที่เรียนครบหลักสูตรแล้วแต่ไม่ยื่นคำร้องขอสำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดตามข้อ ๔๔ ถือว่าไม่ประสงค์จะขอสำเร็จการศึกษาในภาคเรียนนั้น ๆ

หมวดที่ ๙

การขอรับปริญญา และ ขอรับหลักฐานการศึกษา


- ข้อ ๔๖ การออกหลักฐานการศึกษา เมื่อนักศึกษาสำเร็จการศึกษาแล้ว มหาวิทยาลัยจะออกหลักฐานการศึกษาดังนี้
- ๔๖.๑ ใบรายงานผลการศึกษา (Transcript)
- ๔๖.๒ ใบรับรองสำเร็จการศึกษา
- หลักฐานการศึกษาดังกล่าวตามข้อ ๔๖.๑ และ ๔๖.๒ จะออกให้เมื่อคณะกรรมการอนุมัติผลการเรียนได้ประชุมอนุมัติผลการเรียนแล้ว
- ๔๖.๓ ใบรับรองคุณวุฒิ จะออกให้เมื่อสภามหาวิทยาลัยอนุมัติให้ปริญญาแล้ว
- ๔๖.๔ ปริญญาบัตร นักศึกษาจะได้รับในวันจัดพิธีพระราชทานปริญญาบัตร ซึ่งสำนักพระราชวังจะกำหนดเป็นปี ๆ ไป
- ข้อ ๔๗ ในกรณีที่ต้องมีการตีความหรือปัญหาข้อขัดข้องในการดำเนินการตามประกาศนี้ ให้อธิการบดีวินิจฉัยหรือสั่งการและให้ถือเป็นที่สุด



๑๔

จึงประกาศมาเพื่อทราบและถือปฏิบัติโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ ๓๐ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๓


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย มุ่งไธสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ภาคผนวก จ
ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2563



**ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา**

พ.ศ. ๒๕๖๓

โดยที่เป็นการสมควรให้มีข้อบังคับ ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๘ (๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.
๒๕๔๗ และมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏ ในคราวประชุมครั้งที่ ๑๕/๒๕๖๓ เมื่อวันที่ ๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๓
จึงออกข้อบังคับไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ข้อบังคับนี้เรียกว่า “ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการดำเนินงาน
ระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๓”

ข้อ ๒ ให้ใช้ข้อบังคับนี้ตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ บรรดากฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศ หรือคำสั่งใดของมหาวิทยาลัยในส่วน
ที่กำหนดไว้แล้วในข้อบังคับนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้ ให้ใช้ข้อบังคับนี้แทน

ข้อ ๔ ในข้อบังคับนี้

“มหาวิทยาลัย”	หมายความว่า	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
“สภามหาวิทยาลัย”	หมายความว่า	สภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
“สภาวิชาการ”	หมายความว่า	สภาวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏ

เชียงราย

“หน่วยงานรับผิดชอบการจัดการศึกษาระบบคลังหน่วยกิต” หมายความว่า
หน่วยงานที่มหาวิทยาลัยมอบหมายให้รับผิดชอบการดำเนินการจัดการศึกษาระบบคลังหน่วยกิตตามข้อบังคับนี้

“นักศึกษา” หมายความว่า ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาใน

หลักสูตรระดับอนุปริญญา ระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัย

“ผู้เรียน” หมายความว่า ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาภายใต้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งในหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยเปิดสอนในระบบคลังหน่วย
กิต

“ระบบคลังหน่วยกิต” หมายความว่า ระบบและกลไกในการเทียบโอนความรู้
ความสามารถหรือสมรรถนะที่ได้จากการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ การศึกษาตามอัธยาศัย
และจากประสบการณ์บุคคล มาเก็บสะสมไว้ในคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัย

๒

“คลังหน่วยกิต” หมายความว่า ระบบทะเบียนสะสมหน่วยกิตสำหรับ ผู้เรียนที่เข้าศึกษารายวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตรระยะสั้น หลักสูตรฝึกอบรม หรือ หลักสูตรระยะยาวในระดับ อนุปริญญา ปริญญาตรี ระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยที่จัดไว้สำหรับการจัดการศึกษาและที่ได้จากการ เทียบโอนในระบบคลังหน่วยกิตโดยจัดให้มีหลักฐานการสะสมหน่วยกิต อาทิ สมุดสะสมหน่วยกิต แฟ้มสะสม งานแบบอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์และฝากในคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัย

“การเทียบโอนหรือการโอน” หมายถึง การเทียบผลการเรียน ผลลัพธ์การเรียนรู้ จากการเรียนเข้าสู่รายวิชาในหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยเปิดสอน

“การศึกษาในระบบ” หมายความว่า การศึกษาที่กำหนดจุดมุ่งหมาย วิธี การศึกษา หลักสูตร ระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการสำเร็จการศึกษาที่ แน่นนอน โดยได้รับประกาศนียบัตร ประกาศนียบัตรชั้นสูง อนุปริญญา ปริญญา หรือ คุณวุฒิทางการศึกษาอื่น ๆ ซึ่งมหาวิทยาลัยยอมรับ

“การศึกษานอกระบบ” หมายความว่า การศึกษาที่มีความยืดหยุ่นในการกำหนด จุดมุ่งหมาย รูปแบบ วิธีการจัดการศึกษา ระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไขของ การสำเร็จการศึกษา โดยเนื้อหาและหลักสูตรจะต้องมีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความ ต้องการของบุคคลแต่ละกลุ่ม

“การศึกษาตามอัธยาศัย” หมายความว่า การศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสนใจ ศักยภาพ ความพร้อม และโอกาส โดยศึกษาจากบุคคล ประสบการณ์ สังคม สภาพแวดล้อม สื่อหรือแหล่งความรู้อื่น ๆ

“ประสบการณ์บุคคล” หมายความว่า ความสามารถและหรือสมรรถนะของ บุคคลที่สั่งสมไว้จากการศึกษาด้วยตนเอง ประสบการณ์จากการทำงาน การฝึกอบรมที่สถานประกอบการจัด ขึ้น การฝึกอบรมจากการปฏิบัติงาน การฝึกอาชีพ การสัมมนาและการประชุมเชิงปฏิบัติการ

“ผลการเรียน” หมายถึง ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่เกิดจากการศึกษาในระบบซึ่ง สามารถแสดงในรูปของคะแนนตัวอักษร หรือแต่มีระดับคะแนนที่นำมาคิดคะแนนผลการเรียนหรือคำนวณ แต่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมได้

“ผลลัพธ์การเรียนรู้” หมายความว่า ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ที่เกิดจาก การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ การศึกษาตามอัธยาศัย และประสบการณ์บุคคลที่สั่งสมไว้ ที่เทียบได้ ตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของแต่ละระดับคุณวุฒิตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ซึ่ง สามารถวัดและประเมินได้โดยวิธีการต่าง ๆ

“การเทียบโอนประสบการณ์” หมายความว่า การนำผลลัพธ์การเรียนรู้มาขอเทียบ กับเนื้อหาสาระสำคัญของรายวิชาต่าง ๆ ของการเรียนในระบบตามหลักสูตรเพื่อให้ได้หน่วยกิต โดยผู้เรียน สามารถแสดงได้ว่ามีความรู้ ทักษะ และเจตคติของตนเอง พร้อมทั้งมีหลักฐานซึ่งแสดงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ ตรงตามวัตถุประสงค์ หรือผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่กำหนดในรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาของหลักสูตรที่ผู้เรียนศึกษา อยู่หรือประสงค์จะศึกษา ซึ่งควรได้รับการประเมินผลการเรียนรู้เพื่อเทียบโอนประสบการณ์ที่มีเพื่อส่งเสริมการ เรียนรู้ตลอดชีวิตและไม่ต้องศึกษาซ้ำในเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนมีทักษะมาก่อนแล้ว ทั้งนี้ การเทียบโอน ประสบการณ์ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาเข้าสู่การศึกษาในระบบ และ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในการเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญา

๓

ข้อ ๕ การดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตในระดับอุดมศึกษาตามข้อบังคับนี้ มีวัตถุประสงค์
 (๑) ส่งเสริม สนับสนุน ให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยไม่กำหนดอายุ
 เชื่อมโยงทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย
 (๒) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสะสมผลการเรียนและผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ได้รับ
 จากการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ การศึกษาตามอัธยาศัย และจากประสบการณ์บุคคลไว้ในคลัง
 หน่วยกิต

ข้อ ๖ ระบบคลังหน่วยกิต มีหลักการ ดังต่อไปนี้

(๑) ผู้เรียนสามารถนำผลการเรียนรู้และผลลัพธ์การเรียนรู้ ความสามารถและหรือ
 สมรรถนะมาเทียบหน่วยกิตและสะสมในคลังหน่วยกิตได้ตามหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนระดับ
 ปริญญาเข้าสู่การศึกษาในระบบ

(๒) ผู้เรียนสามารถสะสมผลการเรียนและผลลัพธ์การเรียนรู้ ความสามารถและ
 หรือสมรรถนะในคลังหน่วยกิตได้โดยไม่จำกัดอายุและคุณวุฒิของผู้เรียน ระยะเวลาในการสะสมหน่วย
 กิตและระยะเวลาในการเรียน ทั้งนี้ การสะสมผลการเรียนและผลลัพธ์การเรียนรู้ในคลังหน่วยกิต องค์ความรู้
 ของแต่ละศาสตร์อาจจะมีลักษณะเฉพาะที่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่กำหนดในตัวเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับบริบทของศาสตร์
 นั้น ๆ ที่อาจจะต้องมีระยะเวลาเป็นตัวกำหนดในการปรับเปลี่ยนองค์ความรู้

(๓) ผู้ที่ต้องการพัฒนาความรู้และสมรรถนะเฉพาะทางหรือต้องการเปลี่ยนอาชีพ
 สามารถรับการฝึกอบรมจากหน่วยงานและเป็นหลักสูตรที่ได้รับการรับรองโดยหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับใน
 วิชาชีพนั้น จะถือว่าหลักสูตรนั้นได้รับการรับรอง แต่ในกรณีที่หลักสูตรยังไม่ได้รับการรับรองจะต้องนำ
 ผลการเรียนรู้มาเทียบอีกครั้งหนึ่งเพื่อสะสมหน่วยกิตในคลังหน่วยกิต

(๔) ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนและสะสมหน่วยกิตได้ตลอดชีวิต โดยไม่มี
 เงื่อนไขของระยะเวลาในการสะสมและระยะเวลาในการศึกษา

(๕) ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนและสะสมหน่วยกิตในมหาวิทยาลัย
 พร้อมกับสถาบันอุดมศึกษาอื่นได้

ข้อ ๗ การสะสมหน่วยกิตในคลังหน่วยกิตตามข้อบังคับฉบับนี้ ให้สามารถสะสมได้ทั้งผล
 การเรียนจากการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ การศึกษาตามอัธยาศัย และ จากประสบการณ์บุคคล
 โดยสามารถดำเนินการในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

(๑) การเรียนรายวิชา/หลักสูตรต่าง ๆ ที่จัดการเรียนการสอนโดยสถาบันอุดมศึกษา
 ที่ได้รับการรับทราบจากคณะกรรมการการอุดมศึกษา หรือ หน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจตามกฎหมายรับรอง

(๒) การฝึกอบรมของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน หรือสถาบันทางการศึกษา
 อื่น ๆ ที่ผ่านการประเมินโดยสถาบันอุดมศึกษา เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการจัดการศึกษาที่กำหนด

(๓) การเทียบโอนประสบการณ์ที่ได้จากการศึกษานอกระบบ การศึกษาตาม
 อัธยาศัย และประสบการณ์บุคคล

๔

ข้อ ๘ หลักสูตรในระบบคลังหน่วยกิตโดยเฉพาะในระดับอนุปริญญา ปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา ต้องเสนอขอความเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัยและแจ้งคณะกรรมการการอุดมศึกษา พิจารณารับทราบการจัดการเรียนการสอนระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษาตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

- (๑) ต้องเป็นหลักสูตรในสาขาวิชาที่คณะกรรมการการอุดมศึกษารับทราบการเปิดดำเนินการหลักสูตรแล้ว
- (๒) กรณีเป็นหลักสูตรที่มีองค์วิชาชีพ ต้องเป็นหลักสูตรที่องค์วิชาชีพนั้น ๆ ให้การรับรองแล้ว และหากนำมาดำเนินการในระบบคลังหน่วยกิตต้องแจ้งให้องค์วิชาชีพรับทราบอีกครั้งหนึ่ง
- (๓) มหาวิทยาลัยต้องมีระเบียบ ข้อบังคับในการเทียบโอนผลการเรียนและผลลัพธ์การเรียนรู้ที่รวมถึงการเทียบโอนประสบการณ์ รวมทั้งมีหลักเกณฑ์ กลไก และวิธีการในการประเมินผลการเรียน ผลลัพธ์การเรียนรู้ และประสบการณ์บุคคลของผู้เรียนที่ชัดเจนและสอดคล้องตามหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาเข้าสู่อุปการศึกษาระบบ
- (๔) มหาวิทยาลัยต้องจัดให้มีบุคลากร/หน่วยงานรับผิดชอบเฉพาะสำหรับการดำเนินงานในระบบคลังหน่วยกิต เพื่อทำหน้าที่ให้คำแนะนำปรึกษาแก่ผู้เรียนและดำเนินการให้มีการสะสมหน่วยกิตตามที่กำหนด
- (๕) การดำเนินการหลักสูตรต้องมีการอำนวยการไว้ซึ่งคุณภาพมาตรฐาน และมีการติดตาม ตรวจสอบและประเมินผลการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

ข้อ ๙ ผู้เรียนในระบบคลังหน่วยกิตต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- (๑) ต้องการเพิ่มพูนความรู้ โดยเข้าศึกษาในรายวิชาต่าง ๆ หรือหลักสูตรระยะสั้นในระดับประกาศนียบัตร วุฒิบัตร สัมฤทธิบัตร ที่ต่ำกว่าระดับอนุปริญญาต้องมีคุณสมบัติตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด
- (๒) ในกรณีผู้ที่จะเข้าสู่อุปการศึกษาระดับอนุปริญญา ปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา ในระบบคลังหน่วยกิต จะต้องมีสมรรถนะที่แสดงถึงองค์ความรู้ที่สามารถเทียบได้กับองค์ความรู้ในระดับชั้นของอนุปริญญา ปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษาในสาขานั้น ๆ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่สามารถวัดและประเมินผลได้

ข้อ ๑๐ ระบบคลังหน่วยกิตในระดับอุดมศึกษา มีวิธีดำเนินการและเงื่อนไข ดังนี้

- (๑) มหาวิทยาลัย ต้องเป็นผู้ดำเนินการหลักสูตรในระบบคลังหน่วยกิตทั้งระบบ ตั้งแต่การรับเข้าศึกษา ให้คำแนะนำปรึกษา การลงทะเบียน การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ การเทียบโอนผลลัพธ์การเรียนรู้ การเทียบโอนประสบการณ์ การสะสมหน่วยกิต การวัดและประเมินผล และการให้ปริญญา โดยคำนึงถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เหมาะสม
- (๒) การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา/หลักสูตรระยะสั้นสำหรับผู้เรียนที่ต้องการเพิ่มพูนความรู้แต่ไม่ต้องการคุณวุฒิการศึกษาทั้งในระดับอนุปริญญา ปริญญาตรี หรือ ปริญญาระดับบัณฑิตศึกษา ให้ดำเนินการจัดทำรายวิชา/หลักสูตรระยะสั้นให้อิงสมรรถนะหรือผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยมีจำนวนชั่วโมงในการเรียนที่สามารถเทียบเป็นหน่วยกิตได้ และมีระบบการวัดและประเมินผลที่ชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการเทียบโอนผลลัพธ์การเรียนรู้และการเทียบโอนประสบการณ์ในการสะสมหน่วยกิต

(๓) การดำเนินการหลักสูตรระดับอนุปริญญา ปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยอาจเลือกจัดหลักสูตรที่จะใช้จัดการเรียนการสอนในระบบคลังหน่วยกิต ได้หลายแบบ ดังนี้

(ก) หลักสูตรเดิมที่มหาวิทยาลัยเปิดสอนอยู่แล้ว โดยปรับปรุงเพิ่มระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถสะสมหน่วยกิตได้ นอกเหนือจากการเรียนการสอนในระบบชั้นเรียนปกติ โดยหลักสูตรที่นำมาจัดการเรียนการสอนในระบบคลังหน่วยกิต ต้องมีผลการประกันคุณภาพในระดับดีขึ้น

(ข) หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นใหม่ร่วมกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้หลายแห่งในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้ ต้องจัดทำบันทึกข้อตกลงร่วมกันโดยได้รับอนุมัติจากสภามหาวิทยาลัยที่จะร่วมกันพัฒนาหลักสูตร และให้มหาวิทยาลัยดำเนินการคัดเลือกสาขาวิชาที่เหมาะสมพัฒนาหลักสูตรและกำหนดระบบการวัดและประเมินผลในระบบคลังหน่วยกิตร่วมกัน

(ค) หลักสูตรใหม่ มหาวิทยาลัยอาจพัฒนาหลักสูตรใหม่ที่ใช้เฉพาะในระบบคลังหน่วยกิต โดยต้องแสดงเงื่อนไขให้ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เรื่อง แนวทางการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๒

ข้อ ๑๑ การลงทะเบียนเรียนและการสะสมหน่วยกิต มีหลักเกณฑ์และเงื่อนไข ดังนี้

(๑) ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนและสะสมหน่วยกิตในหลักสูตรที่เปิดสอนโดยมหาวิทยาลัย พร้อมกับการเรียนในสถาบันอุดมศึกษาอื่นได้

(๒) การสะสมหน่วยกิตจากการลงทะเบียนเรียนในสถาบันอุดมศึกษาอื่น ให้ผู้เรียนสะสมหน่วยกิตไว้ในคลังหน่วยกิตของสถาบันอุดมศึกษาที่ตนลงทะเบียนเรียนได้

สำหรับการลงทะเบียนเรียนระหว่างมหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษาที่ได้มีบันทึกข้อตกลงร่วมกัน ให้ทั้งสองฝ่ายยอมรับผลการเรียนของสถาบันอุดมศึกษาที่มีบันทึกข้อตกลงร่วมกันทุกสถาบันที่ร่วมลงนามข้อตกลงร่วมกันทั้งหมด และให้สะสมหน่วยกิตไว้ในคลังหน่วยกิตได้

(๓) การสะสมหน่วยกิตที่ได้จากการเทียบโอนประสบการณ์ มหาวิทยาลัยจะต้องดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้จากการศึกษานอกระบบ การศึกษาตามอัธยาศัยและประสบการณ์บุคคล โดยกำหนดให้มีระบบและกลไกในการประเมิน ซึ่งการประเมินต้องมีหลักเกณฑ์และวิธีการที่ชัดเจน สมเหตุสมผล เชื่อถือได้ มีความโปร่งใส และมีมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้ ต้องปฏิบัติให้สอดคล้องตามหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาเข้าสู่การศึกษาในระบบ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในการเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญา ซึ่งผู้เรียนสามารถยื่นขอเทียบโอนประสบการณ์ในสถาบันอุดมศึกษาทุกแห่งได้

การสะสมหน่วยกิตที่ได้จากการเทียบโอนผลการเรียน กรณีผู้เรียนลงทะเบียนเรียนและสะสมหน่วยกิตในสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ หลายแห่ง ผู้เรียนสามารถยื่นขอเทียบโอนผลการเรียนในสถาบันอุดมศึกษาทุกแห่งได้ โดยที่ต้องมีการดำเนินการประเมินผลการเรียน ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้จากประสบการณ์และสะสมหน่วยกิตให้ผู้เรียน

ข้อ ๑๒ การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนต้องมีมาตรฐานเทียบได้กับหลักสูตรในสาขาหรือกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติกับผู้เรียนในระบบชั้นเรียนปกติ

๖

ข้อ ๑๓ การบันทึกผลการเรียน และผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในคลังหน่วยกิต ให้ดำเนินการ ดังนี้

(๑) กรณีที่ผู้เรียนได้รับหน่วยกิตจากการเทียบโอนประสบการณ์ ให้บันทึกตามวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ โดยไม่ให้ระดับคะแนนตัวอักษรหรือแต้มระดับคะแนน และไม่มีการนำมาคิดคะแนนผลการเรียนหรือคำนวณแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

(๒) กรณีผู้เรียนได้รับหน่วยกิตจากการลงทะเบียนเรียนในรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยหรือจากสถาบันอุดมศึกษาอื่นที่มีบันทึกข้อตกลงร่วมกัน ให้บันทึกผลการเรียนตามระดับคะแนนตัวอักษรหรือแต้มระดับคะแนนที่สอบได้และสามารถนำมาคิดคะแนนเฉลี่ยสะสมได้

(๓) กรณีผู้เรียนได้รับหน่วยกิตจากการลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย และจากสถาบันอุดมศึกษาอื่นหลายแห่งและนำผลการเรียนไปเทียบโอนเพื่อสะสมหน่วยกิต ให้สถาบันอุดมศึกษาผู้ประเมินบันทึกผลการประเมินเป็นตัวอักษร และไม่มีการนำมาคิดคะแนนผลการเรียน หรือคำนวณแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

ข้อ ๑๔ การให้คุณวุฒิและปริญญา มีดังนี้

(๑) กรณีผู้เรียนที่เข้าศึกษาเพื่อเพิ่มพูนความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ หลักสูตรระยะสั้น หรือ หลักสูตรฝึกอบรม สามารถได้รับประกาศนียบัตร วุฒิบัตร หรือ สัมฤทธิ์บัตร แล้วแต่กรณีตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

(๒) กรณีผู้เรียนที่เข้าศึกษาในหลักสูตรระดับอนุปริญญา ปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา จะได้รับคุณวุฒิต่างกล่าวตามเงื่อนไข ดังนี้

(ก) ผู้เรียนจะสำเร็จการศึกษาได้เมื่อเรียนและสะสมหน่วยกิตได้ครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีผลการเรียนและค่าคะแนนเฉลี่ยสะสมตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

(ข) มหาวิทยาลัยที่จะเป็นผู้ให้ปริญญาจะเป็นผู้คิดค่าธรรมเนียมระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมให้แก่ผู้เรียนเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยผู้เรียนต้องลงทะเบียนเรียนในหมวดวิชาเฉพาะไม่น้อยกว่า ๑ ใน ๔ ของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรในสถาบันอุดมศึกษาที่จะเป็นผู้ให้ปริญญา

(ค) การให้อนุปริญญา ปริญญาตรี หรือปริญญาระดับบัณฑิตศึกษา แก่ผู้เรียนในระบบคลังหน่วยกิต ต้องระบุว่าสำเร็จการศึกษาในระบบคลังหน่วยกิตไว้ในใบแสดงผลการเรียนด้วย

ข้อ ๑๕ มหาวิทยาลัย ต้องจัดให้มีฐานข้อมูลทะเบียนรายบุคคลในระบบคลังหน่วยกิตเพื่อเป็นคลังหน่วยกิตสำหรับบันทึกผลการเรียนและการสะสมหน่วยกิตของผู้เรียนที่พร้อมรับการตรวจสอบและต้องรายงานผลให้คณะกรรมการการอุดมศึกษาทราบทุกสิ้นปีการศึกษา และมีระบบที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูลระบบคลังหน่วยกิตของสำนักปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

ข้อ ๑๖ ทุกหลักสูตรที่ดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิต จะต้องกำหนดให้มีระบบประกันคุณภาพของหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการจัดการศึกษาในระบบคลังหน่วยกิตตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๕๘ โดยมีองค์ประกอบในการประกันคุณภาพอย่างน้อย ๖ ด้าน ดังนี้

(๑) องค์ประกอบที่ ๑ การกำหนดมาตรฐาน

(๒) องค์ประกอบที่ ๒ บัณฑิต

(๓) องค์ประกอบที่ ๓ นักศึกษา

๗

- (๔) องค์ประกอบที่ ๔ อาจารย์
- (๕) องค์ประกอบที่ ๕ หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน
- (๖) องค์ประกอบที่ ๖ สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

การประกันคุณภาพการศึกษา ต้องมีการกระทำอย่างต่อเนื่อง มีการรายงานต่อสภามหาวิทยาลัย และแจ้งต่อสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม เพื่อนำผลการประกันคุณภาพมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานการดำเนินงานในระบบคลังหน่วยกิตให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้น

ข้อ ๑๗ ให้มหาวิทยาลัยแต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นมาชุดหนึ่งเรียกว่า “คณะกรรมการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิต” ประกอบด้วย

- (๑) อธิการบดี เป็นประธานกรรมการ
- (๒) รองอธิการบดีหรือผู้ช่วยอธิการบดีที่รับผิดชอบด้านการจัดการศึกษา เป็นรองประธานกรรมการ
- (๓) คณบดี ทุกคณะ วิทยาลัย สำนักวิชา เป็นกรรมการ
- (๔) ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย เป็นกรรมการ
- (๕) ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน เป็นกรรมการ
- (๖) ผู้อำนวยการหรือหัวหน้าหน่วยงานที่มหาวิทยาลัยมอบหมายให้รับผิดชอบงานจัดการศึกษาระบบคลังหน่วยกิต เป็นกรรมการและเลขานุการ
- (๗) รองผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนหนึ่งคน เป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

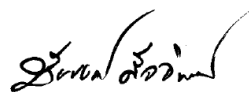
อธิการบดีอาจแต่งตั้งบุคลากรในหน่วยงานที่มหาวิทยาลัยมอบหมายให้รับผิดชอบงานจัดการศึกษาระบบคลังหน่วยกิตหรือสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนหน่วยงานละหนึ่งคน เป็นผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการ มีหน้าที่และอำนาจดังต่อไปนี้

- (๑) ออกประกาศ หลักเกณฑ์ วิธีการ ขั้นตอน และแนวปฏิบัติ ตลอดจนคุณสมบัติของผู้เรียน ที่เกี่ยวกับการจัดการศึกษาในระบบคลังหน่วยกิต
- (๒) กำกับ ดูแล ติดตาม และประเมินผลการดำเนินงานให้เป็นไปอย่างมีคุณภาพ
- (๓) รายงานการดำเนินงานให้สภามหาวิทยาลัยทราบอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

ข้อ ๑๘ ให้อธิการบดี รักษาการให้เป็นไปตามข้อบังคับนี้ กรณีมีปัญหาหรือไม่สามารถปฏิบัติตามประกาศได้ ให้อธิการบดีมีอำนาจวินิจฉัยสั่งการ โดยคำวินิจฉัยสั่งการของอธิการบดีให้ถือเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๓



(นายชัยยงค์ สัจจิตานนท์)

นายกสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ภาคผนวก ฉ
ตารางเปรียบเทียบหลักสูตรเดิม กับ หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565

ตารางเปรียบเทียบหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
1	รูปแบบของหลักสูตร	1.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี เป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐาน หลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2548 1.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ (TOF) พ.ศ. 2552 และเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558	1. เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ (TOF) พ.ศ. 2552 2. เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558	1. ปรับให้เป็นไปตามเกณฑ์ มาตรฐานหลักสูตร 2. ปรับเป็นหลักสูตรแบบแขนง วิชา
2	ชื่อหลักสูตร	2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ภาษาไทย: วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ภาษาอังกฤษ: Bachelor of Science Program in Chemistry 2.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ภาษาไทย: วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ภาษาอังกฤษ: Bachelor of Science Program in Biology	ภาษาไทย: วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและ ชีววิทยา ภาษาอังกฤษ: Bachelor of Science Program in Chemical and Biological Technology	เปลี่ยนแปลงรูปแบบหลักสูตร เป็นหลักสูตรบูรณาการใน ลักษณะเป็นแขนง วิชา 2 แขนงวิชา ภายใต้ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมี และชีววิทยา
3	ชื่อปริญญา	3.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ชื่อเต็ม (ไทย) : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) ชื่อย่อ (ไทย) : วท.บ. (เคมี) ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Science (Chemistry) ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.Sc. (Chemistry)	ชื่อเต็ม (ไทย) : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา) ชื่อย่อ (ไทย) : วท.บ. (เทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา) ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Science (Chemical and Biological Technology) ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.Sc. (Chemical and Biological Technology)	เปลี่ยนแปลงรูปแบบหลักสูตร เป็นหลักสูตรบูรณาการใน ลักษณะเป็นแขนง วิชา 2 แขนงวิชา ภายใต้ชื่อ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		3.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ชื่อเต็ม (ไทย) : วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) ชื่อย่อ (ไทย) : วท.บ. (ชีววิทยา) ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Science (Biology) ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.Sc. (Biology)		สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมี และชีววิทยา
4	ปรัชญาของหลักสูตร	4.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรู้คู่กับคุณธรรมและจริยธรรม มีความรู้ความสามารถทางด้านเคมี ก้าวทันต่อการพัฒนาของสังคมและเทคโนโลยี 4.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา เป็นหลักสูตรที่ยึดหลักมาตรฐานวิชาการ มุ่งมั่นในการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านชีววิทยาที่มีคุณภาพ และเป็นที่ยอมรับในทุกภาคส่วน และสามารถปรับตัวตามสภาพความก้าวหน้าของวิชาการ ควบคู่กับคุณธรรม จริยธรรม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาท้องถิ่น	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา มุ่งมั่นในการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีทางเคมีและเทคโนโลยีทางชีววิทยาที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับในทุกภาคส่วน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างทันสมัยและทันต่อการเปลี่ยนแปลงของความก้าวหน้าของวิชาการเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและประเทศชาติที่ยั่งยืนบนพื้นฐานของคุณธรรมและจริยธรรม	ปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับ อัตลักษณ์การผลิตบัณฑิตของ คณะ
5	วัตถุประสงค์ของหลักสูตร	5.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี เพื่อผลิตและพัฒนาบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์เคมีดังนี้ 1.) เพื่อผลิตบัณฑิตสาขาวิชาเคมีให้เป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อตนเองและสังคมในฐานะของนักเคมี 2.) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้พื้นฐานทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอยู่ในเกณฑ์ดี นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม ออกไปประกอบวิชาชีพได้ และศึกษาต่อในระดับสูงได้	ผลิตบัณฑิตที่มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ดังนี้ 1.) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรอบรู้ทางด้านเทคโนโลยีทางเคมีและเทคโนโลยีทางชีววิทยาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับความต้องการของสังคม สามารถเผยแพร่และถ่ายทอดความรู้ให้แก่ชุมชน โดยเป็นผู้ที่มีวุฒิภาวะ มีคุณธรรมและ จริยธรรมในการประกอบสัมมาชีพ มีจิตสำนึกและความรับผิดชอบต่อสังคม อันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน	ปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับ ปรัชญาของหลักสูตร

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>3.) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความสามารถในการจัดระบบความคิด คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้</p> <p>4.) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ทันสมัย ใฝ่รู้ และมีความสามารถในการแสวงหาและพัฒนาความรู้เพื่อพัฒนาตนเอง พัฒนางานและสังคมได้</p> <p>5.) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความสามารถในการบริหารจัดการและทำงานเป็นทีมได้เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความสามารถในการใช้ภาษาในการสื่อสารและใช้เทคโนโลยีได้ดี</p>	<p>2.) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความสามารถนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีทางเคมีและเทคโนโลยี ทางชีววิทยาไปประยุกต์ใช้เพื่อต่อยอดได้อย่างกว้างขวาง สามารถพัฒนาและปรับปรุงความเป็นอยู่คุณภาพชีวิตของตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม สามารถแสวงหาความรู้เพิ่มเติมโดยใช้กลไกของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และมีศักยภาพในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น</p> <p>3.) เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสารในชีวิตประจำวันโดยใช้ภาษาต่างประเทศ ภาษาไทย และเทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษาให้สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต ปรับตัวและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งด้านสังคม วัฒนธรรม การเมือง เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก</p>	
		<p>5.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ผลิตบัณฑิตที่มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ดังนี้</p> <p>1.) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้และความสามารถในทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติงานทางชีววิทยาได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับความต้องการของสังคม</p> <p>2.) เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ทางชีววิทยาไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงความเป็นอยู่คุณภาพชีวิตของตน และสังคมได้อย่างเหมาะสม</p> <p>3.) เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และความสามารถในการเพิ่มเติมความรู้ นอกห้องเรียน ใช้กลไกการวิจัยในการหาคำตอบความรู้และมีศักยภาพในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น</p> <p>4.) เพื่อปลูกฝังให้นักศึกษาเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม และมีความรับผิดชอบต่อนานาชาติและสังคม</p>		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
6	ระบบการศึกษา	<p>6.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี</p> <p>1.1 ระบบ การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดยใน 1 ปีการศึกษาแบ่งเป็น 2 ภาคเรียนปกติ แต่ละภาคการศึกษามีระยะเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์</p> <p>1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน มี</p> <p>1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค ไม่มี</p>	<p>1.1 ระบบ การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดยใน 1 ปีการศึกษาแบ่งเป็น 2 ภาคเรียนปกติ แต่ละภาคการศึกษามีระยะเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์</p> <p>1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน ไม่มี</p> <p>1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค ไม่มี</p>	<p>เป็นไปตามประกาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่องการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2563</p>
		<p>6.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา</p> <p>1.1 ระบบ การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดยใน 1 ปีการศึกษาแบ่งเป็น 2 ภาคเรียนปกติ แต่ละภาคการศึกษามีระยะเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์</p> <p>1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน มี</p> <p>1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค ไม่มี</p>		
7	ประเภทหลักสูตร	<p>7.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี -</p> <p>7.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ</p>	หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ	ปรับปรุงเพิ่มเติมตามข้อกำหนด ในเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร ระดับปริญญาตรี พ. ศ. 2558

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง																																												
8	การดำเนินการหลักสูตร	8.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี 8.1.1 วัน-เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน จัดการเรียนการสอนในวันเวลาราชการ ภาคเรียนที่ 1 เดือน มิถุนายน – ตุลาคม ภาคเรียนที่ 2 เดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์	8.1.1 วัน-เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน จัดการเรียนการสอนในเวลาราชการ ระหว่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยช่วงเวลาในแต่ละ ภาคเรียน ตามปฏิทินวิชาการของมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย ดังต่อไปนี้ ภาคเรียนที่ 1 ระหว่างเดือน มิถุนายน - ตุลาคม ภาคเรียนที่ 2 ระหว่างเดือน ตุลาคม - กุมภาพันธ์	เป็นไปตามประกาศปฏิทิน วิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย																																												
		8.1.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา (คุณสมบัติทั่วไป) 1.) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 2.) เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเรื่องการจัด การศึกษาระดับปริญญาตรี	8.1.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา (คุณสมบัติทั่วไป) 1.) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ เทียบเท่าทุกสาขาวิชา 2.) อื่น ๆ ให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่อง การรับสมัครนักศึกษา ระดับปริญญาตรีในแต่ละปีการศึกษา	เพื่อเป็นการให้โอกาสใน การศึกษาสำหรับผู้มีความ และคุณสมบัติที่สามารถศึกษา ต่อได้หลากหลายกลุ่มมาก กว่าเดิม																																												
		8.1.3 คุณสมบัติเฉพาะสาขา ไม่กำหนด	8.1.3 คุณสมบัติเฉพาะสาขา ไม่กำหนด	คงเดิม																																												
		8.1.4 การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่องการจัด การศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2549	8.1.4 การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศการรับสมัครนักศึกษาของ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	คงเดิม																																												
		8.1.5 แผนการรับนักศึกษา <table border="1" data-bbox="577 1182 1137 1361"> <thead> <tr> <th rowspan="2">จำนวน นักศึกษา</th> <th colspan="5">ปีการศึกษา</th> </tr> <tr> <th>2554</th> <th>2555</th> <th>2556</th> <th>2557</th> <th>2558</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ชั้นปีที่ 1</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>ชั้นปีที่ 2</td> <td>-</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวน นักศึกษา	ปีการศึกษา					2554	2555	2556	2557	2558	ชั้นปีที่ 1	40	40	40	40	40	ชั้นปีที่ 2	-	40	40	40	40	8.1.5 แผนการรับนักศึกษา แขนงเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี <table border="1" data-bbox="1227 1225 1798 1386"> <thead> <tr> <th rowspan="2">จำนวนนักศึกษา ปีที่เข้าเรียน</th> <th colspan="5">จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา</th> </tr> <tr> <th>2565</th> <th>2566</th> <th>2567</th> <th>2568</th> <th>2569</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ชั้นปีที่ 1</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>ชั้นปีที่ 2</td> <td>-</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนนักศึกษา ปีที่เข้าเรียน	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา					2565	2566	2567	2568	2569	ชั้นปีที่ 1	30	30	30	30	30	ชั้นปีที่ 2	-	30	30	30
จำนวน นักศึกษา	ปีการศึกษา																																															
	2554	2555	2556	2557	2558																																											
ชั้นปีที่ 1	40	40	40	40	40																																											
ชั้นปีที่ 2	-	40	40	40	40																																											
จำนวนนักศึกษา ปีที่เข้าเรียน	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา																																															
	2565	2566	2567	2568	2569																																											
ชั้นปีที่ 1	30	30	30	30	30																																											
ชั้นปีที่ 2	-	30	30	30	30																																											

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565						เหตุผลในการปรับปรุง																																																
		<table border="1"> <tr><td>ชั้นปีที่ 3</td><td>-</td><td>-</td><td>40</td><td>40</td><td>40</td></tr> <tr><td>ชั้นปีที่ 4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>40</td><td>40</td></tr> <tr><td>รวม</td><td>40</td><td>80</td><td>120</td><td>160</td><td>200</td></tr> <tr><td>คาดว่าจะจบการศึกษา</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td></tr> </table>	ชั้นปีที่ 3	-	-	40	40	40	ชั้นปีที่ 4	-	-	-	40	40	รวม	40	80	120	160	200	คาดว่าจะจบการศึกษา	-	-	-	30	30	<table border="1"> <tr><td>ชั้นปีที่ 3</td><td>-</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>ชั้นปีที่ 4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>รวม</td><td>30</td><td>60</td><td>90</td><td>120</td><td>120</td></tr> <tr><td>จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td></tr> </table>						ชั้นปีที่ 3	-	-	30	30	30	ชั้นปีที่ 4	-	-	-	30	30	รวม	30	60	90	120	120	จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	30	30	
ชั้นปีที่ 3	-	-	40	40	40																																																				
ชั้นปีที่ 4	-	-	-	40	40																																																				
รวม	40	80	120	160	200																																																				
คาดว่าจะจบการศึกษา	-	-	-	30	30																																																				
ชั้นปีที่ 3	-	-	30	30	30																																																				
ชั้นปีที่ 4	-	-	-	30	30																																																				
รวม	30	60	90	120	120																																																				
จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	30	30																																																				
		<p>8.2 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา</p> <p>8.2.1 วัน-เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน</p> <p>ภาคการศึกษาที่ 1 ระหว่างเดือนสิงหาคม – ธันวาคม</p> <p>ภาคการศึกษาที่ 2 ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม</p> <p>ภาคฤดูร้อน ระหว่างเดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม</p>	<p>แขนงเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">จำนวนนักศึกษา ปีที่เข้าเรียน</th> <th colspan="5">จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา</th> </tr> <tr> <th>2565</th> <th>2566</th> <th>2567</th> <th>2568</th> <th>2569</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ชั้นปีที่ 1</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>ชั้นปีที่ 2</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>ชั้นปีที่ 3</td><td>-</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>ชั้นปีที่ 4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>รวม</td><td>30</td><td>60</td><td>90</td><td>120</td><td>120</td></tr> <tr><td>จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>30</td><td>30</td></tr> </tbody> </table>						จำนวนนักศึกษา ปีที่เข้าเรียน	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา					2565	2566	2567	2568	2569	ชั้นปีที่ 1	30	30	30	30	30	ชั้นปีที่ 2	-	30	30	30	30	ชั้นปีที่ 3	-	-	30	30	30	ชั้นปีที่ 4	-	-	-	30	30	รวม	30	60	90	120	120	จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	30	30		
จำนวนนักศึกษา ปีที่เข้าเรียน	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา																																																								
	2565	2566	2567	2568	2569																																																				
ชั้นปีที่ 1	30	30	30	30	30																																																				
ชั้นปีที่ 2	-	30	30	30	30																																																				
ชั้นปีที่ 3	-	-	30	30	30																																																				
ชั้นปีที่ 4	-	-	-	30	30																																																				
รวม	30	60	90	120	120																																																				
จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	30	30																																																				
		<p>8.2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา (คุณสมบัติทั่วไป)</p> <p>1.) เป็นผู้สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือเทียบเท่าในสายคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ หรือมีคุณวุฒิอื่น ๆ ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด</p> <p>2.) ต้องผ่านการคัดเลือกตามประกาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย</p> <p>3.) การคัดเลือกผู้เข้ารับการศึกษให้เป็นไปตามแนวปฏิบัติของสกอ. หรือตามที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายกำหนด</p>																																																							

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง																																															
		<p>8.2.3 คุณสมบัติเฉพาะสาขา ไม่กำหนด</p> <p>8.2.4 การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่องการจัดการศึกษา ระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2549</p> <p>8.2.5 แผนการรับนักศึกษา</p> <table border="1" data-bbox="584 708 1178 1209"> <thead> <tr> <th rowspan="2">จำนวน นักศึกษา</th> <th colspan="5">ปีการศึกษา</th> </tr> <tr> <th>2560</th> <th>2561</th> <th>2562</th> <th>2563</th> <th>2564</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>รวม จำนวน</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>90</td> <td>120</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>คาดว่าจะ จบการ ศึกษา</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวน นักศึกษา	ปีการศึกษา					2560	2561	2562	2563	2564	1	30	30	30	30	30	2	-	30	30	30	30	3	-	-	30	30	30	4	-	-	-	30	30	รวม จำนวน	30	60	90	120	120	คาดว่าจะ จบการ ศึกษา	-	-	-	30	30		
จำนวน นักศึกษา	ปีการศึกษา																																																		
	2560	2561	2562	2563	2564																																														
1	30	30	30	30	30																																														
2	-	30	30	30	30																																														
3	-	-	30	30	30																																														
4	-	-	-	30	30																																														
รวม จำนวน	30	60	90	120	120																																														
คาดว่าจะ จบการ ศึกษา	-	-	-	30	30																																														

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
9	โครงสร้างหลักสูตร	<p>1.) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี</p> <p>จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 137 หน่วยกิต</p> <p>โครงสร้างหลักสูตร แบ่งออกเป็นหมวดรายวิชาดังนี้</p> <p>ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต</p> <p>1. กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 9 หน่วยกิต</p> <p>2. กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร 9 หน่วยกิต</p> <p>3. กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์ 6 หน่วยกิต</p> <p>4. กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์ 6 หน่วยกิต</p> <p>ข. หมวดวิชาเฉพาะให้เรียนไม่น้อยกว่า 101 หน่วยกิต</p> <p>1. กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ 27 หน่วยกิต</p> <p>2. กลุ่มวิชาเอกบังคับ 52 หน่วยกิต</p> <p>3. กลุ่มวิชาเอกเลือก 15 หน่วยกิต</p> <p>4. กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 7 หน่วยกิต</p> <p>ค. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต</p> <p>2.) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา</p> <p>จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 139 หน่วยกิต</p> <p>ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต</p> <p>1.1 กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เรียนไม่ น้อยกว่า 6 หน่วยกิต</p> <p>1.2 กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร ให้เรียนไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต</p> <p>1.3 กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต</p>	<p>โครงสร้างหลักสูตร</p> <p>จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตร 122 หน่วยกิต</p> <p>ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต</p> <p>1. กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เรียนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต</p> <p>2. กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต</p> <p>3. กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต</p> <p>4. กลุ่มวิชาบูรณาการและเสริมสร้างทักษะชีวิต ให้เรียนไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต</p> <p>ข. หมวดวิชาเฉพาะ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 86 หน่วยกิต</p> <p>1. วิชาเฉพาะพื้นฐาน ให้เรียน 16 หน่วยกิต</p> <p>2. วิชาเฉพาะด้าน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 63 หน่วยกิต</p> <p>2.1 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี</p> <p>- กลุ่มวิชาเอกบังคับ ให้เรียน 36 หน่วยกิต</p> <p>- กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนไม่น้อยกว่า 27 หน่วยกิต</p> <p>2.2 แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา</p> <p>- กลุ่มวิชาเอกบังคับ ให้เรียน 30 หน่วยกิต</p> <p>- กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนไม่น้อยกว่า 33 หน่วยกิต</p> <p>3. วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา 7 หน่วยกิต</p> <p>ค. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต</p>	<p>1. ปรับรายวิชาให้เป็นไปตามหลักสูตรหมวดวิชาศึกษาทั่วไป พ.ศ. 2563 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย</p> <p>2. ปรับโครงสร้างรายวิชาใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับปรัชญาวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และอัตลักษณ์ของนักศึกษา</p>

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง									
		EN1070 ภาษาอังกฤษระดับสูงสำหรับนักศึกษา 3 หน่วยกิต วิทยาศาสตร์ Advanced English for Science Students MA0601 คณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษา 3 หน่วยกิต วิทยาศาสตร์ Mathematics for Science Students PH0210 ฟิสิกส์ทั่วไป 4 หน่วยกิต General Physics SN1010 วิธีวิจัยทางวิทยาศาสตร์ 2 หน่วยกิต Scientific Research Methodology ST0401 สถิติสำหรับนักวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยกิต Statistics for Science Students											
		1.2 กลุ่มวิชาเอกบังคับ ให้เรียน 52 หน่วยกิต CM2201 เคมีอนินทรีย์ 1 3 หน่วยกิต Inorganic Chemistry I CM2202 ปฏิบัติการเคมีอนินทรีย์ 1 1 หน่วยกิต Inorganic Chemistry Laboratory I CM3201 เคมีอนินทรีย์ 2 3 หน่วยกิต Inorganic Chemistry II CM3202 ปฏิบัติการเคมีอนินทรีย์ 2 1 หน่วยกิต Inorganic Chemistry Laboratory II CM2307 เคมีอินทรีย์ 1 3 หน่วยกิต Organic Chemistry I	2. วิชาเฉพาะด้าน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 63 หน่วยกิต ให้เลือกเรียนรายวิชาในแขนงวิชาใดแขนงวิชาหนึ่งต่อไปนี้เพียง แขนงวิชาเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 63 หน่วยกิต 1) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี 1.1 กลุ่มวิชาเอกบังคับ ให้เรียน 36 หน่วยกิต <table border="1" data-bbox="1211 1141 1816 1348"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CMS1102</td> <td>เคมีขั้นสูง Advance Chemistry</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>CMS2101</td> <td>เคมีอนินทรีย์ Inorganic Chemistry</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	CMS1102	เคมีขั้นสูง Advance Chemistry	3(2-2-5)	CMS2101	เคมีอนินทรีย์ Inorganic Chemistry	3(2-2-5)	1. ยุบรวมรายวิชาบรรยายและ ปฏิบัติการให้เป็นรายวิชาเดียว 2. ปรับเพิ่มรายวิชาที่เป็น พื้นฐานทางนวัตกรรมเข้าไป
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต											
CMS1102	เคมีขั้นสูง Advance Chemistry	3(2-2-5)											
CMS2101	เคมีอนินทรีย์ Inorganic Chemistry	3(2-2-5)											

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		CM2308 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1 1 หน่วยกิต Organic Chemistry Laboratory I CM3301 เคมีอินทรีย์ 2 3 หน่วยกิต Organic Chemistry II CM3302 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2 1 หน่วยกิต Organic Chemistry Laboratory II CM2404 เคมีเชิงฟิสิกส์ 1 3 หน่วยกิต Physical Chemistry I CM2405 ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1 1 หน่วยกิต Physical Chemistry Laboratory I CM3401 เคมีเชิงฟิสิกส์ 2 3 หน่วยกิต Physical Chemistry II CM3402 ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 2 1 หน่วยกิต Physical Chemistry Laboratory II CM2505 ชีวเคมีพื้นฐาน 3 หน่วยกิต Fundamental Biochemistry CM2506 ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 1 หน่วยกิต Fundamental Biochemistry Laboratory CM2620 เคมีวิเคราะห์ 3 หน่วยกิต Analytical Chemistry CM2621 ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 1 หน่วยกิต Analytical Chemistry Laboratory CM2302 พอลิเมอร์ 3 หน่วยกิต Polymer	CMS2102 เคมีอินทรีย์ 3(2-2-5) Organic Chemistry CMS2103 เคมีวิเคราะห์ 3(2-2-5) Analytical Chemistry CMS2104 เคมีเชิงฟิสิกส์ 3(2-2-5) Physical Chemistry CMS2105 ชีวเคมี 3(2-2-5) Biochemistry CMS3101 คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี 3(2-2-5) Computer Application in Chemistry CMS3102 เทคโนโลยีสะอาด 2(2-0-4) Clean Technology CMS3103 นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี 3(2-2-5) Innovation in Chemical Technology CMS3104 การจัดการคุณภาพสำหรับ ห้องปฏิบัติการเคมี 2(2-0-4) Quality Management for Chemistry Laboratory	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		CM2618 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วย เครื่องมือ 1 3 หน่วยกิต Instrumental Methods of Chemical Analysis I CM2619 ปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมี ด้วยเครื่องมือ 1 1 หน่วยกิต Instrumental Methods of Chemical Analysis Laboratory I CM2633 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วย เครื่องมือ 2 3 หน่วยกิต Instrumental Methods of Chemical Analysis II CM2634 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วย เครื่องมือ 2 3 หน่วยกิต Instrumental Methods of Chemical Analysis Laboratory II CM3010 การค้นคว้าและรวบรวม เอกสารทางเคมี 2 หน่วยกิต Chemical Literature Survey and Collection CM4306 เคมีของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ 3 หน่วยกิต Chemistry of Natural Products CM4904 โครงการวิจัยทางเคมี 2 หน่วยกิต Senior Project in Chemistry CM4905 สัมมนาทางเคมี 1 1 หน่วยกิต Seminar in Specialized Chemistry I CM4906 สัมมนาทางเคมี 2 1 หน่วยกิต Seminar in Specialized Chemistry II	CMS3105 การจำลองและออกแบบโมเลกุล ด้วยคอมพิวเตอร์ 3(2-2-5) Computer Aided Molecular Modeling and Design CMS4101 สัมมนาทางเทคโนโลยีและ นวัตกรรมทางเคมี 1(0-2-4) Seminar in Chemical Technology and Innovation CMS4102 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและ นวัตกรรมทางเคมี 4(2-4-4) Research Project in Chemical Technology and Innovation	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง																		
		<p>1.3 กลุ่มเอกเลือก ไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต</p> <p>CM1704 เคมียาง 3 หน่วยกิต Rubber Chemistry</p> <p>CM3605 การวิเคราะห์ดินและปุ๋ย 3 หน่วยกิต Analysis of Soil and Fertilizer</p> <p>CM5502 เคมีอุตสาหกรรม 2 หน่วยกิต Industrial Chemistry</p> <p>CM5506 การประกันคุณภาพและมาตรฐานห้องปฏิบัติการเคมี 2 หน่วยกิต Quality Assurance and Chemical Laboratory Standards</p> <p>CM5507 เคมีของเครื่องสำอางและน้ำหอม 3 หน่วยกิต Chemistry of Cosmetics and Perfume</p> <p>CM2701 เคมีประยุกต์ 3 หน่วยกิต Applied Chemistry</p> <p>CM2706 กระบวนการแปรรูปยาง 3 หน่วยกิต Rubber Processing</p> <p>CM2709 สารเคมีผสมยาง 3 หน่วยกิต Rubber Additives</p> <p>CM3902 วิทยาการใหม่ทางเคมี 2 หน่วยกิต New Technology in Chemistry</p> <p>CM5501 สารเคมีและความปลอดภัย 2 หน่วยกิต Chemicals and Safety</p>	<p>1.2 กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 27 หน่วยกิต</p> <table border="1" data-bbox="1211 478 1816 1388"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CMS2106</td> <td>การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี English Communication for Chemical Technology and Innovation</td> <td>2(2-0-4)</td> </tr> <tr> <td>CMS3201</td> <td>เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Advance Instrumental Analysis for Chemical Technology and Innovation</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>CMS3202</td> <td>กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ Chemical Industrial Process and Production Standard</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>CMS3203</td> <td>การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า Polymer and Natural Rubber Processing for Commercial</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>CMS3204</td> <td>เคมีนาโน Nanotechnology</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	CMS2106	การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี English Communication for Chemical Technology and Innovation	2(2-0-4)	CMS3201	เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Advance Instrumental Analysis for Chemical Technology and Innovation	3(2-2-5)	CMS3202	กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ Chemical Industrial Process and Production Standard	3(3-0-6)	CMS3203	การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า Polymer and Natural Rubber Processing for Commercial	3(2-2-5)	CMS3204	เคมีนาโน Nanotechnology	3(3-0-6)	<p>ปรับเพิ่มรายวิชาที่เป็นการต่อยอดนวัตกรรมที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน</p>
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																				
CMS2106	การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี English Communication for Chemical Technology and Innovation	2(2-0-4)																				
CMS3201	เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Advance Instrumental Analysis for Chemical Technology and Innovation	3(2-2-5)																				
CMS3202	กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ Chemical Industrial Process and Production Standard	3(3-0-6)																				
CMS3203	การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า Polymer and Natural Rubber Processing for Commercial	3(2-2-5)																				
CMS3204	เคมีนาโน Nanotechnology	3(3-0-6)																				

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		CM5503 เคมีสภาวะแวดล้อม 3 หน่วยกิต Environmental Chemistry CM5504 เคมีเกี่ยวกับเชื้อเพลิงและพลังงานทางเลือก 2 หน่วยกิต Fuel Chemistry and Alternative Energy CM5508 เคมีทางยา 3 หน่วยกิต Medicinal Chemistry CM5509 เทคโนโลยีทางชีวเคมี 3 หน่วยกิต Technology in Biochemistry CM5510 พิษวิทยาทางเคมี 2 หน่วยกิต Chemical Toxicology CM5511 เคมีสีเขียว 2 หน่วยกิต Green Chemistry CM5512 ปฐพีเคมี 2 หน่วยกิต Soil Chemistry CM5513 เคมีนิวเคลียร์ 2 หน่วยกิต Nuclear Chemistry CM5514 ไฟฟ้าเคมี 3 หน่วยกิต Electrochemistry CM5516 เคมีอาหาร 3 หน่วยกิต Food Chemistry CM5517 เคมีวิเคราะห์สารมลพิษ 3 หน่วยกิต Chemical Analysis of Pollutants	CMS3205 ปีโตรเลียมและอุตสาหกรรม 3(2-2-5) กระบวนการเคมี Petroleum and Chemical Process Industry CMS3301 เทคโนโลยีเวชสำอาง 3(2-2-5) Cosmeceutical Technology CMS3302 เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันหอม 3(2-2-5) ระเหยในธุรกิจสปาและสุขภาพ Production Technology of Essential Oils in Spa and Health Business CMS3303 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและ 3(2-2-5) ทักษะผู้ประกอบการ Prototype Development and Entrepreneurship CMS3304 เทคโนโลยีสิ่งทอและสีย้อมสำหรับ 3(2-2-5) วิสาหกิจชุมชน Textile and Dyes Technology for SMEs CMS3305 นวัตกรรมเคมีพอลิเมอร์ใน 3(2-2-5) เครื่องสำอาง Polymer innovation for Cosmetics	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง																					
			<p>CMS3306 เทคโนโลยีเคมียาและสมุนไพรไทย 3(2-2-5) Medicinal and Thai Herbal Chemistry Technology</p> <p>CMS3307 พฤษศาสตร์เคมีของพืชมูลค่าสูง 3(2-2-5) Phytochemistry of High Value Plants</p> <p>CMS3308 เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับธุรกิจ 2(2-0-4) ผลิตภัณฑ์ทางเคมี Chemical Product Business Information System</p> <p>2) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา</p> <p>2.1 กลุ่มวิชาเอกบังคับ ให้เรียน 30 หน่วยกิต</p> <table border="1" data-bbox="1240 963 1794 1394"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BIO1101</td> <td>จุลชีววิทยา Microbiology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>BIO2101</td> <td>พันธุศาสตร์ Genetics</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>BIO2102</td> <td>นิเวศวิทยา Ecology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>BIO2103</td> <td>กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป General Anatomy and Physiology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>BIO2104</td> <td>ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล Cell and Molecular Biology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>BIO3101</td> <td>สถิติทางชีววิทยา Statistics for Biology</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	BIO1101	จุลชีววิทยา Microbiology	3(2-2-5)	BIO2101	พันธุศาสตร์ Genetics	3(2-2-5)	BIO2102	นิเวศวิทยา Ecology	3(2-2-5)	BIO2103	กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป General Anatomy and Physiology	3(2-2-5)	BIO2104	ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล Cell and Molecular Biology	3(2-2-5)	BIO3101	สถิติทางชีววิทยา Statistics for Biology	3(3-0-6)	
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																							
BIO1101	จุลชีววิทยา Microbiology	3(2-2-5)																							
BIO2101	พันธุศาสตร์ Genetics	3(2-2-5)																							
BIO2102	นิเวศวิทยา Ecology	3(2-2-5)																							
BIO2103	กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป General Anatomy and Physiology	3(2-2-5)																							
BIO2104	ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล Cell and Molecular Biology	3(2-2-5)																							
BIO3101	สถิติทางชีววิทยา Statistics for Biology	3(3-0-6)																							

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO3102 เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสร้างนวัตกรรม 3(2-2-5) Biotechnology for Innovation BIO3103 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 1(0-2-1) ทางชีววิทยา 1 Research Projects in Biological Technology and Innovation I BIO4101 สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทาง 1(0-2-1) ชีววิทยา Seminar in Biological Technology and Innovation BIO4102 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 1(0-2-1) ทางชีววิทยา 2 Research Projects in Biological Technology and Innovation II CMS2102 เคมีอินทรีย์ 3(2-2-5) Organic Chemistry CMS2105 ชีวเคมี 3(2-2-5) Biochemistry 2.2 กลุ่มวิชาเอกเลือก ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 33 หน่วยกิต รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต BIO2201 พฤกษศาสตร์ 3(2-2-5) Botany BIO2301 ปรสิตวิทยา 3(2-2-5) Parasitology	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO2302 สรีรวิทยาของสัตว์ 3(2-2-5) Animal Physiology BIO2501 การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 2(1-2-3) ทางชีววิทยา Instrumentation in Biological Technology and Innovation BIO2502 วิวัฒนาการ 3(2-2-5) Evolution BIO2503 อนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพ 3(2-2-5) Taxonomy and Biodiversity BIO3201 พฤษเคมีและการประยุกต์ใช้ 3(2-2-5) Phytochemistry and Application BIO3202 สรีรวิทยาของพืช 3(2-2-5) Plant Physiology BIO3203 พฤษศาสตร์เศรษฐกิจ 3(2-2-5) Economic Botany BIO3204 สาหร่ายวิทยาและโพรโทซัววิทยาเบื้องต้น 3(2-2-5) Introductory Phycology and Protozoology BIO3301 ความหลากหลายสัตว์ 3(2-2-5) Animal Diversity BIO3302 เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จาก 3(2-2-5) สัตว์ Animal Production Technology and Utilization	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO3303 กีฏวิทยาและแมลงเศรษฐกิจ 3(2-2-5) Entomology and Economic Insects BIO3304 ปักษีวิทยา 3(2-2-5) Ornithology BIO3305 นิเวศวิทยาและพฤติกรรมสัตว์ 3(2-2-5) Ecology and Ethology BIO3401 จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม 3(2-2-5) Industrial Microbiology BIO3402 วิทยาแบคทีเรีย 3(2-2-5) Bacteriology BIO3403 เทคโนโลยีชีวภาพสาขารายขนาดเล็ก 3(2-2-5) Microalgal Biotechnology BIO3501 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 3(2-2-5) Water Quality Assessment BIO3502 นวัตกรรมเทคนิคทางชีววิทยา 3(2-2-5) Innovation from Biological Technique BIO3503 การเป็นผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีชีวภาพ 2(2-0-4) และนวัตกรรม Entrepreneurship in Biotechnology and Innovation BIO4201 เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพืช 3(2-2-5) Plant Production Technology and Utilization	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO4401 จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อมและการประยุกต์ 3(2-2-5) Environmental Microbiology and Application BIO4402 นวัตกรรมอาหารจากจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbial Food Innovation BIO4403 ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbiology for Local Wisdom BIO4501 นวัตกรรมจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 3(2-2-5) ท้องถิ่น Innovation Management and Products Development from Local Wisdom BIO4502 หลักการควบคุมคุณภาพและการประกัน 2(2-0-4) คุณภาพผลิตภัณฑ์ Principles of Product Quality Control and Quality Assurance BIO4503 ชีวจริยธรรมและความปลอดภัยทางชีวภาพ 2(1-2-3) Bioethics and Biosafety BIO4504 การบำบัดและฟื้นฟูทางชีวภาพ 3(2-2-5) Biological Treatment and Remediation BIO4505 วิทยาการข้อมูลทางชีววิทยาเบื้องต้น 3(2-2-5) Introduction to Biological Data Science BIO4506 การผลิตและการใช้ประโยชน์ชีวผลิตภัณฑ์ 3(2-2-5) Production and Utilization of Bioproducts	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO4507 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและโรงงาน 2(2-0-4) Laboratory and Industrial Safety BIO4508 เทคนิคทางแอนติบอดี 3(2-2-5) Antibodies Techniques BIO4509 นวัตกรรมและมาตรฐานทางการเกษตรสมัยใหม่ 3(2-2-5) Modern Agricultural standard and Innovation BIO4510 ระเบียบวิธีวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา 1(2-0-1) Research Methods in Biological Technology and Innovation	
		1.4 กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือสหกิจศึกษา - วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ รหัสรายวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต CM4803 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเคมี 2(90) Preparation for Professional Experience in Chemistry CM4804 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเคมี 5(450) Field Experiences in Chemistry	3. วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา 7 หน่วยกิต ให้เลือกเรียนจากกลุ่มวิชาใดกลุ่มวิชาหนึ่งต่อไปนี้เพียงกลุ่มเดียว 1) กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต SCI3601 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา 2(90) Preparation for Field Experience in Chemical and Biological Technology SCI4601 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา 5(450) Field Experience in Chemical and Biological Technology	ปรับรหัสวิชาให้ตรงตามชั้นปี

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		- กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา CO4809 สหกิจศึกษา 7(450) Co-Operative Education	2) กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต SCI4602 สหกิจศึกษา 7(540) Co-Operative Education	
		2.) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา หมวดวิชาเฉพาะ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต 2.1 กลุ่มวิชาแกน ให้เรียน 24 หน่วยกิต รหัสรายวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต BI0401 ชีววิทยาพื้นฐาน 3(3-0-6) Foundation of Biology BI0402 ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 1(0-2-1) Foundation of Biology Laboratory CM0401 เคมีพื้นฐาน 3(3-0-6) Foundation of Chemistry CM0402 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 1(0-2-1) Foundation of Chemistry Laboratory MA0401 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 3(3-0-6) Foundation of Mathematics I MA0402 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 3(3-0-6) Foundation of Mathematics II PH0401 ฟิสิกส์พื้นฐาน 3(3-0-6) Foundation of Physics		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		PH0402 ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1(0-2-1) Foundation of Physics Laboratory SN0401 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 3(2-2-5) วิทยาศาสตร์ Information Technology and Science Communication ST0401 สถิติสำหรับนักศึกษาวิทยาศาสตร์ 3(3-0-6) Statistics for Science Students		
		2.2 กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 72 หน่วยกิต - วิชาเอกบังคับ ให้เรียน 51 หน่วยกิต รหัส หน่วยกิต รายวิชา ชื่อวิชา BI1301 สัตววิทยา 3(2-2-5) Zoology BI2201 พฤกษศาสตร์ 3(2-2-5) Botany BI2401 พันธุศาสตร์ 3(2-2-5) Genetics BI2602 จุลชีววิทยา 4(3-2-7) Microbiology BI3102 นิเวศวิทยา 4(3-2-7) Ecology BI31041 ชีววิทยาของเซลล์ 3(2-2-5) Cell Biology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI3108 กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป 4(3-2-7) General Anatomy and Physiology BI3109 อนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพ 4(3-2-7) Taxonomy and Biodiversity BI4210 วิวัฒนาการ 3(2-2-5) Evolution BI45011 ไมโครเทคนิค 3(2-2-5) Microtechnique BI4502 เทคนิคทางชีววิทยา 3(2-2-5) Biotechnology BI4903 โครงการวิจัยทางชีววิทยา 2(1-2-3) Research Projects in Biology BI4904 สัมมนาชีววิทยา 1(0-2-1) Seminar in Biology BI4905 สถิติทางชีววิทยา 3(3-0-6) Statistics for Biology CM3503 ชีวเคมีพื้นฐาน 3(3-0-6) Foundation of Biochemistry CM3504 ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 1(0-2-1) Foundation of Biochemistry Laboratory CM2310 เคมีอินทรีย์พื้นฐาน 3(3-0-6) Basic Organic Chemistry		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>CM2311 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พื้นฐาน 1(0-2-1) Basic Organic Chemistry Laboratory</p> <p>- วิชาเอกเลือก ให้เรียนไม่น้อยกว่า 21 หน่วยกิต เลือกเรียนจากรายวิชา 4 กลุ่มวิชา ได้แก่</p> <p>กลุ่มวิชาชีววิทยา 21 หน่วยกิต</p> <p>รหัสรายวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต</p> <p>BI1302 กีฏวิทยา 3(2-2-5) Entomology</p> <p>BI26041 สาหร่ายวิทยา 3(2-2-5) Phycology</p> <p>BI3105 อณูชีววิทยา 3(2-2-5) Molecular Biology</p> <p>BI31061 ชีววิทยาการอนุรักษ์ 3(2-2-5) Conservation Biology</p> <p>BI3107 สันเทศศาสตร์ทางชีววิทยา 2(1-2-3) Bioinformatics</p> <p>BI3201 สัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ ของพืช 3(2-2-5) Plant Morphology and Anatomy</p> <p>BI3202 สรีรวิทยาของพืช 3(2-2-5) Plant Physiology</p> <p>BI36011 เทคโนโลยีชีวภาพเบื้องต้น 3(2-2-5) Introduction to Biotechnology</p>		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI36021 โพรโทซัววิทยา 3(2-2-5) Protozoology BI36041 วิทยาแบคทีเรีย 3(2-2-5) Bacteriology BI41041 นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ 3(2-2-5) BI4106 อนุกรมวิธานของพืช 3(2-2-5) Plant Taxonomy BI41081 ชีววิทยาของมลพิษ 3(2-2-5) Pollution Biology BI42011 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 3(2-2-5) Plant Tissue Culture BI42051 การสำรวจและเก็บรวบรวมพันธุ์พืช 3(2-2-5) ในท้องถิ่น Survey and Collection of Local Plants BI4301 สรีรวิทยาของสัตว์ 3(2-2-5) Animal Physiology BI4402 พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น 3(2-2-5) Introduction of Genetic Engineering BI4503 นิเวศวิทยาของสัตว์ 3(2-2-5) Animal Ecology BI46051 จุลินทรีย์อุตสาหกรรม 3(2-2-5) Industrial Microbiology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI4907 โปรแกรมสำเร็จรูปด้านชีววิทยา 3(2-2-5) Biological Software Package BI4908 ระเบียบวิธีวิจัยทางชีววิทยา 2(1-2-3) Research Methods in Biology กลุ่มวิชาจุลชีววิทยา 21 หน่วยกิต รหัสรายวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต BI26031 สรีรวิทยาของจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbial Physiology BI26041 สาหร่ายวิทยา 3(2-2-5) Phycology BI26051 ราวิทยา 3(2-2-5) Mycology BI2610 เทคนิคเบื้องต้นทางจุลชีววิทยา 1(0-2-1) Basic Technique in Microbiology BI3105 อณูชีววิทยา 3(2-2-5) Molecular Biology BI36031 วิทยาไวรัสเบื้องต้น 3(2-2-5) Introduction to Virology BI36041 วิทยาแบคทีเรีย 3(2-2-5) Bacteriology BI41041 นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbial Ecology BI41051 อนุกรมวิธานของจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Systemic Microbiology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI44011 พันธุศาสตร์ของจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbial Genetics BI4402 พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น 3(2-2-5) Introduction of Genetic Engineering BI46011 ยีสต์และยีสต์เทคโนโลยี 3(2-2-5) Yeast and Yeast Technology BI46021 พาโทเจนิกแบคทีเรียไอโละยี 3(2-2-5) Pathogenic Bacteriology BI46031 จุลชีววิทยาทางดิน 3(2-2-5) Soil Microbiology BI46041 จุลชีววิทยาด้านสาธารณสุข 3(2-2-5) Sanitation Microbiology BI46051 จุลินทรีย์อุตสาหกรรม 3(2-2-5) Industrial Microbiology BI46071 ผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้จุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbial Food Product BI46081 การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร 3(2-2-5) Quality Control of Food Product BI46091 จุลชีววิทยาทางอาหาร 3(2-2-5) Food Microbiology BI46101 เทคโนโลยีการหมัก 3(2-2-5) Fermentation Technology BI46111 วิทยาภูมิคุ้มกัน 3(2-2-5) Immunology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI4908 ระเบียบวิธีวิจัยทางชีววิทยา 2(1-2-3) Research Methods in Biology กลุ่มวิชาพฤกษศาสตร์ 21 หน่วยกิต รหัสรายวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต BI3105 อณูชีววิทยา 3(2-2-5) Molecular Biology BI31061 ชีววิทยาการอนุรักษ์ 3(2-2-5) Conservation Biology BI3201 สัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ 3(2-2-5) ของพืช Plant Morphology and Anatomy BI3202 สรีรวิทยาของพืช 3(2-2-5) Plant Physiology BI3205 สัณฐานวิทยาของพืชมีท่อลำเลียง 3(2-2-5) Morphology of Vascular Plants BI3315 พฤกษศาสตร์เศรษฐกิจ 3(2-2-5) Economic Botany BI4101 นิเวศวิทยาของพืช 3(2-2-5) Plant Ecology BI4106 อนุกรมวิธานของพืช 3(2-2-5) Plant Taxonomy BI42011 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 3(2-2-5) Plant Tissue Culture BI4203 ไบรโโอลยี 3(2-2-5) Bryology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI42051 การสำรวจและเก็บรวบรวมพันธุ์พืชในท้องถิ่น Survey and Collection of Local Plants 3(2-2-5) BI4211 การพัฒนาพืชเศรษฐกิจและพืชสมุนไพร Development of Economic and Medicinal Plants 3(2-2-5) BI4212 โรคพืชวิทยา Plant Pathology 3(2-2-5) BI4213 ฮอรโมนพืช Plant Hormones 3(2-2-5) BI4908 ระเบียบวิธีวิจัยทางชีววิทยา Research Methods in Biology 2(1-2-3)		
		กลุ่มวิชาสัตวศาสตร์ 21 หน่วยกิต รหัส ชื่อวิชา หน่วยกิต BI1302 กีฏวิทยา 3(2-2-5) Entomology BI23011 ปรสิตวิทยา 3(2-2-5) Parasitology BI2302 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 3(2-2-5) Invertebrate BI3105 อณูชีววิทยา 3(2-2-5) Molecular Biology BI31061 ชีววิทยาการอนุรักษ์ 3(2-2-5) Conservation Biology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI3301 กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบของสัตว์ 3(2-2-5) มีกระดูกสันหลัง Comparative Anatomy of Chordate BI3302 ชีวภูมิศาสตร์และการอนุรักษ์ 3(2-2-5) Biogeography and Conservation BI3303 พฤติกรรมวิทยา 3(2-2-5) Ethology BI3305 มินวิทยา 3(2-2-5) Ichthyology BI3306 ลิมโนโลยี 3(2-2-5) Limnology BI3307 สัตว์มีกระดูกสันหลัง 3(2-2-5) Vertebrate Zoology BI3311 มิถุวิทยา 3(2-2-5) Histology BI36021 โพรโทซัววิทยา 3(2-2-5) Protozoology BI4301 สรีรวิทยาของสัตว์ 3(2-2-5) Animal Physiology BI43061 ปักษีวิทยา 3(2-2-5) Ornithology BI4307 แมลงสำคัญทางเศรษฐกิจ 3(2-2-5) Economic Entomology BI4503 นิเวศวิทยาของสัตว์ 3(2-2-5) Animal Ecology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		BI4908 ระเบียบวิธีวิจัยทางชีววิทยา 2(1-2-3) Research Methods in Biology 2.3 กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา ให้เรียน 7 หน่วยกิต ให้นักศึกษาเลือกเรียนรายวิชาในกลุ่มวิชาใดกลุ่มวิชาหนึ่งต่อไปนี้ - กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต BI3811 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 2(90) ชีววิทยา Preparation for Field Experience in Biology BI4811 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพชีววิทยา 5(450) Field Experience in Biology - กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต CO4809 สหกิจศึกษา 7(450) Co-Operative Education	วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา 7 หน่วยกิต ให้เลือกเรียนจากกลุ่มวิชาใดกลุ่มวิชาหนึ่งต่อไปนี้เพียงกลุ่มเดียว 1) กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต SC13601 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้าน 2(90) เทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา Preparation for Field Experience in Chemical and Biological Technology SC14601 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยี 5(450) ทางเคมีและชีววิทยา Field Experience in Chemical and Biological Technology 2) กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต SC14602 สหกิจศึกษา 7(540) Co-Operative Education	
	หมวดวิชาเลือกเสรี	1.) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ให้เรียนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต ให้เลือกเรียนรายวิชาใด ๆ ในหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว และต้องไม่เป็นรายวิชาที่กำหนดให้ เรียนโดยไม่นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จหลักสูตรของโปรแกรมวิชา	ให้เรียนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต ให้เลือกเรียนรายวิชาใด ๆ ในหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงรายโดยไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว และต้องไม่เป็น รายวิชาที่กำหนดให้เรียนโดยไม่นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จ หลักสูตรของโปรแกรมวิชา	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		2.) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ให้เรียนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต ให้เลือกเรียนรายวิชาใด ๆ ในหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว และต้องไม่เป็นรายวิชาที่กำหนดให้เรียนโดยไม่นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จหลักสูตรของโปรแกรมวิชา		
10	คำอธิบายรายวิชาหลักสูตรรายวิชา และวิชาที่เพิ่มเติม		<p>รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต</p> <p>SCI1001 หลักชีววิทยา 3(2-2-5) Foundation of Biology สมบัติของสิ่งมีชีวิต การจัดระบบสิ่งมีชีวิต ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ สารเคมีของชีวิตเซลล์ และเมแทบอลิซึม พันธุศาสตร์ กลไกของวิวัฒนาการ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของสัตว์ นิเวศวิทยาและพฤติกรรม Properties of life, organization of life, scientific methodology, chemicals of life, cells and metabolisms, genetics, mechanisms of evolution, diversity of life, structures and functions of plant and animal, ecology and behavior.</p> <p>SCI1002 หลักเคมี 3(2-2-5) Foundation of Chemistry โครงสร้างอะตอม ปริมาณสารสัมพันธ์ พันธะเคมี สมบัติของธาตุเรฟริเซนเททีฟและทรานสิชัน ก๊าซ ของเหลว สารละลาย ของแข็ง อุณหพลศาสตร์ จลนพลศาสตร์ สมดุลเคมี กรด - เบส เคมีไฟฟ้า เคมีนิวเคลียร์ เคมีอินทรีย์ เคมีสิ่งแวดล้อม</p>	รายวิชาพื้นฐานของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา จัดทำรายวิชาใหม่จำนวน 6 รายวิชา และวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพจำนวน 2 รายวิชา ใช้ร่วมกันทั้งในแขนงเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี และเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Atomic structure, Stoichiometry, chemical bond, representative elements, transition gas, liquid, solution, solid, thermodynamics, kinetics, acid-base equilibration, electrochemistry, nuclear chemistry, organic chemistry, environmental chemistry.</p> <p>SCI1003 หลักคณิตศาสตร์ 3(3-0-6) Foundation of Mathematics ฟังก์ชัน กราฟ ลิมิต ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันตัวแปรเดียว การประยุกต์ หลักเกณฑ์โลปีตาล อนุพันธ์อันดับสูง และปริพันธ์เบื้องต้น</p> <p>Functions, graphs, limits, continuous of function, derivative of a function of one variable and application, L'Hopital's rule, higher order derivatives and basic integration.</p> <p>SCI1004 หลักฟิสิกส์ 3(2-2-5) Foundation of Physics กลศาสตร์ การสั่นและคลื่น อุณหพลศาสตร์ของไหล สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แสง เสียง ฟิสิกส์ยุคใหม่</p> <p>Mechanics, wave and vibration, fluid thermodynamics, electric field, magnetic field, lights, sounds, modern physics.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>SCI1005 เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับวิทยาศาสตร์ 2(2-0-4) Information Technology for Science การใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล การจัดการ ข้อมูล และการประมวลผล ตลอดจนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้น สืบเคราะห์ และนำเสนอ ข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ในงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการฝึกปฏิบัติที่ เหมาะสมกับแต่ละสาขาวิชา</p> <p>Application of computers and package programs for data analysis, management and processing, effective application of information technology for data searching, synthesis and presentation in scientific communication by intensive practice specifically on each subject branches.</p> <p>SCI1006 สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ 2(2-0-4) Statistics for Science ความรู้พื้นฐานทางสถิติ ความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การสุ่มตัวอย่าง การแจกแจงของค่าสถิติ การประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานกลุ่มเดียวและสองกลุ่ม การวิเคราะห์ความแปรปรวน การทดสอบไคสแควร์ และการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Preliminary statistics, probability, random variable, random variable distribution, sampling, sampling distribution, estimation and hypothesis testing of one and two sample mean, analysis of variance, chi-square testing, and regression and correlation analysis.</p> <p>SCI3601 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา 2(90)</p> <p>Preparation for Field Experience in Chemical and Biological Technology</p> <p>จัดให้มีกิจกรรมเพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนออกฝึก ประสบการณ์วิชาชีพเกี่ยวกับลักษณะของงานและโอกาสของการประกอบอาชีพ การพัฒนาตัวผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ แรงจูงใจ และคุณลักษณะที่เหมาะสมกับวิชาชีพ โดยการกระทำในสถานการณ์หรือรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานในวิชาชีพนั้น ๆ ศึกษาดูงานในหน่วยที่จะฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และจัดสัมมนาเพื่อฝึกทักษะเพิ่มเติม</p> <p>Provide activities to prepare the learners before field experience practicing in biology related to career opportunities, development of the learners to have knowledge, skills, proper attitude, motivation that suit the profession by practicing in various working situations, observing activities</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>at places of field experiences and provide seminars for increasing skills.</p> <p>SCI4601 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา 5(450) Field Experience in Chemical and Biological Technology</p> <p>การฝึกงานด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา ณ สถานที่ซึ่งสถาบันกำหนด มีการเสนอผลงานและรายงานเป็นหลักฐานว่าผ่านการฝึกงานแล้ว</p> <p>Training in Chemical and Biological Technology field at the designated places presentation and reports are required for internship proof.</p> <p>แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี</p> <p>รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต CMS1102 เคมีขั้นสูง 3(2-2-5) Advance Chemistry</p> <p>กรด-เบส สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า สารชีวโมเลกุล โครงสร้างและสมบัติของสารอินทรีย์ การเตรียมและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ เคมีนิวเคลียร์ ปฏิบัติการเกี่ยวกับปฏิกิริยากรด-เบส สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า การเตรียมและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ และปฏิบัติการเคมีที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมีขั้นสูง</p>	<p>ได้จัดทำรายวิชาใหม่จำนวน 34 รายวิชาสำหรับการจัดการเรียนการสอนในแขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี</p>

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Acid-base, chemical equilibrium, electrical chemistry, biomolecules, structural and properties of organic compounds, preparation and reaction of organic compounds, nuclear chemistry; laboratories related to acid-base reactions, chemical equilibrium, electro-chemistry, preparation and reaction of organic compounds.</p> <p>CMS2101 เคมีอนินทรีย์ 3(2-2-5) Inorganic Chemistry วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: เคมีชั้นสูง (CMS1102)</p> <p>ทฤษฎีกลุ่มสมมาตรและพอยน์ท์กรุป สถานะพลังงานเชิงอะตอมและโมเลกุล สัญลักษณ์เทอมของแชนงอนินทรีย์ โครงสร้างผลึก เคมีโคออดิเนชัน ทฤษฎีสถานผลึกและสารประกอบเชิงซ้อน และกลไกปฏิกิริยา การวิเคราะห์โครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อน สารอนินทรีย์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับ ความเสถียรของสถานะออกซิเดชัน การสังเคราะห์ การตรวจสอบลักษณะเฉพาะ และการศึกษาปฏิกิริยาของสารประกอบอนินทรีย์ สารประกอบโคออร์ดิเนชัน และสารประกอบโลหะอนินทรีย์ การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อน เทคนิคในการศึกษาสมบัติทางแม่เหล็ก สเปกโทรสโกปี การนำไฟฟ้า</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Group theory and Point group, atomic and molecular energy state, Term symbol, inorganic solid state, crystal structure, coordination chemistry, crystal field theory and complex compounds, and reaction mechanism; complex compound structure evaluation, catalytic inorganic compound and any laboratories related to stability of oxidation state, synthesis, identity characterization and reaction of inorganic, coordination, and organometallic compounds, synthesis of complex compounds, techniques for studying of magnetic properties, spectroscopy and conductivity.</p> <p>CMS2102 เคมีอินทรีย์ 3(2-2-5) Organic Chemistry</p> <p>ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์ โครงสร้างหมู่ฟังก์ชันสารประกอบอินทรีย์ สารชีวโมเลกุล สเตอริโอเคมี สมบัติทางกายภาพ ชนิดและกลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ การสังเคราะห์สารอินทรีย์อย่างง่าย สเปกโทรสโกปีและการประยุกต์ทางเคมีอินทรีย์ เคมีเชิงแสงของสารอินทรีย์และปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับเทคนิคเบื้องต้นในการแยกสารอินทรีย์และการทำสารให้บริสุทธิ์ ศึกษาปฏิกิริยาเฉพาะและพิสูจน์เอกลักษณ์</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>ของสารอินทรีย์ และการสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ</p> <p>Basic of organic chemistry, structure and functional group of organic compounds, biochemical compounds, stereochemistry, physical properties, type and reaction mechanism of organic compound. Simple organic synthesis, spectroscopy, and organic chemistry application. Organic photo-chemistry and basic experimental related to separation and purification of organic compound.</p> <p>CMS2103 เคมีวิเคราะห์ 3(2-2-5) Analytical Chemistry วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: เคมีขั้นสูง (CMS1102)</p> <p>บทนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเคมี การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์เชิงปริมาณ สถิติในเคมีวิเคราะห์ การทดสอบความใช้ได้ของวิธี การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก การไทเทรตด้วยปฏิกิริยาการตกตะกอน การไทเทรตด้วยปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน การไทเทรตด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และการวิเคราะห์ทางไฟฟ้าเคมี การเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยวิธี</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>ดั้งเดิม ได้แก่ การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก และการวิเคราะห์โดยปริมาตรและปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาข้างต้น</p> <p>Introduction to analytical chemistry, qualitative and quantitative analysis, process of analytical chemistry, statistics in analytical chemistry, method validation, gravimetric analysis, precipitation titration, complexometric titration, oxidation - reduction titration, electrochemical analysis and laboratory practices in relevant topics.</p> <p>CMS2104 เคมีเชิงฟิสิกส์ 3(2-2-5) Physical Chemistry วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: เคมีขั้นสูง (CMS1102)</p> <p>ศึกษาสมบัติของแก๊ส สมการสถานะของแก๊ส กฎทางอุณหพลศาสตร์เชิงเคมี สมดุลเคมี สมดุลระหว่างเฟส สารละลายนอนไอเล็กโทรไลต์ และไอเล็กโทรไลต์ เคมีไฟฟ้า จลนพลศาสตร์เชิงเคมี เคมีพื้นผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา แมคโครโมเลกุล คอลลอยด์ และปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาข้างต้น</p> <p>Study of gas properties, state equation of gases, thermodynamics' law in chemistry, chemical equilibrium, phase equilibrium, non-electrolyte and electrolyte solutions,</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>electrochemistry, chemical kinetics, surface chemistry, catalysts, macromolecules, colloids, and laboratory practices in relevant topics.</p> <p>CMS2105 ชีวเคมี 3(2-2-5) Biochemistry</p> <p>โครงสร้างหน้าที่ของชีวโมเลกุล เอนไซม์ และชีวพลังงาน เมแทบอลิซึมและการควบคุม การแสดงออกทางพันธุกรรม ปฏิบัติการที่ สอดคล้องกับหัวข้อทฤษฎี ได้แก่ การทดสอบ ทางกายภาพและทางเคมีสารชีวโมเลกุล การ วิเคราะห์เชิงปริมาณ จลนพลศาสตร์ของ เอนไซม์ การศึกษากลไกในกระบวนการ เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต การใช้ สารละลายบัฟเฟอร์ในทางชีวเคมี</p> <p>Structure and function of biomolecules, enzymes and kinetics, metabolism and regulation of genetic expression. Practice consistent with theoretical topics, including physical and chemical testing of biomolecules, quantitative analysis, enzyme kinetics mechanisms in the metabolism of carbohydrates, and buffer solutions in biochemistry.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			CMS3101 คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี 3(2-2-5) Computer Application in Chemistry คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี การสืบค้น และการใช้ฐานข้อมูล การใช้โปรแกรมช่วย เขียนบรรณานุกรม การใช้โปรแกรม ไมโครซอฟท์เอกเซลเบื้องต้นและการ ประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาทางเคมีการสร้าง ภาพเคลื่อนไหว 2 มิติและ 3 มิติในทางเคมี การเขียนโครงสร้างโมเลกุล ใน 2 มิติและ 3 มิติ ปฏิบัติการเคมีจำลอง เคมีคำนวณ เบื้องต้น การคำนวณโดยใช้กลศาสตร์เชิง โมเลกุล การคำนวณแบบแฮมิลตัน การ คำนวณโดยใช้กลศาสตร์ควอนตัม และการ คำนวณโดยใช้พลศาสตร์เชิงโมเลกุล Computer applied chemistry, querying and using databases, program using in bibliography, introduction to Microsoft Excel and its application to solve chemistry problems, 2D and 3D animations in chemistry, 2D and 3D molecular structure writing, simulation chemistry practicing, basic computa- tional chemistry calculations using mechanical mechanics, empirical computing, molecules using quantum mechanics and computation using molecular dynamics.	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3102 เทคโนโลยีสะอาด 2(2-0-4) Clean Technology เทคโนโลยีสะอาด กระบวนการในการลด ปัญหามลพิษและขยะการบำบัดของเสีย การ หาพลังงานหรือวัสดุทดแทนเพื่อลดปัญหา มลพิษ การประหยัดพลังงานและต้นทุนใน การผลิต สารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด ตัวทำละลาย Clean technology Process for reducing pollution and waste treatment waste Finding energy or alternative materials to reduce pollution problems Saving energy and production costs chemicals used in cleaning solvents.</p> <p>CMS3103 นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี 3(2-2-5) Innovation in Chemical Technology ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี นวัตกรรม และ เทคโนโลยีทางเคมี กระบวนการของการสร้าง นวัตกรรม การนำไปใช้ การประเมินผล การ ปรับปรุงนวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี การนำ นวัตกรรมสู่การปฏิบัติและการใช้เชิงพาณิชย์ การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา Studies of concepts, theory, innovation and technology in chemistry, process of innovation, applied, assessment, improvement of innovation in Chemical Technology, launching innovation to market for a</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>commercial purpose, innovation achievement evaluation, intellectual property management.</p> <p>CMS3104 การจัดการคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการเคมี 2(2-0-4) Quality Management for Chemistry Laboratory</p> <p>หลักการทั่วไปของการจัดการคุณภาพห้องปฏิบัติการและโรงงาน งานมาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ ISO/IEC 17025 ระบบคุณภาพ ISO-9001 หรือมาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง และการประกันคุณภาพมาตรฐานห้องปฏิบัติการ</p> <p>General principles of quality management in laboratory and factory according to ISO/IEC 17025, ISO-9001 or other involved standards for testing and calibration laboratory and laboratory quality assurance.</p> <p>CMS3105 การจำลองและออกแบบโมเลกุลด้วยคอมพิวเตอร์ 3(2-2-5) Computer Aided Molecular Modeling and Design</p> <p>การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบศึกษาสมบัติ และอันตรกิริยาของโมเลกุลพอลิเมอร์ สารชีวโมเลกุล และสร้างแบบจำลองด้วยกระบวนการทางกลศาสตร์เชิงโมเลกุล กลศาสตร์ควอนตัม และพลศาสตร์เชิงโมเลกุล</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Computer aided design, properties and interactions of molecules, polymers, biomolecules and modeling by molecular mechanics quantum mechanics and molecular dynamics.</p> <p>CMS4101 สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี 1(0-2-4) Seminar in Chemical Technology and Innovation</p> <p>การนำเสนอและอภิปรายผลงานวิจัยทางเคมีที่น่าสนใจจากวารสารวิชาการทางเคมีที่ทันสมัย</p> <p>Presentation and discussion on interesting chemical research from modern chemistry journals.</p> <p>CMS4102 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี 4(2-4-4) Research Project in Chemical Technology and Innovation</p> <p>การสำรวจและวิเคราะห์ ปัญหาความต้องการนวัตกรรมในท้องถิ่น รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการเขียนเค้าโครงวิจัยและนำเสนอ การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย นำเสนอความก้าวหน้าของผลการวิจัย การเขียนรายงานวิจัย และนำเสนอผลการวิจัย</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Exploration of local needs and current trends of country, collecting information from various sources and literature review; proposal writing and presentation, collecting and analyze data from research, progress report of research; research writing and presentation of results.</p> <p>CMS2106 การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับเทคโนโลยี และนวัตกรรมทางเคมี 2(2-0-4)</p> <p>English Communication for Chemical Technology and Innovation</p> <p>หลักการในการใช้ภาษาอังกฤษในทางวิทยาศาสตร์ คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี การเขียนงานวิชาการเบื้องต้น การนำเสนองาน การอภิปราย การประเมินบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ การเตรียมใบสมัครงานและสัมภาษณ์งาน</p> <p>Principles of english use in science, english vocabulary related to chemical technology and innovation, basic academic writing, presentation, discussion on chemical technology and innovation issues, critical appraisal of scientific articles published, job application preparation and job interview.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3201 เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยี และนวัตกรรมทางเคมี 3(2-2-5)</p> <p>Advance Instrumental Analysis for Chemical Technology and Innovation</p> <p>ทฤษฎี หลักการ ส่วนประกอบของเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมี และการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีโดยสเปกโทรโฟโตเมทรี โครมาโทกราฟี เคมีไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานเพื่อสร้างนวัตกรรมด้านเคมีและปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาข้างต้น</p> <p>Theories, principles, components of chemical analysis instruments and applications, chemical analysis methods including spectrophotometry, chromatography, electrochemistry; application of advanced analytical instruments for innovation process in chemistry and laboratory practices in relevant topics.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3202 กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและ 3(3-0-6) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ Chemical Industrial Process and Production Standard</p> <p>กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์เพื่อความงาม ไชมันและน้ำมัน เยื่อ และกระดาษ ปูนซีเมนต์ สาร ปิโตรเคมี ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ยาง พลาสติก สบู่ ผงซักฟอกและสารเคลือบผิว ชนิดของ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องหมาย มาตรฐานที่นำไปใช้ผลิตภัณฑ์ มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ ระบบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องใน โรงงาน อุตสาหกรรมในระบบ ISO ต่าง ๆ รวมทั้ง มาตรฐาน GMP, HACCP พระราช- บัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กฎหมายพาณิชย์ที่เกี่ยวข้อง</p> <p>Food industry production process, beauty products, fat and oil, Pulp and paper, cement, petrochemicals, petroleum products, rubber, plastics, soaps, detergents and coatings. Types of industrial product standards. The standard mark applied to the product. Product standard, the standard system involved in the factory industry in</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>various ISO systems, including GMP, HACCP standards, the Industrial standards act related commercial laws.</p> <p>CMS3203 การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า 3(2-2-5) Polymer and Natural Rubber Processing for Commercials</p> <p>ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ สารเติมแต่งในยาง สมบัติของยางและพอลิเมอร์ โครงสร้างทางเคมีและฟิสิกส์ การทดสอบยางและพอลิเมอร์ การขึ้นรูปยางและพอลิเมอร์ ความรู้ พื้นฐานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ยาง กระบวนการผลิตภัณฑ์จากน้ำยางเบื้องต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก กระบวนการชุบ กระบวนการหล่อ กระบวนการเคลือบ กระบวนการปั่นฟอง และผลิตภัณฑ์ยางอื่น ๆ</p> <p>Natural rubber, synthetic rubber, chemical additives in rubber, rubber and polymer properties, chemical and physical structure, rubber and polymer testing, rubber and polymer forming, basic knowledge of rubber products, basic processing of rubber latex products, products from dipping</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>process, casting process, coating process, foaming process, and other latex products.</p> <p>CMS3204 เคมีนาโน 3(3-0-6) Nanochemistry</p> <p>เคมีของสารประกอบที่มีโครงสร้างระดับนาโน ปัจจัยและการเตรียมวัสดุนาโนโดยใช้วิธีทางเคมี สมบัติ การตรวจหาลักษณะเฉพาะ และการประยุกต์ของโมเลกุลที่มีโครงสร้างแบบต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีพลาสมา อนุภาคในระดับนาโน ท่อในระดับนาโน เคมีเชิงซูพราโมเลกุล</p> <p>Chemistry of nanostructured compounds, factors and preparation of nanoparticles using chemical methods, study properties, and characterization. And the application of molecular structured such as plasma technology, nano particles, nanotube, and supra molecular chemistry.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3205 ปีโตรเลียมและอุตสาหกรรมกระบวนการเคมี 3(2-2-5) Petroleum and Chemical Process Industry</p> <p>กำเนิดของปีโตรเลียม ส่วนประกอบ โครงสร้าง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ของปีโตรเลียม แก๊สธรรมชาติและน้ำมันดิบ การสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่าง ๆ จากผลิตภัณฑ์แก๊สธรรมชาติและการนำไปใช้ ประโยชน์ และการนำความรู้ทางเคมีไป ประยุกต์ในอุตสาหกรรมและแผนผัง กระบวนการผลิตที่สำคัญ เช่น สี กระดาษ และเยื่อกระดาษ น้ำมัน ปุ๋ย น้ำตาล และนวัตกรรมทางเคมีอุตสาหกรรมที่กำลังอยู่ใน ความสนใจ</p> <p>Petroleum source and its composition, structure, physical and chemical properties; natural gas and crude oil, organic synthesis from natural gas and utilization; application of chemical knowledge in industrial and manufacturing process e.g. paint, paper and pulp, fuel, fertilizer, sugar, and other interesting industrial chemical innovations.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3301 เทคโนโลยีเวชสำอาง 3(2-2-5) Cosmeceutical Technology</p> <p>หลักการพื้นฐานในการพัฒนาตำรับและการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประเภทต่างๆ รวมถึงเวชสำอาง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขจัดเซลล์ผิวและผลิตภัณฑ์กระชับรูปร่าง ผลิตภัณฑ์ระงับเหงื่อและขจัดกลิ่นตัว ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเส้นผมและขน ผลิตภัณฑ์ในช่องปาก ผลิตภัณฑ์สำหรับตกแต่ง ผลิตภัณฑ์สำหรับเล็บ ผลิตภัณฑ์น้ำหอม รวมถึงระบบนำส่งแบบใหม่ เทคโนโลยีใหม่ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</p> <p>Principle of product development and production of various cosmetics including cosmeceuticals such as anticellulite products, antiperspirant and deodorant products, hair care products, oral care products, make up products, nail products and perfumery products as well as novel delivery systems, technologies and relevant researches.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3302 เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันหอมระเหยในธุรกิจสปาและสุขภาพ Production Technology of Essential Oils in Spa and Health Business</p> <p>เทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากส่วนประกอบต่าง ๆ จากพืช องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย การสังเคราะห์น้ำหอม อุตสาหกรรมน้ำหอม อุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหย การใช้น้ำมันหอมระเหยในการบำบัดโรค และสปา เป็นต้น</p> <p>Extraction and purification of essential oils from various plant components; chemical compositions of essential oils; perfume synthesis, perfume industry, essential oils applications in aromatherapy and spa products.</p>	3(2-2-5)

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3303 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและทักษะผู้ประกอบการ Prototype Development and Entrepreneurship</p> <p>ความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของตลาดและกลุ่มเป้าหมาย การกำหนดแนวคิดผลิตภัณฑ์และการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ พัฒนาแนวคิดการเป็นผู้ประกอบการ ลักษณะของการประกอบการ การประกอบการที่ประสบความสำเร็จ ตลอดจนแนวคิดการจัดการธุรกิจ การวางแผนธุรกิจ การจัดองค์กร และทรัพยากรมนุษย์ในธุรกิจ การขึ้นใจเพื่อขับเคลื่อนธุรกิจ การควบคุม ติดตามประเมินผลธุรกิจ โดยมุ่งเน้นประสบการณ์ในด้านการผลิต การบริหาร และกระบวนการภายในที่เป็นเลิศ รวมทั้งเทคนิควิธีการสร้างธุรกิจใหม่ และกลยุทธ์ การยกระดับการจัดการธุรกิจให้มีความสามารถในการแข่งขัน</p> <p>Importance of product development, product development process in accordance with target market and consumer needs, generation and screening of new product ideas and quality testing, entrepreneurship concept, business categories, successful business</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>operation models, business management, planning, organizational and human resource management, art of persuasion for business drive, business control and evaluation with concentrates on excellence in manufacturing, service and internal processes as well as new business development techniques and strategies for enhancing competitiveness of business.</p> <p>CMS3304 เทคโนโลยีสิ่งทอและสีย้อมสำหรับวิสาหกิจ ชุมชน 3(2-2-5)</p> <p>Textile and Dyes Technology for SMEs วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ขั้นพื้นฐาน สมบัติทางเคมีและกายภาพของพอลิเมอร์ พอลิเมอร์เชิงพาณิชย์ในตลาดสิ่งทอ โครงสร้างและสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์สิ่งทอ เทคนิคการบ่งลักษณะวิธีการและเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สมบัติของพอลิเมอร์สิ่งทอ การเตรียมสิ่งทอ ก่อนการให้สี กระบวนการย้อมสี การจำแนกสีย้อม การจำแนกและองค์ประกอบทางเคมีของสีย้อม ความคงทนของสีย้อมบนเส้นใยสิ่งทอ การเตรียมวัสดุสิ่งทอก่อนการย้อมสี วัตถุประสงค์และกระบวนการผลิตสิ่งทอและผลิตภัณฑ์</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Basic polymer sciences, physical and chemical properties of polymer; commercial polymers in textile market; structure and morphology of polymer, properties of textile polymers; characterization techniques, methods and instruments used for properties analysis of textile polymers; textile pretreatment prior the coloration; dyeing processes, classification of dyestuffs; classification and chemical compositions of dyes; dyeability and fastness properties of dyes on textile fibers; preparation of textile material prior to dyeing; raw materials and manufacturing processes of textiles and products.</p> <p>CMS3305 นวัตกรรมเคมีพอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง 3(2-2-5) Polymer Innovation for Cosmetics</p> <p>หลักการและชนิดของพอลิเมอร์ คุณสมบัติ หน้าที่ การจำแนกชนิด การกำหนดน้ำหนัก อุตุนิยมศาสตร์ การไหลและคุณสมบัติในสภาวะที่เป็นของแข็งและกึ่งแข็ง ทฤษฎีการดูดซับของพอลิเมอร์ และคุณสมบัติของพอลิเมอร์ที่สามารถลดแรงตึงผิว</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>โดยเฉพาะพอลิเมอร์ที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง การกำกับควบคุมและความปลอดภัย</p> <p>Principle and type of polymer, properties, function, classification, weight, thermodynamics, fluidity and properties in solid and semi-solid conditions Polymer absorption theory and properties of polymers that can reduce surface tension especially polymers used in cosmetic products; application of polymer in cosmetics and aesthetics, quality control and safety.</p> <p>CMS3306 เทคโนโลยีเคมียาและสมุนไพรไทย 3(2-2-5) Medicinal and Thai Herbal Chemistry Technology</p> <p>แบ่งกลุ่มสมุนไพรตามองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารประกอบสำคัญ หลักการแยกสาร การตรวจสอบเบื้องต้นของสมุนไพรและผลิตภัณฑ์จากสมุนไพร โดยแบ่งกลุ่มตามสารต่อไปนี้ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน น้ำมันหอม</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>ระเหย แอลคาลอยด์ กรดอินทรีย์</p> <p>Herbs are classified according to their chemical composition. Chemical and Physical Properties of Key Compounds separation principle. Preliminary examination of herbs and herbal products that are grouped according to the following substances: carbohydrates, proteins, amino acids, essential oils, alkaloids, organic acids.</p> <p>CMS3307 3(2-2-5) พฤษเคมีของพืชมูลค่าสูง Phytochemistry of high value Plants</p> <p>สารพฤษเคมีของพืชเศรษฐกิจ เช่น กัญชา กัญชง กระท่อม การสกัด การแยกด้วยเทคนิคทางเคมี การทดสอบกลุ่มสารพฤษเคมีเชิงคุณภาพ หลักการของสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารพฤษเคมีบางชนิดและการเตรียมผลิตภัณฑ์พืชเศรษฐกิจ เช่น กัญชา กัญชง กระท่อม เบื้องต้น</p> <p>Phytochemicals of herbal medicines, extraction, separation by chemical techniques, testing qualitative of phytochemicals, principles of bioactive ingredients and structure activity relationship of some phytochemicals, basic of therapeutic guidelines of herbal medicine in</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>primary health and basic of herbal production preparation.</p> <p>CMS3308 เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับธุรกิจผลิตภัณฑ์ทางเคมี 2(2-0-4) Chemical Product Business Information System</p> <p>องค์ประกอบและประเภทของระบบสารสนเทศที่ใช้ในการดำเนินงานทางธุรกิจหน้าที่ของระบบสารสนเทศต่อการจัดการองค์กร การพัฒนาระบบการควบคุมรักษาความปลอดภัยของระบบ การจำแนกประเภทของธุรกิจอิเล็กทรอนิกส์ (E-business) การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทางธุรกิจ การสร้างเว็บไซต์ การดำเนินธุรกิจโดยใช้หลักการของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce)</p> <p>Components and types of information systems used in business, the function of information systems on organizational management, system security control, classification of electronic business (E-business), the use of computer technology in business, website creation, and conducting business using the</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>principles of electronic commerce (E-commerce).</p> <p>CMS3309 การถ่ายทอดนวัตกรรมทางเคมี 3(2-2-5) Chemical Innovation Transfer แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการนวัตกรรมทางเคมี บทบาทของวัฒนธรรมองค์กรต่อการจัดการนวัตกรรม การเกิดองค์ความรู้ที่นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม การถ่ายทอดองค์ความรู้ของบุคลากรในองค์กร การถ่ายโอนนวัตกรรมและเทคโนโลยีจากภายนอก ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์กรและการสร้างนวัตกรรม</p> <p>Concept of chemistry innovation management; the role of corporate culture in innovation management; knowledge achievement leads to innovation creation; knowledge transfer of personnel in the organization; innovation and technology transfer from outside. Factors affect organizational changes and innovation creation.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3401 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเคมีชีวภาพจาก 3(2-2-5) วัสดุเหลือใช้ Production Technology of Biochemical Fuels from Waste Materials</p> <p>หลักการและแนวคิดในการประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการจัดการวัสดุเหลือใช้ แหล่งกำเนิดและการแบ่งประเภทของวัสดุเหลือใช้ เทคโนโลยีการจัดการวัสดุเหลือใช้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการลดและกำจัดวัสดุเหลือใช้ การผลิตก๊าซชีวภาพและเอทานอลจากวัสดุเหลือใช้โดยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร การสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น</p> <p>Principles and concepts of biotechnology application for waste management. Source and classification of waste materials, waste management technology. Application of biotechnology to reduce and eliminate waste materials; biogas and ethanol production from waste materials by agricultural biotechnology creating added value from local waste materials.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3402 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีวเคมี 3(2-2-5) Technology and Innovation in Biochemistry ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการหมัก วิศวกรรมโปรตีน เทคโนโลยีคาร์โบไฮเดรต เทคโนโลยีลิปิด ชีววัสดุ และการประยุกต์ใช้ทางอาหารและการเกษตร Introduction to fermentation technology, protein engineering, carbohydrate technology, lipid technology, biomaterials and applications in food and agriculture.</p> <p>CMS3403 เทคโนโลยีเอนไซม์ 3(2-2-5) Enzyme Technology คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเอนไซม์ การควบคุมการผลิตและการทำงานของเอนไซม์ จลนศาสตร์ของเอนไซม์ การตัดแยกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ การตรึงเอนไซม์ การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาภาคบรรยาย Physical and chemical properties of enzymes; regulation of enzyme synthesis and activities; enzyme kinetics; isolation of enzyme-producing microorganism; enzyme immobilization; industrial application of enzymes; laboratories that corresponding with the context in the lecture.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>CMS3404 เทคโนโลยีเคมีในอาหาร 3(2-2-5) Food Chemistry Technology องค์ประกอบและโครงสร้างของอาหาร สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ขององค์ประกอบอาหาร ปฏิกริยาและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีก่อนและระหว่างการแปรรูป ตลอดจนการเก็บรักษา ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ Composition and structure of food. Chemical and physical properties of food composition. Reactions and factors affecting chemical changes prior to processing and during processing as well as storage with using innovation technologies.</p> <p>CMS3405 เทคโนโลยีและนวัตกรรมพลังงานทางเลือก 3(2-2-5) Technology and Innovation of Alternative Energy รูปแบบพลังงานทางเลือก แหล่งพลังงานทางเลือก การพัฒนาเทคโนโลยี การเปลี่ยนรูปพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยี กักเก็บพลังงาน ประโยชน์และผลกระทบของเทคโนโลยีพลังงานทางเลือก การนำพลังงานทางเลือกมาประยุกต์ใช้ ทั้งในภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม Alternative energy model, alternative energy sources, technology development, energy transformation, development of energy storage,</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง						
			<p>benefits and effects of alternative energy technologies, Application of alternative energy both in the household and industrial sectors.</p> <p>CMS3701 หัวข้อพิเศษทางเคมี 3(3-0-6) Special Topics in Chemistry หัวข้อที่น่าสนใจ ความก้าวหน้าและวิทยาการสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี Recent interested topics, development and innovation in chemistry.</p> <p>แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา</p> <table border="0"> <tr> <td>รหัสวิชา</td> <td>ชื่อวิชา</td> <td>หน่วยกิต</td> </tr> <tr> <td>BIO1101</td> <td>จุลชีววิทยา Microbiology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </table> <p>ความรู้พื้นฐานของจุลชีววิทยา ศึกษาเปรียบเทียบโปรแคริโอตและยูแคริโอต การจำแนกประเภท สันฐานวิทยา สรีรวิทยา การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การควบคุมความสัมพันธ์ ของจุลินทรีย์ต่ออาหาร น้ำ ดิน อากาศ การอุตสาหกรรม การสุขภาพ โรคติดต่อและภูมิคุ้มกัน การศึกษาภาคสนาม</p> <p>Basic knowledge of microbiology, comparative study between prokaryotes and eukaryotes, classification, morphology, physiology, growth, reproduction, controls of micro-</p>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	BIO1101	จุลชีววิทยา Microbiology	3(2-2-5)	
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต								
BIO1101	จุลชีววิทยา Microbiology	3(2-2-5)								

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>organisms related to food, water, soil and air, industries, sanitation, contagious diseases and Immunity, field studies.</p> <p>BIO2101 พันธุศาสตร์ 3(2-2-5) Genetics ความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ พันธุศาสตร์ของเมนเดล การวิเคราะห์เพติกรี วิฎัจกรเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส พันธุกรรมระดับโมเลกุล การถอดรหัส การแปรรหัส มีวเชชัน การควบคุมการทำงานของยีน พันธุวิศวกรรม Basic knowledge of genetics, Mendel's genetics, pedigree analysis, cell cycle, mitosis and meiosis cell division, molecular genetics, transcription, translation, mutation, gene regulation, genetic engineering.</p> <p>BIO2102 นิเวศวิทยา 3(2-2-5) Ecology ความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยา ระบบนิเวศ พลังงาน ปัจจัยจำกัด วิฎัจกรของสารประชากร ชุมชน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ การกระจาย มลพิษ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การใช้ทฤษฎีทางนิเวศวิทยาในป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม การศึกษาภาคสนาม</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Basic knowledge of Ecology, ecosystem, energy, limiting factors, nutrient cycle, population, community, succession, distribution, pollution, natural resources and environment management, application of ecological theory to prevent and reduce environmental problems, field studies.</p> <p>BIO2103 กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป 3(2-2-5) General Anatomy and Physiology</p> <p>ความรู้พื้นฐานทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต พลังงานและสมดุลของสารในสิ่งมีชีวิตกระบวนการเมแทบอลิซึมและเอนไซม์ กายวิภาคและสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิตเกี่ยวกับกระบวนการพื้นฐานเพื่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น การหายใจระดับเซลล์ ได้แก่ การสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เพื่อให้ได้พลังงาน การสังเคราะห์แสง ได้แก่ ปฏิกิริยาการใช้แสง ปฏิกิริยาไม่ใช้แสงของพืช C3, C4 และ CAM การได้มาซึ่งอาหารและการย่อยอาหาร การขนส่งและการลำเลียง การกำจัดของเสียไนโตรเจน การสืบพันธุ์</p> <p>Basic knowledge of anatomy and physiology of living systems, energy and balance of organisms, metabolism and enzyme, body</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>structures and basic metabolisms of life such as cellular respiration including the carbohydrate protein and lipid metabolism, photosynthesis including the light reaction and dark reaction of C3, C4 and CAM plants, food intake and digestion, nutrient transportation, nitrogen waste excretion, reproduction.</p> <p>BIO2104 ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล 3(2-2-5) Cell and Molecular Biology</p> <p>โมเลกุลชีวภาพ โครงสร้างและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ เซลล์โพรแคริโอตและยูแคริโอต ระดับโมเลกุล ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ วัฏจักรของเซลล์และการควบคุม การแบ่งเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ วิธีการศึกษาด้านชีววิทยาของเซลล์ คุณสมบัติและโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก การจำลองตัวของดีเอ็นเอการถอดรหัสโมเลกุลดีเอ็นเอ การแปลรหัส การสังเคราะห์โปรตีน การแสดงออกและการควบคุมการแสดงออกของยีน</p> <p>Biomolecules, structure and function of organelles, molecular levels of prokaryotes and eukaryotes, cell envelope, cell cycle and its control, cell division, cell differentiation, methods in cell</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>biology, properties and structures of nucleic acid, DNA replication, DNA transcription and translation, protein synthesis, gene expression and regulation.</p> <p>BIO3101 สถิติทางชีววิทยา 3(3-0-6) Statistics for Biology</p> <p>การเก็บข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลทางชีววิทยา การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาสถิติมูลฐานเกี่ยวกับข้อมูล อัตราส่วนและร้อยละ การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและแผนภูมิ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการสถิติต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถาม การตรวจสอบสมมติฐานทางสถิติต่าง ๆ เช่น การทดสอบไคสแควร์ การตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Z-test, t-test, Paired-test และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย รวมถึงการวางแผนการทดลองแบบต่าง ๆ ทางชีววิทยา</p> <p>Data collection and biological data samples, Using computer program to obtain the fundamental statistics for information, ratio and percentage, Presenting data with tables and charts, Using computer programs to analyze data by various statistical methods such as the</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Analysis of questionnaires, test of statistical hypotheses by the Chi-square test. Z-test, t-test, Paired-test and analysis of variance with mean comparison. including the experimental design in biology.</p> <p>BIO3102 เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสร้างนวัตกรรม 3(2-2-5) Biotechnology for Innovation</p> <p>แนวคิดทางเทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช สัตว์ และจุลินทรีย์เพื่อสร้างนวัตกรรม กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ การนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรม การบูรณาการ การสร้างและการบ่มเพาะนวัตกรรม กรณีศึกษานวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จและเทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรม</p> <p>Concepts of Biotechnology, Exploitation of plant, animal and microbial biotechnology in creation of innovation, biotechnology process, Applying biotechnology to innovation development, integration, incubation. Example of biotechnology and innovation success case.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>BIO3103 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 1(0-2-1) ทางชีววิทยา 1 Research Projects in Biological Technology and Innovation I การเสนอโครงการวิจัยและทำการ วิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทาง ชีววิทยา Research project proposal, doing research in the topic related to Biological Technology and Innova- tion.</p> <p>BIO4101 สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทาง 1(0-2-1) ชีววิทยา Seminar in Biological Technology and Innovation การนำเสนอบทความวิชาการทาง เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยาจาก วารสารวิชาการเพื่อการอภิปราย Biological Technology and Inno- vation research presentation of academic journals for discussion.</p> <p>BIO4102 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 1(0-2-1) ทางชีววิทยา 2 Research Projects in Biological Technology and Innovation II ทำการวิจัยทางชีววิทยา ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง รวบรวมและเสนอผลงานและเขียน รายงานผลการวิจัย</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Biological research and, study, experimentation, presentation and writing report of the findings.</p> <p>BIO2201 พฤกษศาสตร์ 3(2-2-5) Botany เนื้อเยื่อพืช สัณฐานวิทยาและ กาย-วิภาคของพืช วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์ของพืชดอก สรีรวิทยา นิเวศวิทยาของพืช วัฒนาการ การจำแนกประเภท</p> <p>Plant tissues, plant morphology and plant anatomy, life cycle and reproduction of flowering plants, physiology, plant ecology, evolution, classification.</p> <p>BIO2301 ปรสิตวิทยา 3(2-2-5) Parasitology ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปรสิตวิทยา การจำแนกประเภท วัฏจักรชีวิต สัณฐานวิทยา และ สรีรวิทยาของปรสิตในไฟลัมที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับมนุษย์ การรวบรวมและเก็บตัวอย่างปรสิต การศึกษาภาคสนาม</p> <p>Basic knowledge of parasitology, classification, life cycle, morphology and physiology of phyla related to human, collection and preservation of parasite</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>specimen, field studies.</p> <p>BIO2302 สรีรวิทยาของสัตว์ 3(2-2-5) Animal Physiology</p> <p>โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อสัตว์ การศึกษาเปรียบเทียบ กลไกทางสรีรวิทยาของ สัตว์ในระบบต่าง ๆ ประกอบด้วย ระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ กลไกการแลกเปลี่ยนแก๊ส ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบต่อมไร้ท่อในร่างกาย ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ระบบการย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย และระบบสืบพันธุ์ การ อารมณ์ และการปรับตัวทางสรีรวิทยาของสัตว์ เพื่อการอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมแบบต่าง ๆ และ ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง</p> <p>Structural and function of animal tissues, a comparative study of animal physiological systems including nervous and endocrine system, gas exchange mechanism, circulatory system, Integumentary system, musculoskeletal system, digestive system, excretory system, and reproductive system, homeostasis, physiological adaption of animals to survive in different environments and related laboratory.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO2501 การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและ 2(1-2-3) นวัตกรรมทางชีววิทยา Instrumentation in Biological Technology and Innovation ปฏิบัติการสำหรับการใช้เครื่องมือ พื้นฐานทางชีววิทยา ในการชั่ง ตวง วัด การ เตรียม สารเคมี หลักการและวิธีการใช้กล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอน การฝึกทักษะสำหรับ ใช้เครื่องมือทาง สเปกโทรโฟโตเมตรี หลักการทำงานของเครื่องมือต่าง ๆ ใน ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา เช่น เครื่องปั่น เหยียดด้วยแรงหนีศูนย์กลาง ตู้ปลอดเชื้อ เครื่องนี้ความดันไอ เป็นต้น ความ ปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จริยธรรมการใช้ สัตว์ทดลอง Laboratory of fundamental instrumental in Biology for measurement, stock solution and working solution preparation, principles of electron microscopes, UV and visible spectrophotometry and general instrument in biology laboratory such as centrifugation, laminar air flow, autoclave, lab safety and animal ethics.	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>BIO3201 พฤษเคมีและการประยุกต์ใช้ 3(2-2-5) Phytochemistry and application โครงสร้างและการทำงานของเซลล์พืช เมแทบอลิซึม สารชีวโมเลกุลของพืช สาร ทุติยภูมิของพืช เทคนิคการสกัดสารสำคัญ จากพืช น้ำมันหอมระเหย สารออกฤทธิ์ทาง ชีวภาพ และการประยุกต์ใช้สารพฤษเคมี Structure and function of plant cells, metabolism, plant bio- molecules, plant secondary metabolites, plant extraction tech- nique, essential oil, bioactive compounds, and phytochemical compounds application.</p> <p>BIO3202 สรีรวิทยาของพืช 3(2-2-5) Plant Physiology ความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับน้ำภายในเซลล์ ธาตุอาหารพืช การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ไนโตรเจนเมแทบอลิซึม การเจริญเติบโตของพืช และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ฮอรโมน พืช Relationship between plants and intracellular water and minerals, plant vascular system, nitrogen metabolism, plant growth and regulation, plant</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>hormones.</p> <p>BIO3203 พฤกษศาสตร์เศรษฐกิจ 3(2-2-5) Economic Botany</p> <p>พืชที่สำคัญในระดับท้องถิ่นและประเทศ การผลิตและความสำคัญทางเศรษฐกิจของ พืช คาร์โบไฮเดรต พืชโปรตีน พืชน้ำมัน พืช เส้นใย พืชเครื่องดื่ม พืชสมุนไพรและ เครื่องเทศ พืชสวน ป่าไม้เศรษฐกิจ</p> <p>Economically important local and national plants, production and economical values of carbohydrate rich plants, protein rich plants, oil crops, fiber plants, beverage plants, herbs, spices, horticulture, agriculture woods.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO3204 สาขาวิชาและโพธิ์โทชีววิทยาเบื้องต้น 3(2-2-5) Introductory Phycology and Protozoology โลกของไซยาโนแบคทีเรีย สาหร่าย และโพธิ์โทชีว องค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ วงจรชีวิต การจัดจำแนกสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา นิเวศวิทยา การเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรีย สาหร่าย และโพธิ์โทชีว และเทคนิคที่เกี่ยวข้องความสำคัญในด้านต่าง ๆ และองค์ความรู้ เทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรมเกี่ยวกับไซยาโนแบคทีเรีย สาหร่าย และโพธิ์โทชีวในโลกปัจจุบัน และปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง The world of cyanobacteria algae and protozoa, cell components, life cycles, classification, morphology, physiology, ecology and importance of cyanobacteria, algae and protozoa, cultivation of cyanobacteria, algae and protozoa and related techniques, knowledge, biotechnology and innovation of cyanobacteria algae and protozoa in the current world and related laboratory.	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO3301 ความหลากหลายสัตว์ 3(2-2-5) Animal diversity หลักการทางอนุกรมวิธานของสัตว์เบื้องต้น การตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ เกณฑ์การจัดจำแนก สัตว์ พื้นฐานแนวคิดการวิวัฒนาการของสัตว์ ตั้งแต่ระดับพันธุศาสตร์วิวัฒนาการ ไปสู่การพัฒนาการจากระบบสัตว์ชั้นพื้นฐาน ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ ลักษณะเด่นของสัตว์ในแต่ละไฟลัม ความหลากหลาย การจัดจำแนก นิเวศวิทยา วิวัฒนาการ และ ความสำคัญทางเศรษฐกิจของสัตว์ในแต่ละไฟลัม ชนิดของสัตว์ที่มีความสำคัญในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง Principles of fundamental zoological taxonomy, Study of nomenclature, principles of animal classification, The fundamental principles of evolution in animals from genetics through to development, Basic systematics of animal, Biodiversity of animal, Main characteristics of each phylum and their diversity, classification, ecology, evolution and economic importance, Important species in South East Asia, and related laboratory.	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO3302 เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จาก สัตว์ 3(2-2-5) Animal Production Technology and Utilization พื้นฐานทางพันธุศาสตร์พันธุ์และสายพันธุ์ของสัตว์ หลักการคัดเลือกและระบบการผสมพันธุ์สัตว์ มาตรฐานฟาร์ม และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ โดยเน้นการศึกษาสัตว์เศรษฐกิจในเขตภาคเหนือ หลักการเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ในการผลิตสัตว์และผลผลิตจากสัตว์ เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ การดูงานนอกสถานที่ Genetics background, breeds and strains of animal, principles of selection and mating system, standards of farm and animal product especially in economic animals of Northern region, utilization of modern biotechnology in animal production and related products, animal cell culture technology, field trip.	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>BIO3303 กีฏวิทยาและแมลงเศรษฐกิจ 3(2-2-5) Entomology and Economic Insects</p> <p>ชีววิทยาของแมลง สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา การเจริญเติบโต วงจรชีวิต การ จัดจำแนก แมลงในอันดับต่าง ๆ ลักษณะเด่นของแมลงในแต่ละอันดับ การรวบรวม และ เก็บ ตัวอย่างแมลงในห้องถิ่น ความสำคัญของแมลงเศรษฐกิจ และการ เพาะเลี้ยงแมลงที่มีความสำคัญทางด้าน เศรษฐกิจ</p> <p>Biology of insects, morphology, physiology, growth, life cycle, insect classification in orders, insect characteristics in each order, collection and preservation of insect samples in local area, important of economic insect and economically important insect cultivation.</p> <p>BIO3304 ปักษีวิทยา 3(2-2-5) Ornithology</p> <p>สัณฐานวิทยา กายวิภาค สรีรวิทยา การ จำแนกประเภทของนก การสำรวจนกใน ธรรมชาติ การกระจาย วิวัฒนาการ พฤติกรรม การอนุรักษ์พันธุ์นก การศึกษา ภาคสนาม</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Morphology, anatomy, physiology, classification of birds, survey of birds in natural habitats, distribution, evolution, behavior, bird conservation, field studies.</p> <p>BIO3305 นิเวศวิทยาและพฤติกรรมสัตว์ 3(2-2-5) Ecology and Ethology</p> <p>ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์กับสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวน ประชากร การแข่งขัน และการกระจายตัวของประชากร การใช้ความรู้ทางนิเวศวิทยาวิเคราะห์ชนิด และชุมชนของสัตว์ พฤติกรรมของสัตว์ ความสำคัญของพฤติกรรมที่มีต่อความสามารถในการอยู่รอดในธรรมชาติ พื้นฐานทางสรีรวิทยาของพฤติกรรม การพัฒนาพฤติกรรม พฤติกรรมทางสังคม พฤติกรรมกับสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมกับวิวัฒนาการ และมีปฏิบัติการที่สอดคล้องกับทฤษฎี</p> <p>Relationship between animals and environment, factors of population changes, competition and distribution, the use of ecological knowledge for specie and community analysis, animal</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>behavior, animal behavior and tendency of survival in environment, physiological mechanisms of behavior, behavior development, social behavior, behavior and environment, behavior and evolution, experiments related to lecture.</p> <p>BIO3401 จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม 3(2-2-5) Industrial Microbiology</p> <p>การแยก คัดเลือก พัฒนา เก็บรักษา จุลินทรีย์ การควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ เทคโนโลยีการหมัก เทคโนโลยีการทำสารให้บริสุทธิ์ การผลิตเอทานอล เอนไซม์จาก จุลินทรีย์ อาหารหมัก โปรตีนเซลล์เดี่ยว และการผลิตกรดอะมิโน การผลิตกรดอินทรีย์ สารปฏิชีวนะ และสารสี การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์กับเครื่องสำอาง สหิทธิบัตร การประยุกต์ใช้พันธุศาสตร์ใน จุลินทรีย์อุตสาหกรรม การบำบัดน้ำเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรม และปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Isolation, selection, development and preservation of microbes; microbial growth control, fermentation technology, purification technology, ethanol production, microbial enzymes, fermented foods, single cell proteins and amino acid production, production of organic acids, antibiotics and colors, application of microbes in cosmetics, patents, application of genetics in industrial microbes, industrial wastewater treatment and related laboratory.</p> <p>BIO3402 วิทยาแบคทีเรีย 3(2-2-5) Bacteriology</p> <p> สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา พันธุกรรม อนุกรมวิธาน และความสำคัญของ แบคทีเรีย ทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และทางการแพทย์</p> <p> Morphology, physiology, genetics, taxonomy and the importance of bacteria in industrial, agricultural and medical aspects.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>BIO3403 เทคโนโลยีชีวภาพสาหร่ายขนาดเล็ก 3(2-2-5) Microalgal Biotechnology ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสาหร่ายขนาดเล็ก การคัดเลือกสาหร่ายขนาดเล็กที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการเพาะเลี้ยงการเก็บเกี่ยวเซลล์และการปรับปรุงพันธุกรรมของสาหร่ายขนาดเล็ก การประโยชน์และการประยุกต์ใช้สาหร่ายขนาดเล็กในอุตสาหกรรมต่าง ๆ</p> <p>Basic knowledge of microalgae, selection of economic microalgae, microalgal biotechnology for cultivation, harvest and strain improvement, utilization and application of microalgae in various industries.</p> <p>BIO3501 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 3(2-2-5) Water Quality Assesment การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย ด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยวิธีมาตรฐาน พร้อมทั้งวิธีการอ่านผล การแปลผลการวิเคราะห์</p> <p>Water and wastewater quality analysis in terms of physical, chemical and biological</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>characteristics using standard methods; interpretation of analytical results.</p> <p>BIO3502 นวัตกรรมเทคนิคทางชีววิทยา 3(2-2-5)</p> <p>Innovation from Biological Technique</p> <p>การใช้เทคนิคและวิธีการในการปฏิบัติการทางชีววิทยา การเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิต การอัดแห้ง การดอง การสตีฟ สัตว์ และการถ่ายรูปทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคต่าง ๆ ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาภายใต้ กล้องจุลทรรศน์ เช่น การตรึงตัวอย่าง การฝังลึก การตัดเนื้อเยื่อ การย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ เพื่อผลิตสไลด์ การสร้างและการพัฒนานวัตกรรม</p> <p>The use of techniques and practice in biology, preservation of organisms, pressing and drying plant specimen, preservation, animal stuffing and scientific imaging, microscopic specimen preparation techniques for sample fixation, embedding, sectioning, plant and animal tissue staining for microscopic study, creation and development of innovation.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO3503 การเป็นผู้ประกอบการด้าน เทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรม Entrepreneurship in Biotechnology and Innovation ชีวนวัตกรรม การเชื่อมโยงของความรู้ทางชีวภาพสู่การพัฒนาเป็น ผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรม การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทรูปแบบและแผนธุรกิจ หลักการจัดการ การจัดการด้านการตลาด การผลิต การเงิน บัญชี ภาษี กฎหมายธุรกิจ ธุรกิจระหว่างประเทศ และจริยธรรม สำหรับผู้ประกอบการ Bio-innovative, the linkage of biological knowledge to entrepreneurship development in biotechnology and innovation, management of intellectual property, types of business, forms of business, business plans, principle of management, marketing management, production management, financial management, accounting, taxation, business law, international business and business ethics for entrepreneur.	2(2-0-4)

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>BIO4201 เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพืช 3(2-2-5) Plant Production Technology and Utilization</p> <p>หลักการเทคโนโลยีชีวภาพพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ความสำคัญและหลักการพื้นฐานของการปรับปรุงพันธุ์พืช และระบบการสืบพันธุ์ของพืช แนวคิดทางพันธุศาสตร์กับการปรับปรุงพันธุ์ เทคนิคสมัยใหม่สำหรับการผลิตพืช</p> <p>Principles of plant biotechnology, plant tissue culture, the importance and principle of plant breeding and reproductive systems in plants, concepts of genetics and plant breeding, modern techniques for crop production.</p> <p>BIO4401 จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อมและการประยุกต์ 3(2-2-5) Environmental Microbiology and Application</p> <p>จุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ บทบาทของจุลินทรีย์ในการรักษาสุขภาพสมดุล และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ การแก้ไขสภาพแวดล้อมเป็นพิษโดยวิธีทาง</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>จุลชีววิทยา และเทคนิคทางชีววิทยาโมเลกุล Microorganisms in various environments, role of microorganisms in environmental balance and environmental change associated with microorganisms, remediation of polluted environment by microbiological methods and biological molecular techniques.</p> <p>BIO4402 นวัตกรรมอาหารจากจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbial Food Innovation</p> <p>จุลินทรีย์กับอาหาร จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย เชื้อโรคและสารพิษจากจุลินทรีย์ในอาหาร องค์ประกอบของอาหารที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ลักษณะการเน่าเสีย การเน่าเสียของอาหารประเภทต่าง ๆ การสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจหาจุลินทรีย์ในอาหาร น้านม ผลิตภัณฑ์นม มาตรฐานอาหารทางจุลชีววิทยา วิธีป้องกันและกำจัดจุลินทรีย์ในอาหาร การถนอมอาหาร การศึกษาภาคสนาม</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Microorganisms and food, food spoilage microorganisms, pathogenic microorganisms and toxins in food, composition of the food that affects microbial growth, nature of spoilage, food spoilage in various kinds of food, sampling technique, detection of microorganisms in food, milk and dairy products, microbiological standards for food, prevention and elimination of microorganisms in food, food preservation, field studies.</p> <p>BIO4403 ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับจุลินทรีย์ 3(2-2-5) Microbiology for Local Wisdom</p> <p>บทบาทของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยโดยเฉพาะทางอาหาร การเกษตรและ สิ่งแวดล้อม เพื่อการวิเคราะห์และสังเคราะห์ภูมิปัญญานั้น เพื่อให้เกิดแนวคิดเพื่อการพัฒนาขยายผลหรือต่อยอดภูมิปัญญาไทยด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>Roles of microorganisms associated with Thai local knowledge and wisdom especially in the areas</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>of foods, agriculture and the environment; analysis and synthesis of traditional knowledge and wisdom, to decide on possible future developments that are based on using scientific methods.</p> <p>BIO4501 นวัตกรรมจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 3(2-2-5) ท้องถิ่น Innovation Management and Products Development from Local Wisdom</p> <p>หลักการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ท้องถิ่น สิ่งแวดล้อมชุมชน และภูมิปัญญา ท้องถิ่น การคัดเลือกวัตถุดิบ การเตรียมและ การแปรรูปวัตถุดิบประเภทต่าง ๆ ใน ท้องถิ่น หลักการพื้นฐานในการพัฒนา ผลิตภัณฑ์อุปโภค บริโภค การประยุกต์ใช้ ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นมา บูรณาการความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อ สร้างนวัตกรรมที่สามารถเกิดประโยชน์ สูงสุด</p> <p>Principles of local natural resource management, community environment and local wisdom, raw material selection, preparation and</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>processing of various local raw materials, basic principles of product development, applying local natural resources to integrate local knowledge and wisdom to create innovations that can bring maximum benefits.</p> <p>BIO4502 หลักการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ 2(2-0-4) Principles of Product Quality Control and Quality Assurance</p> <p>หลักการและวิธีการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ด้านเคมี ด้านกายภาพ ด้านจุลินทรีย์ การสุ่มตัวอย่าง การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ กระบวนการแปรรูปและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย เพื่อให้มีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ระบบการประกันคุณภาพ มาตรฐาน ISO และกฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ศึกษาดูงานนอกสถานที่</p> <p>Principles and product quality control in chemical, physical and microorganism. in industry, sampling, quality control of raw materials,</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>processing and final products to ensure the quality meets the standard requirements of the product, quality assurance system, ISO, and other relevant laws, field study.</p> <p>BIO4503 ชีวจริยธรรมและความปลอดภัยทางชีวภาพ 2(1-2-3) Bioethics and Biosafety จรรยาบรรณในการใช้สัตว์ทดลองเพื่อการวิจัย จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ความสำคัญของความปลอดภัยทางชีวภาพ ระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพและมาตรฐานการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ Ethics of animal use in research, ethics in human research, importance of biosafety. Biosafety levels and standard practices in laboratory.</p> <p>BIO4504 การบำบัดและฟื้นฟูทางชีวภาพ 3(2-2-5) Biological Treatment and Remediation การแพร่กระจายของสารมลพิษในดิน น้ำและอากาศ หลักการและเทคนิคในการบำบัดและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนโดยใช้กระบวนการทางด้านชีวภาพ เช่น การใช้</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>จุลินทรีย์ และพืช ในการกำจัดและย่อยสลายมลสารต่าง ๆ การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากสารต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ อันก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา</p> <p>Distribution of pollution in soil, water and air, principle and techniques for environmental treatment and remediation using biological process for example application of microbial and plant for pollutants removal and degradation, Environmental impact assessment from physical, chemical and biological agents causing environmental problems and ecological changes.</p> <p>BIO4505 วิทยาการข้อมูลทางชีววิทยาเบื้องต้น 3(2-2-5) Introduction to Biological Data Science</p> <p>การใช้และค้นหาข้อมูลด้านชีววิทยาจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตสำหรับ ชีวสารสนเทศฐานข้อมูลทางชีวสารสนเทศ การวิเคราะห์</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>ลำดับเบสและการวิเคราะห์ลำดับอะมิโน การศึกษาสายพันธุวิวัฒนาการโดยใช้ลำดับ ดีเอ็นเอหรือลำดับกรดอะมิโน การวิเคราะห์ วงศ์วานวิวัฒนาการ</p> <p>Use of software and Internet based data interpretation of biological related information, basic understanding of bioinformatics, biological database, bioinformatics for nucleotide base and amino acid analyzing, assessment of life evolution by computer programing.</p> <p>BIO4506 การผลิตและการใช้ประโยชน์ชีวผลิตภัณฑ์ 3(2-2-5) Production and Utilization of Bioproducts</p> <p>ชีวผลิตภัณฑ์ทางด้านพืช สัตว์ และ จุลินทรีย์ ความก้าวหน้าและเทคโนโลยีของ ชีวผลิตภัณฑ์ การผลิตชีวผลิตภัณฑ์ในเชิง ธุรกิจ นวัตกรรมและการประยุกต์ และ กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง</p> <p>Bioproducts from plants, animals, and microbes, progress and technology of bioproducts, production of bioproducts for business, innovation and application, case studies.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>BIO4507 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและ 2(2-0-4) โรงงาน Laboratory and Industrial Safety เทคนิคในการตรวจค้นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการและโรงงาน การวางแผนหรือวางโครงการเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุ และมาตรการความปลอดภัยในแต่ละประเภทของห้องปฏิบัติการและโรงงาน รวมทั้งความปลอดภัยทางชีวภาพ</p> <p>Techniques in identification of hazards in laboratory and factory, project planning about accident prevention, safety rules and biosafety in laboratory and factory.</p> <p>BIO4508 เทคนิคทางแอนติบอดี 3(2-2-5) Antibodies Techniques ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภูมิคุ้มกันวิทยา หลักการระบบภูมิคุ้มกันดั้งเดิม และภูมิคุ้มกันที่ได้รับมาภายหลัง คุณสมบัติของแอนติเจนและแอนติบอดี เทคนิคทางแอนติบอดีสำหรับตรวจวัดเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เทคนิคอิมมูโนดิฟฟิวชั่น ดอทบลอท เวสเทิร์นบลอท อิมมูโนฮิสโตเคมีสทรี เทคนิคอิลิซ่า และ อิมมูโนโครมาโตกราฟี</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			<p>Introduction to Immunology, principle of Innate and adaptive immunology. Properties of antigen and antibody. Qualitative and Quantity immune techniques. Immunodiffusion, Dot blot analysis, Western blot, Immunohistochemistry, ELISA techniques and Immuno-chromatography.</p> <p>BIO4509 นวัตกรรมและมาตรฐานทางการเกษตรสมัยใหม่ 3(2-2-5)</p> <p>Modern Agricultural standard and innovation</p> <p>เกษตรแม่นยำ โรงงานผลิตพืช การตรวจสอบย้อนกลับ มาตรฐานทางการเกษตร การเป็นผู้ประกอบการเกษตร วิสาหกิจเกษตรแปลงใหญ่ นวัตกรรมทางการเกษตรสมัยใหม่</p> <p>Precision Agriculture, Plant factory, Traceability, Agricultural standard, entrepreneurship in farming, Mega Farm Enterprise and Modern agricultural innovation.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
			BIO4510 ระเบียบวิธีวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 1(2-0-1) ทางชีววิทยา Research Methods in Biological Technology and Innovation ความสำคัญของการวิจัยชีววิทยา ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การเสนอ ข้อเสนอโครงการ การกำหนดวัตถุประสงค์ และสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การ วิเคราะห์ และการเขียนผล การนำ ผลการวิจัยไปใช้ Importance of biology research, research methodology, proposal presentation, objective and hypo- thesis decide, data collection, analysis and writing results, applying research results.	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
11	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร 11.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี	1. นางสาวระวี ปัญญา วท.ม. (เคมีอินทรีย์) ค.บ. (เคมี) 2. นางสาวเพ็ญพรรณ กาญญิกัญญา วท.ม. (เคมีประยุกต์) กศ.บ. (เคมี) 3. นายธนูศักดิ์ ธนะสาร วท.ม. (การสอนเคมี) ศษ.บ. (การสอนวิทยาศาสตร์) 4. นายบรรทด จอมสวรรค์ วท.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) วท.บ. (ชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี) 5. นางสาวปิยดา ยศสุนทร วท.ม. (เคมีเทคนิค) วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม)	1. นางวลีพรรณ รกิติกุล วท.ด. (เคมี) วท.ม. (เคมี) วท.บ. (เคมี) 2. นางสาวจินดา ศิริตา วท.ด. (เคมี) วท.ม. (เคมี) วท.บ. (เคมี) 3. นายบรรทด จอมสวรรค์ วท.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) วท.บ. (ชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี)	ปรับตามเกณฑ์มาตรฐาน หลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 (แขนงวิชา)
	11.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา	1. นาย วสันต์ มะโนเรือง ประ.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) วท.ม. (ชีววิทยา) คบ. (ชีววิทยา) 2. นางสาว สุนทรี กรโอชาเลิศ วท.ด. (ชีววิทยา) วท.ม. (ชีววิทยา) วท.บ. (ชีววิทยา)	1. นาย วสันต์ มะโนเรือง ประ.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) วท.ม. (ชีววิทยา) คบ. (ชีววิทยา) 2. นาย ประเสริฐ ไวยะกา วท.ม. (ชีววิทยา) วท.บ. (จุลชีววิทยา)	ปรับตามเกณฑ์มาตรฐาน หลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 (แขนงวิชา)

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี พุทธศักราช 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา พุทธศักราช 2560	หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565	เหตุผลในการปรับปรุง
		3. นาย ประเสริฐ ไวยะกา วท.ม. (ชีววิทยา) วท.บ. (จุลชีววิทยา) 4. นางสาว วิภาวรรณ ปู่คำปวง วท.ด. (จุลชีววิทยาประยุกต์) วท.บ. (ชีววิทยา) 5. นางสาว ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ วท.ด. (จุลชีววิทยาประยุกต์) วท.ม. (ชีววิทยา) วท.บ. (ชีววิทยาประยุกต์)	3. นางสาว สุนทรี กรโอชาเลิศ วท.ด. (ชีววิทยา) วท.ม. (ชีววิทยา) วท.บ. (ชีววิทยา)	
12	แผนที่การกระจายรายวิชา (Curriculum Mapping)	มีและเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ/สาขาวิชา	มีการดำเนินการจัดทำโดยเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ (TOF) พ.ศ. 2552	มีการจัดทำแผนที่กระจายรายวิชาใหม่ในทุกรายวิชา เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร

ภาคผนวก ช
คำอธิบายรายวิชา

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

1. กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GEN1001	<p>วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน Essential Science and Mathematics in Daily Life</p> <p>กระบวนการคิดของมนุษย์ การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดและการประยุกต์ใช้ใน ด้านต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เทียม หลักคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน และสถิติเบื้องต้น</p> <p>Human thinking process, development and application of thinking process skills in daily life, scientific method, scientific knowledge and pseudoscience, essential mathematical principles in everyday life and elementary statistics.</p>	3(3-0-6)
GEN1002	<p>สุขภาพเพื่อชีวิต Healthy Life</p> <p>องค์ประกอบพื้นฐาน ความสำคัญของสุขภาพเพื่อชีวิต ภาวะสุขภาพและการดูแล สุขภาพ พฤติกรรมสุขภาพ การตรวจสุขภาพเบื้องต้นด้วยตนเอง การปฐมพยาบาล อาหารและ โภชนาการ การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ยาและสารเสพติด อนามัยการเจริญพันธุ์ และสุขภาพจิต สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>Explains the meaning, basic element and importance of healthy life. Health status and health care, health behavior, basic health check manually, first aid, food and nutrition, exercise for health, medication and drugs abuse, health, reproductive health and mental health knowledge to be applied in everyday life.</p>	3(3-0-6)
GEN1003	<p>เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ Digital Technology for Communication and Learning</p> <p>ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัล การใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและสื่อสังคม ออนไลน์อย่างถูกต้องตามกฎหมายและจริยธรรมทางเทคโนโลยีดิจิทัล วิธีการรักษาความปลอดภัยใน การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสื่อสาร การเรียนรู้ และการสืบค้นข้อมูล สารสนเทศ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์</p> <p>Introduction to digital technology; ethical and legal use of internet and social media, security use of digital technology, utilization of digital technology for communication, learning and searching for information; basic knowledge of computer programs.</p>	3(3-0-6)

2. กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GEN2001	<p>ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 Communicative English I</p> <p>ทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน โดยการบูรณาการ ทั้ง 4 ทักษะ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน การสื่อสารในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการเรียนรู้วัฒนธรรมของเจ้าของภาษา</p> <p>English communication skills by integrating all 4 skills; listening, speaking, reading, and writing in everyday life, communication in various situations including learning the culture of native speakers.</p>	3(3-0-6)
GEN2002	<p>ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 Communicative English II</p> <p>ทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษในระดับที่สูงขึ้นโดยการบูรณาการทั้ง 4 ทักษะ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนเพื่อการสื่อสารในสถานการณ์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น โดยเน้นการแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ อย่างมีเหตุและผล การใช้สำนวนภาษาเพื่อการเจรจาต่อรอง การเล่าประสบการณ์และความสนใจ</p> <p>Advanced English communication skills by integrating all 4 skills; listening, speaking, reading, and writing for communication in more complicated situations with an emphasis on giving opinions in various issues logically, using language expressions for negotiation, sharing experiences and interests.</p>	3(3-0-6)
GEN2003	<p>ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 Thai for Communication in the 21st Century</p> <p>ประเด็นเกี่ยวกับการใช้ภาษาไทยในศตวรรษที่ 21 ความเข้าใจในการใช้ภาษาไทยและการใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับยุคสมัย ทั้ง 4 ทักษะสำคัญ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน เพื่อการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และตีความได้อย่างสร้างสรรค์</p> <p>Issues relating to Thai language usage in the 21st century, understanding Thai language usage correctly and properly for the era in all 4 skills including listening, speaking, reading, and writing in order to analyze, synthesize, and interpret creatively.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา GEN2004	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา ภาษาอังกฤษเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ English for Academic Purposes ทักษะการอ่านและการเขียนภาษาอังกฤษที่จำเป็นสำหรับการสื่อสารทางวิชาการ โดยเน้นการอ่านเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาจากสื่อต่าง ๆ ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อโสตทัศน์ และสื่อออนไลน์ รวมทั้งการเขียนสรุปความ Essential English skills for academic purposes by focusing on reading and writing skills; analyzing and synthesizing of texts in authentic materials from printed and audio-visual media and online resources as well as writing summary.	หน่วยกิต 3(3-0-6)
GEN2005	ภาษาอังกฤษเพื่อการประกอบอาชีพ English for Careers ทักษะภาษาอังกฤษที่จำเป็นในการเตรียมตัวสมัครงานทั้งการหาดำเนินงาน การเขียนประวัติส่วนตัว การเขียนจดหมายสมัครงาน และการสัมภาษณ์งาน รวมทั้งทักษะการสื่อสารในสถานที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ การเตรียมความพร้อมการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการเตรียมตัวสำหรับการสอบโทอิค (TOEIC) English skills needed for a job application preparation including job seeking, writing resumes, writing application letters, and job interviews including effective communication skills in workplaces; skills needed in preparing for the Test of English for International Communication (TOEIC).	3(3-0-6)
GEN2006	ภาษาจีนเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Chinese for Basic Communication ระบบเสียงภาษาจีนกลาง คำศัพท์ขั้นพื้นฐานตั้งแต่ 400 คำขึ้นไป สำนวนและรูปประโยคอย่างง่ายจากบทสนทนาในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเน้นการฝึกทักษะด้านการฟังและการพูด ตลอดจนความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมารยาทและวัฒนธรรมต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารเบื้องต้นกับชาวจีน Chinese phonetic system, basic vocabulary of more than 400 words, simple expressions and sentence patterns from conversations in various situations by focusing on the practice of listening and speaking skills as well as general knowledge about manners and cultures for basic communication with Chinese people.	3(3-0-6)

รหัสวิชา GEN2007	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Japanese for Basic Communication ประเภทตัวอักษรในภาษาญี่ปุ่น ระบบการออกเสียง การฝึกทักษะการฟัง พูด อ่าน และเขียน โดยเน้นวิธีอ่านและเขียนคำศัพท์หรือประโยคด้วยอักษรโรมัน ส่วนวนและโครงสร้างไวยากรณ์พื้นฐานเพื่อใช้ในการสื่อสาร เช่น คำทักทายในชีวิตประจำวัน การพูดแนะนำตนเอง การบอกตำแหน่ง การบอกเวลา การพูดเกี่ยวกับครอบครัวและมหาวิทยาลัย การซื้อและขายสินค้า การชักชวน และการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น เกร็ดความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะสังคม วัฒนธรรม ประเพณีของญี่ปุ่น เพื่อความเข้าใจภาษาควบคู่กับ ธรรมเนียมปฏิบัติและสามารถนำไปสื่อสารได้อย่างราบรื่น	หน่วยกิต 3(3-0-6)
	Types of characters in Japanese, pronunciation system, practice of listening, speaking, reading, and writing skills with an emphasis on reading and writing vocabulary and sentences in Roman alphabets, basic expressions and grammar structures for communication, such as greetings in everyday life, self-introduction, telling locations, telling time, talking about family and university, buying and selling products, persuading and recommending tourist places, etc., general knowledge about social characteristics, culture, and traditions of Japan for understanding the language along with the customs and practices to be able to communicate smoothly.	
GEN2008	ภาษาพม่าเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Burmese for Basic Communication ระบบอักษรพม่าที่สัมพันธ์กับระบบเสียง โครงสร้างประโยคพื้นฐาน คำศัพท์พื้นฐาน ฝึกทักษะการฟัง พูด อ่าน และเขียน ให้สามารถสื่อสารภาษาพม่าได้ในระดับเบื้องต้น Myanmar alphabetical systems in relation to phonological system. Basic sentence structures, basic vocabulary. Practice of listening, speaking, reading, and writing skills in order to communicate in Myanmar language at a fundamental level.	3(3-0-6)
GEN2009	ภาษาเกาหลีเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Korean for Basic Communication ตัวอักษรภาษาเกาหลี โครงสร้างประโยคพื้นฐาน คำศัพท์ ระบบไวยากรณ์ขั้นพื้นฐานและประโยคพื้นฐานที่ใช้สื่อสารในชีวิตประจำวันในสถานการณ์ต่างๆ Korean alphabets, basic sentence structures, vocabulary, basic grammar system and basic sentences used for everyday life communication in various situations.	3(3-0-6)

รหัสวิชา GEN2010	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา ภาษาเวียดนามเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Vietnamese for Basic Communication ระบบเสียงภาษาเวียดนาม ตัวอักษรเวียดนาม คำศัพท์ที่ใช้สื่อสารในชีวิตประจำวัน ศึกษาสำนวนและรูปประโยคอย่างง่ายในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการสื่อสารได้ Vietnamese sound systems. Vietnamese alphabet, vocabulary, simple expressions and sentence structures applicable for various language use situations for daily communication.	หน่วยกิต 3(3-0-6)
---------------------	---	----------------------

3. กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		
GEN3001	พลเมืองดี Good Citizen ปรัชญาของการเป็นพลเมืองดี สิทธิและหน้าที่พลเมือง พลเมืองกับคุณธรรม จริยธรรมความหมายของการทุจริตคอร์รัปชัน รูปแบบและลักษณะการทุจริตคอร์รัปชัน วิธีการต่อต้าน การทุจริต คอร์รัปชัน การมีส่วนร่วมทางสังคม จิตอาสาและจิตสาธารณะ เจตคติของบุคคลในสังคม ภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม หลักมนุษยสัมพันธ์และการติดต่อสื่อสาร ธรรมมาภิบาลและ แนวทางในการสร้างความสามัคคี รวมถึงการแก้ไขปัญหาโดยสันติวิธี และการมีทักษะทางสังคมของ พลเมืองในศตวรรษที่ 21 เพื่อทำให้เกิดพลเมืองดีของสังคม ประเทศชาติ และของโลก To study fundamental approaches of good citizen, rights and duty of citizen, citizen and morals & ethics, meaning, form and characteristic, and resistance of dishonesty and corruption, social participation, voluntary and public mind, social attitude, leadership and teamwork, human relation and communication, good governance and national unity creation, problem solving with peaceful meaning, and enhancing of social skill of the 21th century citizen for building of good citizen of society, nation and global.	3(3-0-6)

รหัสวิชา GEN3002	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา ศาสตร์พระราชา The King's Philosophy หลักการและแนวคิดการพัฒนาของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (รัชกาลที่ 9) และพระบรมราโชบายด้านการศึกษาและ การพัฒนาท้องถิ่นของพระบาทสมเด็จพระปรเมนทรรามาธิบดีศรีสินทรมหาวชิราลงกรณ พระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 10) เน้นวิธีการดำเนินการที่สามารถใช้ในการดำเนินการปรับปรุง ยกระดับความเป็นอยู่และการดำรงชีวิตของประชาชนภายใต้ข้อจำกัดและความขาดแคลนให้มี คุณภาพ มั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน การเป็นคนดีของชุมชน สังคม และประเทศ ให้ความสำคัญกับการ ทำงานร่วมกับชุมชน ท้องถิ่น สังคม หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยกิต 3(3-0-6)
	Principles and concepts in development of His Majesty's the King Rama 9 and royal plans and strategies for education and local development of His Majesty's the King Rama 10. Focus on how things can be improved upon with a view to achieving greater prosperity, stability, good living and sustainability on what course of action should be taken when people encounter hardship; being a good members of community, society and nation. Collaborate work with communities, societies and related organizations; sufficiency economy principles are amongst key principles and concepts implemented.	
GEN3003	วิถีวัฒนธรรม Cultural Way ความสำคัญ ประเภทของวัฒนธรรม กระบวนการในการสร้างความเข้าใจความ แตกต่างทางวัฒนธรรมและการยอมรับความแตกต่างทางวัฒนธรรม ทั้งวัฒนธรรมระดับท้องถิ่น ระดับชาติและระดับสากล ศึกษาวัฒนธรรมและภูมิปัญญาที่โดดเด่นของท้องถิ่นของไทยและของโลก ความเข้าใจในวัฒนธรรม ภูมิปัญญาความเป็นล้านนาและเชียงใหม่ การเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรม และภูมิปัญญาการเข้าใจคุณค่าของวัฒนธรรมและภูมิปัญญา เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ทางวัฒนธรรม ของภูมิปัญญา	3(3-0-6)
	Signification, type of culture. Process on how to generate people's understanding and acceptance of cultural differences in local, national and international levels, remarkable wisdom of the local Thai and world; and to understand culture and wisdom of the Lanna and Chiang Rai, change and adjustment of culture and wisdom, and value of culture and wisdom for creativity in culture and wisdom.	

รหัสวิชา GEN3004	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง Sufficiency Economy Philosophy ความสำคัญของหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง อันมีผลต่อแนวทางการดำเนินชีวิต ของประชาชน โดยยึดหลักทางสายกลางอันนำไปสู่สมดุลและยั่งยืนจากคุณลักษณะ 3 ห่วง คือ ความพอประมาณ ความมีเหตุผล การมีภูมิคุ้มกันที่ดี และ 2 เงื่อนไข คือ การมีความรู้ในการ ปฏิบัติงานและคุณธรรมภายใต้การดำเนินกิจกรรมตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงแบบก้าวหน้า และการ ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยการทำบัญชี การออม การวางแผนการใช้จ่าย การทำงบประมาณ ส่วนบุคคลการลงทุนส่วนบุคคล การเสียภาษี และการบริหารเงินเพื่ออนาคต Signification of sufficiency economy philosophy which affects people living with the middle path for balance and sustainability based on three characteristic cycles: sufficiency, rationality and immunity and two conditions: knowledge and know how, and moral under proactive activities of sufficiency economy philosophy and application in daily life including accounting, saving, expense planning, personal budgeting and investing, taxing, and future financial planning.	หน่วยกิต 3(3-0-6)
GEN3005	สุนทรียสร้างสรรค์ Creative Aesthetics การตระหนักรู้ เกี่ยวกับองค์ความรู้พื้นฐานทางศิลปะ ดนตรี และการแสดง เพื่อ พัฒนานักศึกษาให้เข้าใจกระบวนการ และสามารถสร้างสรรค์งานเชิงศิลปะที่นำไปต่อยอดเป็นผลงาน บนพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความงาม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ Awareness of basic art, music and performance knowledge in order to develop students in terms of creativity process and art making ability which could be further developed and applied into everyday life usage within beauty groundwork.	3(3-0-6)
GEN3006	การเมืองและกฎหมายโลก World Politics and Law บริบทการเมืองโลก วิวัฒนาการของสังคมระหว่างประเทศ ระบบโลกและองค์การ ระหว่างประเทศความร่วมมือความขัดแย้งระหว่างประเทศ ระบบกฎหมายโลก บ่อเกิดกฎหมาย ระหว่างประเทศ การค้าระหว่างประเทศ และการระงับข้อพิพาทระหว่างประเทศ Global politics context, evolution of international society, world system and international organization, international conflict and cooperation, world legal system, international source of law, international trade and international dispute settlement.	3(3-0-6)

รหัสวิชา GEN3007	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา สมรรถนะของบัณฑิต	หน่วยกิต 3(3-0-6)
---------------------	--	----------------------

Competency of Graduate

หลักการพัฒนาตนเองเพื่อความเป็นบัณฑิตที่พึงประสงค์ หลักการครองตน ครองคน ครองงาน ทักษะในการเข้าถึง เข้าใจและพัฒนาตนเอง ทักษะชีวิตที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยหลัก 3Rs และ 7Cs ซึ่งหลัก 3Rs คือ อ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็น และหลัก 7Cs คือ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้

Self-development principles for being desired graduate, manner for self-management, personal management, and work management, competency in access, understanding, and improvement of self, and skills for the 21st century which consist of 3Rs and 7Cs: the 3Rs are Reading, (W)Riting, and (A)Rithmetics; and the 7Cs are Critical Thinking & Problem Solving, Creativity & Innovation, Cross-cultural Understanding, Collaboration, Teamwork & Leadership, Communications, Information & Media literacy, Computing & ICT Literacy, and Career & Learning Skills.

GEN3008	ประชาคมอาเซียน ASEAN Community	3(3-0-6)
---------	-----------------------------------	----------

การวิเคราะห์ภูมิภาคอาเซียนเชิงลึก ทั้งทางด้านสังคม วัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ เศรษฐกิจ การเมือง และความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ จุดกำเนิดองค์กรอาเซียน โครงสร้างองค์กร วิถีอาเซียน กลไกความร่วมมือด้านการเมือง เศรษฐกิจ และสังคมวัฒนธรรม ความสัมพันธ์ต่อกลุ่มประเทศคู่เจรจาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อประเทศไทยและกลุ่มประเทศสมาชิกหลังการรวมตัวประชาคมเศรษฐกิจมีผลบังคับในปี 2558 การตระหนักถึงความเป็นพลเมืองอาเซียน แนวทางรับมือต่อการเกิดชุมชนอาเซียนและการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลดีต่อไทยและประเทศสมาชิกประชาคมอาเซียน ความรู้ที่จำเป็นเพื่อการลงทุนหรือทำธุรกิจกับประเทศในอาเซียน และ สมรรถนะการแข่งขันในการทำธุรกิจของประเทศในอาเซียน

To analyze ASEAN Community deeply in society, culture, history, economics, politics and international relations, started point of ASEAN, organizational structure, the way of ASEAN life, country coordinating mechanism in politics, economics, and cultural society, relationship to the group of dialogue partner countries, transformation of Thailand.

รหัสวิชา GEN3009	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา การเมืองการปกครองของไทย Thai Politics and Government สถาบันและกระบวนการเมืองไทย ประวัติศาสตร์การปกครองของไทย ศึกษา พฤติกรรมทางการเมือง วิเคราะห์บทบาทของสถาบันทางการเมือง คณะรัฐมนตรี รัฐสภา ศาล พรรค การเมืองการเลือกตั้ง การปกครองท้องถิ่น ความเป็นพลเมือง การเมืองกับวิถีชีวิตประชาชน วัฒนธรรมทางการเมือง การจัดการความขัดแย้งและสันติศึกษา Institutions and processes of politics in Thailand, historical dominance of Thai politics. Analyzing of the role of political institutions, cabinet, monarchy, political parties, parliament, courts, election and local government. Citizenship, political and people's lifestyles, political culture, conflict management and peace education.	หน่วยกิต 3(3-0-6)
GEN3010	กฎหมายในชีวิตประจำวัน Law in Daily Life ความสำคัญ ลักษณะและประเภทของกฎหมายวิวัฒนาการและลำดับศักดิ์ของ กฎหมายไทย ศึกษากฎหมายทั่วไปที่ประชาชนความทราบ และจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เป็น ต้นว่า ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ว่าด้วย บุคคล นิติกรรมสัญญา เอกเทศสัญญา ครอบครัว ประมวลกฎหมาย อาญาว่าด้วย เจตนา ประมาท ตัวการ ผู้ใช้ ผู้สนับสนุน จำเป็นและป้องกันโดยชอบ ด้วยกฎหมาย บันดาลโทษ พระราชบัญญัติจราจร พระราชบัญญัติยาเสพติด พระราชบัญญัติ คุ้มครองผู้บริโภค พระราชบัญญัติสัญชาติ ประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญาว่าด้วย จับ คั่น ปล่อย สิทธิในกระบวนการยุติธรรม และกระบวนการ ยุติธรรมทางแพ่งและอาญา Significance, characteristic, category and evolution of law including hierarchy of Thai law, judicial process in civil and criminal cases, general laws that people need to understand and essential for daily life, for instances - civil and commercial code in cases of person, legal act and contract law, specific contract, family; criminal code in cases of - intention, carelessness, culprit, user, supporter, necessity and prevention by the law, anger, traffic act, narcotics act, consumer protection act, nationality act; code of criminal procedure in cases of-arrestment, investigation, release; the right to justice process, and civil procedure.	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GEN3011	ทักษะชีวิต	3(3-0-6)

Life Skills

แนวคิดทางจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการทำความเข้าใจและเห็นคุณค่าของตนเองและผู้อื่น กระบวนการคิดเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันชีวิตให้กับตนเอง การเผชิญปัญหา การจัดการอารมณ์ในการทำงานและการดำเนินชีวิตประจำวัน การพัฒนาทักษะทางสังคม ศิลปะการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขบนพื้นฐานความพอเพียง ความสามารถในการจัดการและออกแบบชีวิตด้านการเงินส่วนตัว การทำงาน การเข้าสังคม และการใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่น การเรียนรู้ การตั้งเป้าหมายในชีวิตที่สอดคล้องต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคม

Life Skills involves studying psychological concepts to understand and appreciate selfness and others, and systematic thinking in order to foster mental immunity, recognize and avoid problems and cope with them; managing emotions at work and in daily life; improving social skills; applying the art of happily living with sufficiency; developing the ability to manage and design private life in terms of personal finance, career, social life, and human interaction; and learning to set corresponding life goals based on the changes in 21st century in order to meet social needs.

4. กลุ่มวิชาบูรณาการและเสริมสร้างทักษะชีวิต

GEN4001	การออกกำลังกายเพื่อชีวิต	3(3-0-6)
	Exercise for Life	

ความสัมพันธ์ของการออกกำลังกายต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย การทดสอบสมรรถภาพทางกาย รู้จักวิธีการป้องกันและการรักษาการบาดเจ็บทางการออกกำลังกาย

The relation of exercise and body system. Exercise and daily life; exercise for health; enhancing of physical capability; the physical capability test; injury prevention and injury treatment from exercise.

รหัสวิชา GEN4002	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา พลังงานกับการดำเนินชีวิต Energy for Life ประเภท แหล่งกำเนิดของพลังงานและรูปแบบการใช้งาน ความสำคัญของพลังงานกับการดำเนินชีวิต ในสังคม โลก และแนวทางการใช้พลังงานในอนาคต การอนุรักษ์พลังงานในชีวิตประจำวัน กรณีศึกษาและมาตรการอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่ตัวอย่าง Energy classification, energy resources and their uses, importance of energy in daily life, community and world life including trend of energy in the future, energy conservation in daily life, case study and energy conservation measures in selected area.	หน่วยกิต 3(3-0-6)
GEN4003	การรู้เท่าทันการสื่อสาร Communication Literacy แนวคิดและหลักการของการรู้เท่าทันการสื่อสารในบริบทสังคมสารสนเทศ อิทธิพลและรูปแบบของการครอบงำทางการสื่อสาร ทักษะและองค์ประกอบการวิเคราะห์การสื่อสารเพื่อความตระหนักและรู้เท่าทันการสื่อสารของตนเองและบุคคลอื่น หลักการเปิดรับ การเข้าถึง และการเผยแพร่กระจายข่าวสารในยุคดิจิทัล คุณลักษณะของผู้รู้เท่าทันการสื่อสาร ผลกระทบของความรู้เท่าทันการสื่อสารแนวทางการป้องกันการถูกครอบงำจากข่าวสาร ความรับผิดชอบในการสื่อสาร กฎหมายและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร หลักการหลีกเลี่ยงการสื่อสารที่ก่อให้เกิดโทษต่อตนและสังคมในรูปแบบต่าง ๆ แนวทางการใช้สื่อยุคดิจิทัลอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคม Principles and concepts of communication literacy in information society context, influencing factors and patterns of dominance in communication, skills and components of communication literacy to build up an awareness of communication literacy of self and others. Principles of information exposure and information accessibility and publicity in digital era.	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GEN4004	การเป็นผู้ประกอบการในเขตเศรษฐกิจพิเศษ Entrepreneurship in Special Economic Zone	3(3-0-6)

หลักการและรูปแบบธุรกิจ หลักการในการดำเนินธุรกิจ แนวคิดและการเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นผู้ประกอบการในยุคดิจิทัล การเริ่มต้นในการประกอบการธุรกิจ แนวทางการจัดตั้งธุรกิจ การดำเนินงานตามหน้าที่ทางธุรกิจ การรวมกลุ่มทางเศรษฐกิจในระดับภูมิภาคและระดับโลก ความเป็นมาและลักษณะความสำคัญของเขตเศรษฐกิจพิเศษ นโยบายภาครัฐและเอกชนในเขตเศรษฐกิจพิเศษ วิเคราะห์แนวทางการเป็นผู้ประกอบการในเขตเศรษฐกิจพิเศษร่วมกับการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์

Principles, concepts and types of business operations preparing for entrepreneurship in digital era. Starting business, guideline in starting business, business functions operation, regional economic cooperation and world economic cooperation. Characteristics and importance of Special Economic Zone, government and private sectors' policies toward Special Economic Zone, analyze of being entrepreneur in the Special Economic Zone and including of practical knowledge in Special Economic Zone.

GEN4005	สิ่งแวดล้อมในโลกปัจจุบัน Environment in Today's World	3(3-0-6)
---------	--	----------

องค์ประกอบ และประเภทของสิ่งแวดล้อม สาเหตุและปัญหาสิ่งแวดล้อม ผลกระทบจากปัญหาสิ่งแวดล้อม สถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบันในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับนานาชาติ ความตระหนักเรื่องสิ่งแวดล้อมในเวทีนานาชาติ ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ การอนุรักษ์เพื่ออนาคต การพัฒนาอย่างยั่งยืนเพื่อรักษาสมดุลในการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติและการทดแทน และกรณีศึกษา

Component and types of environment, Cause and environmental problems, Impacts from environmental problems, Current environmental situation in local, national, regional and international levels, Environmental concerns in international venues, importance of biodiversity, conservation for the future, Sustainable development on balancing of natural resource consumption and replacement and case studies.

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GEN4006	กฎหมายกับการประกอบอาชีพในยุคดิจิทัล Law and Occupation in the Digital Age ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายที่สอดคล้องกับธุรกิจ และการประกอบอาชีพในช่วงเวลา ที่เทคโนโลยีเข้ามาเปลี่ยนแปลงหรือทำลายขนบดั้งเดิมในวิถีของธุรกิจหรือกลไกและวิธีการประกอบ อาชีพ หลักการทางกฎหมายทรัพย์สินทางปัญญาและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความเป็นส่วนตัว กฎหมายเกี่ยวกับวิทยาการและเทคโนโลยี การบังคับใช้กฎหมายในปัจจุบันและแนวโน้มของการ เปลี่ยนแปลงรูปแบบของกฎหมายที่สอดคล้องกับธุรกิจและการประกอบอาชีพดิจิทัลต่อไปในอนาคต Law regarding careers and business in the time of technological disruption; intellectual properties law, privacy, data protection law including technology related laws; the implementation of law in careers and business, including the trends of disruptive legal changes which were caused by technological advancement in the near future.	3(3-0-6)
GEN4007	สมาธิเพื่อพัฒนาชีวิต Meditation for Life Development ความหมายของการทำสมาธิ จุดประสงค์ วิธีการ ขั้นตอน จุดเริ่มต้นของการทำ สมาธิ ลักษณะของการบริการและการทำสมาธิ ประโยชน์ของสมาธิ ลักษณะอาการต่อต้านสมาธิ และการนำสมาธิไปใช้ในชีวิตประจำวัน สมาธิกับการเรียนและการงาน ลักษณะ ขั้นตอน คุณสมบัติ ประโยชน์ของฌานและญาณ ความรู้เบื้องต้นเรื่องวิปัสสนา ความแตกต่างระหว่างสมณะกับวิปัสสนา แขนงสังฆสมณะกับวิปัสสนา ชาวโลกกับวิปัสสนา Meaning of meditation; objectives, methods, processes, the beginning of meditation practice; characteristics of reciting and meditating; benefits of meditation; meditation resistances and applying meditation to daily life; meditation as related to education and work; characteristic, processes, qualities and benefits of the states of absorption (Jhana) and insight knowledge (Nana); fundamental knowledge about insight meditation (Vipassana); differences between the foundation meditation (Summata) and the insight meditation (Vipassana); layout of the foundation meditation (Summata) and the insight meditation (Vipassana); Insight meditation as related to the world population.	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GEN4008	มนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และการพัฒนา	3(3-0-6)

Human, Society, Economics and Development

หลักการดำรงอยู่ของมนุษย์ภายใต้การเปลี่ยนทางสังคม สภาพของสังคมในแต่ละช่วงวัย ความหลากหลายทางเพศที่เกิดขึ้นในสังคม หลักการ ทิศทางของการพัฒนาเศรษฐกิจกับสังคม การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจบนฐานนวัตกรรม เศรษฐกิจสร้างสรรค์ และการประกอบการธุรกิจเพื่อสังคม เรียนรู้ในหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน ภายใต้กรอบการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ ความสัมพันธ์ในทางสังคม เศรษฐกิจ กับการพัฒนาในระดับชาติและระดับโลกที่มีผลกระทบและความเกี่ยวข้องกัน

Living principles of human under uncertain conditions of social aspects, different of generations, multisexual; trends of economic and social development, innovation-based economic development; creative economy; social enterprise (SE.), sustainable development learning towards Sustainable Development Goals framework (SDGs); and the engagement and relationship of economic and social development both national and international level.

GEN4009	จิตอาสาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นกับการบริการสังคม	3(3-0-6)
	Volunteering for Local Development and Social Services	

แนวคิด หลักการ เกี่ยวกับจิตอาสาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น จิตอาสากับการบริการสังคม จิตอาสากับภาคธุรกิจ กระบวนการดำเนินงานอาสาสมัคร การเริ่มต้น การจัดองค์กร การดำเนินงานและการพัฒนา เน้นการพัฒนาและเสริมสร้างทักษะให้นักศึกษาดำเนินกิจกรรมจิตอาสาได้

Principles and concepts about volunteering for local development; volunteering and social services; volunteering and business sectors; process of volunteering operation; getting start, organizing, operating and developing; focusing on developing and enhancing skills for students to be able to perform volunteer activities.

ข. หมวดวิชาเฉพาะ

1. วิชาเฉพาะพื้นฐาน

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
SCI1001	<p>หลักชีววิทยา</p> <p>Foundation of Biology</p> <p>สมบัติของสิ่งมีชีวิต การจัดระบบสิ่งมีชีวิต ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ สารเคมีของชีวิต เซลล์ และเมแทบอลิซึม พันธุศาสตร์ กลไกของวิวัฒนาการ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง และหน้าที่ของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของสัตว์ นิเวศวิทยาและพฤติกรรม</p> <p>Properties of life, organization of life, scientific methodology, chemicals of life, cells and metabolisms, genetics, mechanisms of evolution, diversity of life, structures and functions of plant and animal, ecology and behavior.</p>	3(2-2-5)
SCI1002	<p>หลักเคมี</p> <p>Foundation of Chemistry</p> <p>โครงสร้างอะตอม ปริมาณสารสัมพันธ์ พันธะเคมี สมบัติของธาตุเรดิโอแอคทีฟและทรานสิชัน ก๊าซ ของเหลว สารละลาย ของแข็ง อุณหพลศาสตร์ จลนพลศาสตร์ สมดุลเคมี กรด – เบส เคมีไฟฟ้า เคมีนิวเคลียร์ เคมีอินทรีย์ เคมีสิ่งแวดล้อม</p> <p>Atomic structure, Stoichiometry, chemical bond, representative elements, transition gas, liquid, solution, solid, thermodynamics, kinetics, acid–base equilibration, electrochemistry, nuclear chemistry, organic chemistry, environmental chemistry.</p>	3(2-2-5)
SCI1003	<p>หลักคณิตศาสตร์</p> <p>Foundation of Mathematics</p> <p>ฟังก์ชัน กราฟ ลิมิต ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันตัวแปรเดียว การประยุกต์ หลักเกณฑ์โลปีตาล อนุพันธ์อันดับสูง และปริพันธ์เบื้องต้น</p> <p>Functions, graphs, limits, continuous of function, derivative of a function of one variable and application, L'Hopital's rule, higher order derivatives and basic integration.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา SCI1004	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา หลักฟิสิกส์ Foundation of Physics กลศาสตร์ การสั่นและคลื่น อุณหพลศาสตร์ของไหล สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แสง เสียง ฟิสิกส์ยุคใหม่ Mechanics, wave and vibration, fluid thermodynamics, electric field, magnetic field, lights, sounds, modern physics.	หน่วยกิต 3(2-2-5)
SCI1005	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับวิทยาศาสตร์ Information Technology for Science การใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล การจัดการข้อมูล และการประมวลผล การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้น สังเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ในงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการฝึกปฏิบัติที่เหมาะสมกับแต่ละสาขาวิชา Application of computers and package programs for data analysis, management and processing, effective application of information technology for data searching, synthesis and presentation in scientific communication by intensive practice specifically on each subject branches	2(2-0-4)
SCI1006	สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ Statistics for Science ความรู้พื้นฐานทางสถิติ ความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การสุ่มตัวอย่าง การแจกแจงของค่าสถิติ การประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานกลุ่มเดียวและสองกลุ่ม การวิเคราะห์ความแปรปรวน การทดสอบไคสแควร์ และการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ Preliminary statistics, probability, random variable, random variable distribution, sampling, sampling distribution, estimation and hypothesis testing of one and two sample mean, analysis of variance, chi-square testing, and regression and correlation analysis.	2(2-0-4)

2. วิชาเฉพาะด้าน

1) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี

1.1 กลุ่มวิชาเอกบังคับ

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS1102	เคมีขั้นสูง Advance Chemistry กรด-เบส สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า สารชีวโมเลกุล โครงสร้างและสมบัติของสาร อินทรีย์ การเตรียมและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ เคมีนิวเคลียร์ ปฏิบัติการเกี่ยวกับปฏิกิริยากรด-เบส สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า การเตรียมและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ Acid-base, chemical equilibrium, electrical chemistry, biomolecules, structural and properties of organic compounds, preparation and reaction of organic compounds, nuclear chemistry; laboratories related to acid-base reactions, chemical equilibrium, electrochemistry, preparation and reaction of organic compounds	3(2-2-5)
CMS2101	เคมีอนินทรีย์ Inorganic Chemistry วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : เคมีขั้นสูง (CMS1102) ทฤษฎีกรุป และพอยน์ทกรุป สถานะพลังงานเชิงอะตอมและโมเลกุล สัญลักษณ์เทอมของแก๊งอนินทรีย์ โครงสร้างผลึก เคมีโคออดิเนชัน ทฤษฎีสถานะผลึกและสารประกอบเชิงซ้อนและกลไกปฏิกิริยา การวิเคราะห์โครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อน สารอนินทรีย์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับ ความเสถียรของสถานะออกซิเดชัน การสังเคราะห์ การตรวจสอบลักษณะเฉพาะ และการศึกษาปฏิกิริยาของสารประกอบอนินทรีย์ สารประกอบโคออร์ดิเนชัน และสารประกอบโลหะอินทรีย์ การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อน เทคนิคในการศึกษาสมบัติทางแม่เหล็ก สเปกโทรสโกปี การนำไฟฟ้า Group theory and Point group, atomic and molecular energy state, Term symbol, inorganic solid state, crystal structure, coordination chemistry, crystal field theory and complex compounds, and reaction mechanism; complex compound structure evaluation, catalytic inorganic compound and any laboratories related to stability of oxidation state, synthesis, identity characterization and reaction of inorganic, coordination, and organometallic compounds, synthesis of complex compounds, techniques for studying of magnetic properties, spectroscopy and conductivity.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS2102	เคมีอินทรีย์ Organic Chemistry ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์ โครงสร้างหมู่ฟังก์ชันสารประกอบอินทรีย์ สารชีวโมเลกุล สเตอริโอเคมี สมบัติทางกายภาพ ชนิดและกลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ การสังเคราะห์สารอินทรีย์อย่างง่าย สเปกโทรสโกปีและการประยุกต์ทางเคมีอินทรีย์ เคมีเชิงแสงของสารอินทรีย์และปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับเทคนิคเบื้องต้นในการแยกสารอินทรีย์และการทำสารให้บริสุทธิ์ ศึกษาปฏิกิริยาเฉพาะและพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์และการสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์และการวิเคราะห์สารเชิงคุณภาพ	3(2-2-5)
	Basic of organic chemistry, structure and functional group of organic compounds, biochemical compounds, stereochemistry, physical properties, type and reaction mechanism of organic compounds, simple organic synthesis, spectroscopy, and organic chemistry applications, organic photochemistry and basic experiments related to separation and purification of organic compounds.	
CMS2103	เคมีวิเคราะห์ Analytical Chemistry วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: เคมีชั้นสูง (CMS1102) บทนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเคมี การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์เชิงปริมาณ กระบวนการทางเคมีวิเคราะห์ สถิติในเคมีวิเคราะห์ การทดสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก การไทเทรตด้วยปฏิกิริยาการตกตะกอน การไทเทรตด้วยปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน การไทเทรตด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน และการวิเคราะห์ทางไฟฟ้า และปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาข้างต้น	3(2-2-5)
	Introduction to analytical chemistry, qualitative and quantitative analysis, process of analytical chemistry, statistics in analytical chemistry, method validation, gravimetric analysis, precipitation titration, complexometric titration, oxidation – reduction titration, electrochemical analysis and laboratory practices in relevant topics.	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS2104	เคมีเชิงฟิสิกส์ Physical Chemistry วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: เคมีขั้นสูง (CMS1102) ศึกษาสมบัติของแก๊ส สมการสถานะของแก๊ส กฎทางอุณหพลศาสตร์เชิงเคมี สมดุลเคมี สมดุลระหว่างเฟส สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และอิเล็กโทรไลต์ เคมีไฟฟ้า จลนพลศาสตร์เชิงเคมี เคมีพื้นผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา แมคโครโมเลกุล คอลลอยด์ และปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาข้างต้น	3(2-2-5)
	Study of gas properties, state equation of gases, thermodynamics' law in chemistry, chemical equilibrium, phase equilibrium, non-electrolyte and electrolyte solutions, electrochemistry, chemical kinetics, surface chemistry, catalysts, macromolecules, colloids, and laboratory practices in relevant topics.	
CMS2105	ชีวเคมี Biochemistry โครงสร้างหน้าที่ของชีวโมเลกุล เอนไซม์และชีวพลังงาน เมแทบอลิซึมและการควบคุมการแสดงออกทางพันธุกรรม ปฏิบัติการที่สอดคล้องกับหัวข้อทฤษฎี ได้แก่ การทดสอบทางกายภาพและทางเคมีสารชีวโมเลกุล การวิเคราะห์เชิงปริมาณ จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ การศึกษากลไกในกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต การใช้สารละลายบัฟเฟอร์ในทางชีวเคมี	3(2-2-5)
	Structure and function of biomolecules, enzymes and kinetics, metabolism and regulation of genetic expression, practices consistent with theoretical topics, including physical and chemical testing of biomolecules, quantitative analysis, enzyme kinetics mechanisms in the metabolism of carbohydrates, and buffer solutions in biochemistry.	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3101	คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี Computer application in chemistry คอมพิวเตอร์ประยุกต์เชิงเคมี การสืบค้นและการใช้ฐานข้อมูล การใช้โปรแกรมช่วยเขียนบรรณานุกรม การใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซลเบื้องต้น และการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ ปัญหาทางเคมี การสร้างภาพเคลื่อนไหว 2 มิติ และ 3 มิติในทางเคมี การเขียนโครงสร้างโมเลกุล ใน 2 มิติ และ 3 มิติ ปฏิบัติการเคมีจำลอง เคมีคำนวณเบื้องต้น การคำนวณโดยใช้กลศาสตร์เชิงโมเลกุล การคำนวณแบบเอมพิริคัล กลศาสตร์ควอนตัม และพลศาสตร์เชิงโมเลกุล Computer application in chemistry, querying and using databases, program using in bibliography, introduction to Microsoft Excel and its applications to solve chemistry problems, 2D and 3D animations in chemistry, 2D and 3D molecular structure writing, simulation chemistry practicing, basic computational chemistry calculations using mechanical mechanics, empirical computing, molecules using quantum mechanics and computation using molecular dynamics.	3(2-2-5)
CMS3102	เทคโนโลยีสะอาด Clean Technology เทคโนโลยีสะอาด กระบวนการในการลดปัญหามลพิษและขยะการบำบัดของเสีย การหาพลังงานหรือวัสดุทดแทนเพื่อลดปัญหามลพิษ การประหยัดพลังงานและต้นทุนในการผลิตสารเคมีที่ใช้ในการทำมาความสะอาด ตัวทำละลาย Clean technology processes for reducing pollution and waste treatment, alternative energy and materials, saving energy and production costs, chemicals in cleaning and solvents.	2(2-0-4)
CMS3103	นวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี Innovation in Chemical Technology ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี นวัตกรรม และเทคโนโลยีทางเคมี กระบวนการของการสร้างนวัตกรรม การนำไปใช้ การประเมินผล การปรับปรุงนวัตกรรมทางเทคโนโลยีเคมี การนำนวัตกรรมสู่ การปฏิบัติและการใช้เชิงพาณิชย์ การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา Studies of concepts, theories, innovations and technologies in chemistry, process of innovation, application, assessment and improvement, launching innovation to market for a commercial purpose, innovation achievement evaluation, intellectual property management.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3104	การจัดการคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการเคมี Quality Management for Chemistry Laboratory หลักการทั่วไปของการจัดการคุณภาพห้องปฏิบัติการและโรงงาน งานมาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ ISO/IEC 17025 ระบบคุณภาพ ISO-9001 หรือมาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง และการประกันคุณภาพมาตรฐานห้องปฏิบัติการ General principles of quality management in laboratory and factory according to ISO/IEC 17025, ISO-9001 or other involved standards for testing and calibration laboratory and laboratory quality assurance	2(2-0-4)
CMS3105	การจำลองและออกแบบโมเลกุลด้วยคอมพิวเตอร์ Computer aided Molecular modeling and design การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ คีมาสมบัติ และอันตรกิริยาของโมเลกุลพอลิเมอร์ สารชีวโมเลกุล และสร้างแบบจำลองด้วยกระบวนการวิธีทางกลศาสตร์เชิงโมเลกุล กลศาสตร์ควอนตัม และพลศาสตร์เชิงโมเลกุล Computer aided design, properties and interactions of molecules, polymers, biomolecules and modeling by molecular mechanics, quantum mechanics and molecular dynamics.	3(2-2-5)
CMS4101	สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Seminar in Chemical Technology and innovation การนำเสนอและอภิปรายผลงานวิจัยทางเคมีที่น่าสนใจจากวารสารวิชาการทางเคมีที่ทันสมัย Presentation and discussion on interesting chemical research from modern chemistry journals.	1(0-2-4)
CMS4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี Research Project in Chemical Technology and innovation การสำรวจและวิเคราะห์ ปัญหาความต้องการนวัตกรรมในท้องถิ่น รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการเขียนเค้าโครงวิจัยและนำเสนอ การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย นำเสนอความก้าวหน้าของผลการวิจัย การเขียนรายงานวิจัย และนำเสนอผลการวิจัย Exploration of local needs and current trends of country, collecting information from various sources and literature review; proposal writing and presentation, collecting and analyze data from research, progress report of research, research writing and presentation of results.	4(2-4-4)

1.2 กลุ่มวิชาเอกเลือก

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS2106	<p>ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา</p> <p>การสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี</p> <p>English Communication for Chemical Technology and Innovation</p> <p>หลักการในการใช้ภาษาอังกฤษในทางวิทยาศาสตร์ คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี การเขียนงานวิชาการเบื้องต้น การนำเสนองาน การอภิปราย การประเมินบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ การเตรียมใบสมัครงานและสัมภาษณ์งาน</p> <p>Principles of english use in science, english vocabulary related to chemical technology and innovation, basic academic writing, presentation, discussion on chemical technology and innovation issues, critical appraisal of scientific articles published, job application preparation and job interview.</p>	3(2-2-5)
CMS3201	<p>เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี</p> <p>Advance Instrumental Analysis for Chemical Technology and Innovation</p> <p>ทฤษฎี หลักการ ส่วนประกอบของเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมี และการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีโดยสเปกโทรโฟโตเมทรี โครมาโทกราฟี เคมีไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานเพื่อสร้างนวัตกรรมด้านเคมีและปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาข้างต้น</p> <p>Theories, principles, components of chemical analysis instruments and applications, chemical analysis methods including spectrophotometry, chromatography, electrochemistry; application of advanced analytical instruments for innovation process in chemistry and laboratory practices in relevant topics.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3202	กระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมีและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ Chemical Industrial Process and Production Standard กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์เพื่อความงาม ไขมันและน้ำมัน เยื่อและกระดาษ ปูนซีเมนต์ สารปิโตรเคมี ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ยาง พลาสติก สบู่ ผงซักฟอก และสารเคลือบผิว ชนิดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ระบบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องในโรงงานอุตสาหกรรมในระบบ ISO ต่างๆ รวมทั้ง มาตรฐาน GMP, HACCP พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกฎหมายพาณิชย์ที่เกี่ยวข้อง Food industry production process, beauty products, fat and oil, pulp and paper, cement, petrochemicals, petroleum products, rubber, plastics, soaps, detergents and coatings; types of industrial product standardization, product certification marks, product certification, industrial product standard regulations including ISO, GMP, HACCP standards, industrial standards acts and related commercial laws.	3(3-0-6)
CMS3203	การแปรรูปพอลิเมอร์และยางธรรมชาติเชิงการค้า Polymer and Natural Rubber Processing for Commercials ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ สารเติมแต่งในยาง สมบัติของยางและพอลิเมอร์ โครงสร้างทางเคมีและฟิสิกส์ การทดสอบยางและพอลิเมอร์ การขึ้นรูปยางและพอลิเมอร์ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ยาง กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากน้ำยางเบื้องต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก กระบวนการชุบ กระบวนการหล่อ กระบวนการเคลือบ กระบวนการปั่นฟอง และผลิตภัณฑ์ยางอื่น ๆ Natural rubber, synthetic rubber, chemical rubber additives, rubber and polymer properties, chemical and physical structure, rubber and polymer testing, rubber and polymer forming, basic knowledge of rubber products, basic processing of rubber latex products, products from dipping process, casting process, coating process, foaming process, and other latex products.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3204	เคมีนาโน Nanochemistry	3(3-0-6)
	เคมีของสารประกอบที่มีโครงสร้างระดับนาโน ปัจจัยและการเตรียมวัสดุนาโนโดยใช้วิธีทางเคมี สมบัติ การตรวจหาลักษณะเฉพาะ และการประยุกต์ของโมเลกุลที่มีโครงสร้างแบบต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีพลาสมา อนุภาคในระดับนาโน ท่อในระดับนาโน เคมีเชิงซูปราโมเลกุล	
	Chemistry of nanostructured compounds, factors and preparation of nanoparticles using chemical methods, characterization, and application of various molecular structures such as plasma technology, nano particles, nano-tube, and supra molecular chemistry.	
CMS3205	ปิโตรเลียมและอุตสาหกรรมกระบวนการเคมี Petroleum and Chemical Process Industry	3(2-2-5)
	กำเนิดของปิโตรเลียม ส่วนประกอบ โครงสร้าง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ของปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติและน้ำมันดิบ การสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่าง ๆ จากผลิตภัณฑ์แก๊สธรรมชาติและการนำไปใช้ประโยชน์ และการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ในอุตสาหกรรมและแผนผังกระบวนการผลิตที่สำคัญ เช่น สี กระจกและเยื่อกระจก น้ำมันเชื้อเพลิง ปุ๋ย น้ำตาล และนวัตกรรมทางเคมีอุตสาหกรรมที่กำลังอยู่ในความสนใจ	
	Petroleum source and its composition, structure, physical and chemical properties; natural gas and crude oil, organic synthesis from natural gas and utilization; application of chemical knowledge in industrial and manufacturing process e.g. paint, paper and pulp, fuel, fertilizer, sugar, and other interesting industrial chemical innovations.	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3301	เทคโนโลยีเวชสำอาง Cosmeceutical Technology	3(2-2-5)
	<p>หลักการพื้นฐานในการพัฒนาตำรับและการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประเภท ต่าง ๆ รวมถึงเวชสำอาง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขจัดเซลลูไลท์ ผลิตภัณฑ์ระงับเหงื่อและขจัดกลิ่นตัว ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเส้นผมและขน ผลิตภัณฑ์ในช่องปาก ผลิตภัณฑ์สำหรับตกแต่ง ผลิตภัณฑ์สำหรับเล็บ ผลิตภัณฑ์น้ำหอม รวมถึงระบบนำส่งแบบใหม่ เทคโนโลยีใหม่ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</p> <p>Principle of product development and production of various cosmetics including cosmeceuticals such as anticellulite products, antiperspirant and deodorant products, hair care products, oral care products, make up products, nail products and perfumery products as well as novel delivery systems, technologies and relevant researches.</p>	
CMS3302	เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันหอมระเหยในธุรกิจสปาและสุขภาพ Production Technology of Essential Oils in Spa and Health Business	3(2-2-5)
	<p>เทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากส่วนประกอบต่าง ๆ จากพืช องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย การสังเคราะห์น้ำหอม อุตสาหกรรมน้ำหอม อุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหย การใช้น้ำมันหอมระเหยในการบำบัดโรค และสปา เป็นต้น</p> <p>Extraction and purification of essential oils from various plant components; chemical compositions of essential oils; perfume synthesis, perfume industry, essential oils applications in aromatherapy and spa products.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3303	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและทักษะผู้ประกอบการ Prototype Development and Entrepreneurship ความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของตลาดและกลุ่มเป้าหมาย การกำหนดแนวคิดผลิตภัณฑ์และการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ พัฒนาแนวคิดการเป็นผู้ประกอบการ ลักษณะของการประกอบการ การประกอบการที่ประสบความสำเร็จ ตลอดจนแนวคิดการจัดการธุรกิจ การวางแผนธุรกิจ การจัดองค์กร และทรัพยากรมนุษย์ ในธุรกิจ การชั้นนำจูงใจเพื่อขับเคลื่อนธุรกิจ การควบคุม ติดตามประเมินผลธุรกิจ โดยมุ่งเน้น ประสิทธิภาพในด้านการผลิต การบริหาร และกระบวนการภายในที่เป็นเลิศ รวมทั้งเทคนิควิธีการ สร้างธุรกิจใหม่ และกลยุทธ์ การยกระดับการจัดการธุรกิจให้มีความสามารถในการแข่งขัน	3(2-2-5)
	<p>Importance of product development, product development process in accordance with target market and consumer needs, generation and screening of new product ideas and quality testing, entrepreneurship concept, business categories, successful business operation models, business management, planning, organizational and human resource management, art of persuasion for business drive, business control and evaluation with concentrates on excellence in manufacturing, service and internal processes as well as new business development techniques and strategies for enhancing competitiveness of business.</p>	
CMS3304	เทคโนโลยีสิ่งทอและสีย้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชน Textile and Dyes Technology for SMEs วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ขั้นพื้นฐาน สมบัติทางเคมีและกายภาพของพอลิเมอร์ พอลิเมอร์เชิงพาณิชย์ในตลาดสิ่งทอ โครงสร้างและสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์ สิ่งทอ เทคนิคการบ่งลักษณะ วิธีการและเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สมบัติของพอลิเมอร์สิ่งทอ การเตรียมสิ่งทอก่อนการให้สี กระบวนการย้อมสี การจำแนกสีย้อม การจำแนกและองค์ประกอบทางเคมีของสีย้อม ความคงทนของสีย้อมบนเส้นใยสิ่งทอ การเตรียมวัสดุสิ่งทอก่อนการย้อมสี วัตถุประสงค์และกระบวนการผลิตสิ่งทอและผลิตภัณฑ์	3(2-2-5)
	<p>Basic polymer sciences, physical and chemical properties of polymer; commercial polymers in textile market; structure and morphology of polymer, properties of textile polymers; characterization techniques, methods and instruments used for properties analysis of textile polymers; textile pretreatment prior the coloration; dyeing processes, classification of dyestuffs; classification and chemical compositions of dyes; dyeability and fastness properties of dyes on textile fibers; preparation of textile material prior to dyeing; raw materials and manufacturing processes of textiles and products.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3305	นวัตกรรมเคมีพอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง Polymer innovation for cosmetics หลักการและชนิดของพอลิเมอร์ คุณสมบัติ หน้าที่ การจำแนกชนิด การกำหนดน้ำหนัก อุณหพลศาสตร์ การไหลและคุณสมบัติในสภาวะที่เป็นของแข็งและกึ่งแข็ง ทฤษฎีการดูดซับของพอลิเมอร์ และคุณสมบัติของพอลิเมอร์ที่สามารถลดแรงตึงผิว โดยเฉพาะพอลิเมอร์ที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง การกำกับควบคุมและความปลอดภัย Principle and type of polymer, properties, function, classification, weight, thermodynamics, fluidity and properties in solid and semi-solid conditions Polymer absorption theory and properties of polymers that can reduce surface tension especially polymers used in cosmetic products; application of polymer in cosmetics and aesthetics, quality control and safety.	3(2-2-5)
CMS3306	เทคโนโลยีเคมียาและสมุนไพรไทย Medicinal and Thai Herbal Chemistry Technology แบ่งกลุ่มสมุนไพรตามองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารประกอบสำคัญ หลักการแยกสาร การตรวจสอบเบื้องต้นของสมุนไพรและผลิตภัณฑ์จากสมุนไพร โดยแบ่งกลุ่มตามสารต่อไปนี้ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน น้ำมันหอมระเหย แอลคาลอยด์ กรดอินทรีย์ Herbs are classified according to their chemical composition; chemical and physical properties of active ingredient, separation principle; preliminary examination of herbs and herbal products that are grouped according to the following substances: carbohydrates, proteins, amino acids, essential oils, alkaloids, organic acids.	3(2-2-5)
CMS3307	พฤกษเคมีของพืชสมุนไพรค่าสูง Phytochemistry of high value Plants สารพฤกษเคมีของพืชเศรษฐกิจมูลค่าสูง เช่น กัญชา กัญชง กระท่อม การสกัด การแยกด้วยเทคนิคทางเคมี การทดสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเชิงคุณภาพ หลักการของสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารพฤกษเคมีบางชนิดและการเตรียมผลิตภัณฑ์พืชเศรษฐกิจ เช่น กัญชา กัญชง กระท่อม เบื้องต้น Phytochemicals of high value economic plant such as cannabis, hemp, kratom; extraction, separation by chemical techniques; phytochemicals quality testing; principles of bioactive ingredients and structural activity relationship of some phytochemicals, and basic of herbal production preparation.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3308	เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับธุรกิจผลิตภัณฑ์ทางเคมี Chemical Product Business Information system	2(2-0-4)
	องค์ประกอบและประเภทของระบบสารสนเทศที่ใช้ในการดำเนินงานทางธุรกิจ หน้าที่ของระบบสารสนเทศต่อการจัดการองค์กร การพัฒนาระบบการควบคุมรักษาความปลอดภัย ของระบบ การจำแนกประเภทของธุรกิจอิเล็กทรอนิกส์ (E-business) การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทางธุรกิจ การสร้างเว็บไซต์ การดำเนินธุรกิจโดยใช้หลักการของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E- commerce)	
	Components and types of information systems used in business; information systems functioning on organizational management; system security control development, classification of electronic business (E-business); the use of computer technology in business, website design, and conducting business using the principles of electronic commerce (E-commerce).	
CMS3309	การถ่ายทอดนวัตกรรมทางเคมี Chemical Innovation Transfer	3(2-2-5)
	แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการนวัตกรรมทางเคมี บทบาทของวัฒนธรรมองค์กรต่อการ จัดการนวัตกรรม การเกิดองค์ความรู้ที่นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม การถ่ายทอดองค์ความรู้ของ บุคลากรในองค์กร การถ่ายโอนนวัตกรรมและเทคโนโลยีจากภายนอก ปัจจัยที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงขององค์กรและการสร้างนวัตกรรม	
	Concept of chemistry innovation management; the role of corporate culture in innovation management; knowledge achievement leads to innovation creation; knowledge transfer of personnel in the organization; innovation and technology transfer from outside. Factors affect organizational changes and innovation creation.	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3401	เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเคมีชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ Production Technology of Biochemical Fuels from Waste Materials หลักการและแนวคิดในการประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการจัดการวัสดุเหลือใช้ แหล่งกำเนิดและการแบ่งประเภทของวัสดุเหลือใช้ เทคโนโลยีการจัดการวัสดุเหลือใช้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการลดและกำจัดวัสดุเหลือใช้ การผลิตก๊าซชีวภาพและเอทานอลจากวัสดุเหลือใช้ โดยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร การสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น Principles and concepts of biotechnology application for waste management. Source and classification of waste materials, waste management technology. Application of biotechnology to reduce and eliminate waste materials; biogas and ethanol production from waste materials by agricultural biotechnology creating added value from local waste materials.	3(2-2-5)
CMS3402	เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีวเคมี Technology and Innovation in Biochemistry วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : ชีวเคมี (CMS2105) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการหมัก วิศวกรรมโปรตีน เทคโนโลยีคาร์โบไฮเดรต เทคโนโลยีลิปิด ชีววัสดุ และการประยุกต์ใช้ทางอาหารและการเกษตร Introduction to fermentation technology, protein engineering, carbohydrate technology, lipid technology, biomaterials and applications in food and agriculture.	3(2-2-5)
CMS3403	เทคโนโลยีเอนไซม์ Enzyme Technology วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : ชีวเคมี (CMS2105) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเอนไซม์ การควบคุมการผลิตและการทำงานของเอนไซม์ จลนศาสตร์ของเอนไซม์ การคัดแยกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ การตรึงเอนไซม์ การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาภาคบรรยาย Physical and chemical properties of enzymes; regulation of enzyme synthesis and activities; enzyme kinetics; isolation of enzyme-producing microorganism; enzyme immobilization; industrial application of enzymes; laboratories that corresponding with the context in the lecture.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
CMS3404	เทคโนโลยีเคมีในอาหาร Food Chemistry Technology องค์ประกอบและโครงสร้างของอาหาร สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ขององค์ประกอบอาหาร ปฏิกิริยาและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีก่อนและระหว่างการแปรรูป ตลอดจนการเก็บรักษา ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ Composition and structure of food. Chemical and physical properties of food composition; Reactions and factors affecting chemical changes prior to processing, during processing, and storage with using innovation technologies.	3(2-2-5)
CMS3405	เทคโนโลยีและนวัตกรรมพลังงานทางเลือก Technology and Innovation of Alternative Energy รูปแบบพลังงานทางเลือก แหล่งพลังงานทางเลือก การพัฒนาเทคโนโลยี การเปลี่ยนรูปพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีกักเก็บพลังงาน ประโยชน์และผลกระทบของเทคโนโลยีพลังงานทางเลือก การนำพลังงานทางเลือกมาประยุกต์ใช้ ทั้งในภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม Alternative energy model, alternative energy sources, technology development, energy transformation, development of energy storage, benefits and effects of alternative energy technologies, Application of alternative energy both in the household and industrial sectors.	3(2-2-5)
CMS3701	หัวข้อพิเศษทางเคมี Special topics in Chemistry หัวข้อที่น่าสนใจ ความก้าวหน้าและวิทยาการสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี Recent interested topics, development and innovation in chemistry.	3(3-0-6)

2) แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา

2.1 กลุ่มวิชาเอกบังคับ

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO1101	<p>จุลชีววิทยา Microbiology</p> <p>ความรู้พื้นฐานของจุลชีววิทยา ศึกษาเปรียบเทียบโปรแคริโอตและยูแคริโอต การจำแนกประเภท สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การควบคุมความสัมพันธ์ ของจุลินทรีย์ต่ออาหาร น้ำ ดิน อากาศ การอุตสาหกรรม การสุขาภิบาล โรคติดต่อและภูมิคุ้มกัน การศึกษาภาคสนาม</p> <p>Basic knowledge of microbiology, comparative study between prokaryotes and eukaryotes, classification, morphology, physiology, growth, reproduction, controls of microorganisms related to food, water, soil and air, industries, sanitation, contagious diseases and Immunity, field studies.</p>	3(2-2-5)
BIO2101	<p>พันธุศาสตร์ Genetics</p> <p>ความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ พันธุศาสตร์ของเมนเดล การวิเคราะห์เพติกรี วัฏจักรเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส พันธุกรรมระดับโมเลกุล การถอดรหัส การแปลรหัส มิวเทชัน การควบคุมการทำงานของยีน พันธุวิศวกรรม</p> <p>Basic knowledge of genetics, Mendel's genetics, pedigree analysis, cell cycle, mitosis and meiosis cell division, molecular genetics, transcription, translation, mutation, gene regulation, genetic engineering.</p>	3(2-2-5)
BIO2102	<p>นิเวศวิทยา Ecology</p> <p>ความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยา ระบบนิเวศ พลังงาน ปัจจัยจำกัด วัฏจักรของสาร ประชากร ชุมชน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ การกระจาย มลพิษ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การใช้ทฤษฎีทางนิเวศวิทยาในป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม การศึกษาภาคสนาม</p> <p>Basic knowledge of Ecology, ecosystem, energy, limiting factors, nutrient cycle, population, community, succession, distribution, pollution, natural resources and environment management, application of ecological theory to prevent and reduce environmental problems, field studies.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา BIO2103	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป General Anatomy and Physiology ความรู้พื้นฐานทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต พลังงานและสมดุลของสาร ในสิ่งมีชีวิตกระบวนการเมแทบอลิซึมและเอนไซม์ กายวิภาคและสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิตเกี่ยวกับ กระบวนการพื้นฐานเพื่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น การหายใจระดับเซลล์ ได้แก่ การสลาย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เพื่อให้ได้พลังงาน การสังเคราะห์แสง ได้แก่ ปฏิกิริยาการใช้แสง ปฏิกิริยาไมใช้แสงของพืช C3, C4 และ CAM การได้มาซึ่งอาหารและการย่อยอาหาร การขนส่งและ การลำเลียง การกำจัดของเสียไนโตรเจน การสืบพันธุ์ Basic knowledge of anatomy and physiology of living systems, energy and balance of organisms, metabolism and enzyme, body structures and basic metabolisms of life such as cellular respiration including the carbohydrate protein and lipid metabolism, photosynthesis including the light reaction and dark reaction of C3, C4 and CAM plants, food intake and digestion, nutrient transportation, nitrogen waste excretion, reproduction.	หน่วยกิต 3(2-2-5)
BIO2104	ชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล Cell and Molecular Biology โมเลกุลชีวภาพ โครงสร้างและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ เซลล์โพรแคริโอตและ ยูแคริโอต ระดับโมเลกุล ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ วัฏจักรของเซลล์และการควบคุม การแบ่งเซลล์ การ เปลี่ยนสภาพของเซลล์ วิธีการศึกษาด้านชีววิทยาของเซลล์ คุณสมบัติและโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก การจำลองตัวของดีเอ็นเอการถอดรหัสโมเลกุลดีเอ็นเอ การแปลรหัส การสังเคราะห์โปรตีน การ แสดงออกและการควบคุมการแสดงออกของยีน Biomolecules, structure and function of organelles, molecular levels of prokaryotes and eukaryotes, cell envelope, cell cycle and its control, cell division, cell differentiation, methods in cell biology, properties and structures of nucleic acid, DNA replication, DNA transcription and translation, protein synthesis, gene expression and regulation.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO3101	สถิติทางชีววิทยา Statistics for Biology การเก็บข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลทางชีววิทยา การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาสถิติมูลฐานเกี่ยวกับข้อมูล อัตราส่วนและร้อยละ การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและแผนภูมิ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการสถิติต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถาม การตรวจสอบสมมติฐานทางสถิติต่าง ๆ เช่น การทดสอบไคสแควร์ การตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Z-test, t-test, Paired-test และการวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย รวมถึงการวางแผนการทดลองแบบต่าง ๆ ทางชีววิทยา Data collection and biological data samples, Using computer program to obtain the fundamental statistics for information, ratio and percentage, Presenting data with tables and charts, Using computer programs to analyze data by various statistical methods such as the Analysis of questionnaires, test of statistical hypotheses by the Chi-square test. Z-test, t-test, Paired-test and analysis of variance with mean comparison. including the experimental design in biology.	3(3-0-6)
BIO3102	เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสร้างนวัตกรรม Biotechnology for Innovation แนวคิดทางเทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช สัตว์ และจุลินทรีย์เพื่อสร้างนวัตกรรม กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ การนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรม การบูรณาการ การสร้างและการบ่มเพาะนวัตกรรม กรณีศึกษานวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จและเทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรม Concepts of Biotechnology, Exploitation of plant, animal and microbial biotechnology in creation of innovation, biotechnology process, Applying biotechnology to innovation development, integration, incubation. Example of biotechnology and innovation success case.	3(2-2-5)
BIO3103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา 1 Research Projects in Biological Technology and Innovation I การเสนอโครงการวิจัยและทำการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา Research project proposal, doing research in the topic related to Biological Technology and Innovation.	1(0-2-1)

รหัสวิชา BIO4101	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา สัมมนาทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา Seminar in Biological Technology and Innovation การนำเสนอบทความวิชาการทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยาจากวารสารวิชาการเพื่อการอภิปราย Biological Technology and Innovation research presentation of academic journals for discussion.	หน่วยกิต 1(0-2-1)
BIO4102	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา 2 Research Projects in Biological Technology and Innovation II ทำการวิจัยทางชีววิทยา ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง รวบรวมและเสนอผลงานและเขียนรายงานผลการวิจัย Biological research and, study, experimentation, presentation and writing report of the findings.	1(0-2-1)

2.2 กลุ่มวิชาเอกเลือก

BIO2201	พฤกษศาสตร์ Botany เนื้อเยื่อพืช สัณฐานวิทยาและ กายวิภาคของพืช วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์ของพืช ดอก สรีรวิทยา นิเวศวิทยาของพืช วิวัฒนาการ การจำแนกประเภท Plant tissues, plant morphology and plant anatomy, life cycle and reproduction of flowering plants, physiology, plant ecology, evolution, classification.	หน่วยกิต 3(2-2-5)
BIO2301	ปรสิตวิทยา Parasitology ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปรสิตวิทยา การจำแนกประเภท วัฏจักรชีวิต สัณฐานวิทยาและ สรีรวิทยาของปรสิตในไฟลัมที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับมนุษย์ การรวบรวมและเก็บตัวอย่างปรสิต การศึกษาภาคสนาม Basic knowledge of parasitology, classification, life cycle, morphology and physiology of phyla related to human, collection and preservation of parasite specimen, field studies.	3(2-2-5)

รหัสวิชา BIO2302	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา สรีรวิทยาของสัตว์ Animal Physiology โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อสัตว์ การศึกษาเปรียบเทียบ กลไกทางสรีรวิทยาของสัตว์ในระบบต่าง ๆ ประกอบด้วย ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ กลไกการแลกเปลี่ยนแก๊ส ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ระบบการย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย และระบบสืบพันธุ์ การดำรงดูแล และการปรับตัวทางสรีรวิทยาของสัตว์เพื่อการอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมแบบต่าง ๆ และปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง Structural and function of animal tissues, a comparative study of animal physiological systems including nervous and endocrine system, gas exchange mechanism, circulatory system, Integumentary system, musculoskeletal system, digestive system, excretory system, and reproductive system, homeostasis, physiological adaptation of animals to survive in different environments and related laboratory.	หน่วยกิต 3(2-2-5)
BIO2501	การใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา Instrumentation in Biological Technology and Innovation ปฏิบัติการสำหรับการใช้เครื่องมือพื้นฐานทางชีววิทยา ในการชั่ง ตวง วัด การเตรียมสารเคมี หลักการและวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน การฝึกทักษะสำหรับใช้เครื่องมือทางสเปกโทรโฟโตเมตรี หลักการทำงานของเครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา เช่น เครื่องปั่นเหวี่ยงด้วยแรงหนีศูนย์กลาง ตู้ปลอดเชื้อ เครื่องนึ่งความดันไอน้ำ เป็นต้น ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จริยธรรมการใช้สัตว์ทดลอง Laboratory of fundamental instrumental in Biology for measurement, stock solution and working solution preparation, principles of electron microscopes, UV and visible spectrophotometry and general instrument in biology laboratory such as centrifugation, laminar air flow, autoclave, lab safety and animal ethics.	2(1-2-3)
BIO2502	วิวัฒนาการ Evolution มนทัศน์ของดาร์วิน การเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่และความหลากหลาย ต้นไม้วิวัฒนาการ และช่วงเวลา พันธุศาสตร์ประชากร Darwinian concept, origin of new species and diversity, evolutionary trees and timelines, population genetics.	3(2-2-5)

รหัสวิชา BIO2503	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา อนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพ Taxonomy and Biodiversity ประวัติวิวัฒนาการ ความรู้พื้นฐานในการจำแนกประเภทสิ่งมีชีวิต หลักเกณฑ์การจำแนกประเภท เครื่องมือในการศึกษาการจัดระบบ ความหลากหลายและการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต การสร้างรูปวิธาน การรวบรวมและเก็บตัวอย่าง History of phylogeny, basis of organism classification, criteria for classification, tools for taxonomic study, systemic taxonomy, biodiversity and classification, key generation, sample collecting.	หน่วยกิต 3(2-2-5)
BIO3201	พฤกษเคมีและการประยุกต์ใช้ Phytochemistry and application โครงสร้างและการทำงานของเซลล์พืช เมแทบอลิซึม สารชีวโมเลกุลของพืช สารทุติยภูมิของพืช เทคนิคการสกัดสารสำคัญจากพืช น้ำมันหอมระเหย สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และการประยุกต์ใช้สารพฤกษเคมี Structure and function of plant cells, metabolism, plant biomolecules, plant secondary metabolites, plant extraction technique, essential oil, bioactive compounds, and phytochemical compounds application.	3(2-2-5)
BIO3202	สรีรวิทยาของพืช Plant Physiology ความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับน้ำภายในเซลล์ ธาตุอาหารพืช การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ไนโตรเจนเมแทบอลิซึม การเจริญเติบโตของพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ฮอรโมนพืช Relationship between plants and intracellular water and minerals, plant vascular system, nitrogen metabolism, plant growth and regulation, plant hormones.	3(2-2-5)
BIO3203	พฤกษศาสตร์เศรษฐกิจ Economic Botany พืชที่สำคัญในระดับท้องถิ่นและประเทศ การผลิตและความสำคัญทางเศรษฐกิจของพืช คาร์โบไฮเดรต พืชโปรตีน พืชน้ำมัน พืชเส้นใย พืชเครื่องดื่ม พืชสมุนไพรและเครื่องเทศ พืชสวน ป่าไม้เศรษฐกิจ Economically important local and national plants, production and economical values of carbohydrate rich plants, protein rich plants, oil crops, fiber plants, beverage plants, herbs, spices, horticulture, agriculture woods.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO3204	สาหร่ายวิทยาและโพรโทซัววิทยาเบื้องต้น Introductory Phycology and Protozoology โลกของไซยาโนแบคทีเรีย สาหร่าย และโพรโทซัว องค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ วงจรชีวิต การจัดจำแนกสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา นิเวศวิทยา การเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรีย สาหร่าย และโพรโทซัว และเทคนิคที่เกี่ยวข้องของความรู้ในด้านต่างๆ และองค์ความรู้ เทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรมเกี่ยวกับไซยาโนแบคทีเรีย สาหร่าย และโพรโทซัวในโลกปัจจุบัน และปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง The world of cyanobacteria algae and protozoa, cell components, life cycles, classification, morphology, physiology, ecology and importance of cyanobacteria, algae and protozoa, cultivation of cyanobacteria, algae and protozoa and related techniques, knowledge, biotechnology and innovation of cyanobacteria algae and protozoa in the current world and related laboratory.	3(2-2-5)
BIO3301	ความหลากหลายสัตว์ Animal Diversity หลักการทางอนุกรมวิธานของสัตว์เบื้องต้น การตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ เกณฑ์การ จัดจำแนกสัตว์ พื้นฐานแนวความคิดการวิวัฒนาการของสัตว์ตั้งแต่ระดับพันธุศาสตร์วิวัฒนาการ ไปสู่การ พัฒนา การจัดระบบสัตว์ชั้นพื้นฐาน ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ ลักษณะเด่นของสัตว์ใน แต่ละไฟลัม ความหลากหลาย การจัดจำแนก นิเวศวิทยา วิวัฒนาการ และความสำคัญทางเศรษฐกิจ ของสัตว์ในแต่ละไฟลัม ชนิดของสัตว์ที่มี ความสำคัญในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และปฏิบัติการที่ เกี่ยวข้อง Principles of fundamental zoological taxonomy, Study of nomenclature, principles of animal classification, The fundamental principles of evolution in animals from genetics through to development, Basic systematics of animal, Biodiversity of animal, Main characteristics of each phylum and their diversity, classification, ecology, evolution and economic importance, Important species in South East Asia, and related laboratory.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO3302	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากสัตว์ Animal Production Technology and Utilization พื้นฐานทางพันธุศาสตร์พันธุ์และสายพันธุ์ของสัตว์ หลักการคัดเลือกและระบบการผสมพันธุ์สัตว์ มาตรฐานฟาร์ม และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ โดยเน้นการศึกษาสัตว์เศรษฐกิจในเขตภาคเหนือ หลักการเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ในการผลิตสัตว์ และผลผลิตจากสัตว์ เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ การดูงานนอกสถานที่ Genetics background, breeds and strains of animal, principles of selection and mating system, standards of farm and animal product especially in economic animals of Northern region, utilization of modern biotechnology in animal production and related products, animal cell culture technology, field trip.	3(2-2-5)
BIO3303	กีฏวิทยาและแมลงเศรษฐกิจ Entomology and Economic Insects ชีววิทยาของแมลง สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา การเจริญเติบโต วงจรชีวิต การจำแนก แมลงในอันดับต่าง ๆ ลักษณะเด่นของแมลงในแต่ละอันดับ การรวบรวมและเก็บตัวอย่างแมลงในท้องถิ่น ความสำคัญของแมลงเศรษฐกิจ และการเพาะเลี้ยงแมลงที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ Biology of insects, morphology, physiology, growth, life cycle, insect classification in orders, insect characteristics in each order, collection and preservation of insect samples in local area, important of economic insect and economically important insect cultivation.	3(2-2-5)
BIO3304	ปักษีวิทยา Ornithology สัณฐานวิทยา กายวิภาค สรีรวิทยา การจำแนกประเภทของนก การสำรวจนกในธรรมชาติ การกระจาย วิวัฒนาการ พฤติกรรม การอนุรักษ์พันธุ์นก การศึกษาภาคสนาม Morphology, anatomy, physiology, classification of birds, survey of birds in natural habitats, distribution, evolution, behavior, bird conservation, field studies.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO3305	นิเวศวิทยาและพฤติกรรมสัตว์	3(2-2-5)

Ecology and Animal Behavior

ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์กับสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร การแข่งขัน และการกระจายตัวของประชากร การใช้ความรู้ทางนิเวศวิทยาวิเคราะห์ชนิด และชุมชนของสัตว์ พฤติกรรมของสัตว์ ความสำคัญของพฤติกรรมที่มีต่อความสามารถในการอยู่รอดในธรรมชาติ พื้นฐานทางสรีรวิทยาของพฤติกรรม การพัฒนาพฤติกรรม พฤติกรรมทางสังคม พฤติกรรมกับสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมกับวิวัฒนาการ และมีปฏิบัติการที่สอดคล้องกับทฤษฎี

Relationship between animals and environment, factors of population changes, competition and distribution, the use of ecological knowledge for specie and community analysis, animal behavior, animal behavior and tendency of survival in environment, physiological mechanisms of behavior, behavior development, social behavior, behavior and environment, behavior and evolution, experiments related to lecture.

BIO3401	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม	3(2-2-5)
	Industrial Microbiology	

การแยก คัดเลือก พัฒนา เก็บรักษาจุลินทรีย์ การควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ เทคโนโลยีการหมัก เทคโนโลยีการทำสารให้บริสุทธิ์ การผลิตเอทานอล เอนไซม์จากจุลินทรีย์ อาหารหมัก โปรตีนเซลล์เดี่ยว และการผลิตกรดอะมิโน การผลิตกรดอินทรีย์ สารปฏิชีวนะ และสารสี การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์กับเครื่องสำอาง สิทธิบัตร การประยุกต์ใช้พันธุศาสตร์ในจุลินทรีย์อุตสาหกรรม การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง

Isolation, selection, development and preservation of microbes; microbial growth control, fermentation technology, purification technology, ethanol production, microbial enzymes, fermented foods, single cell proteins and amino acid production, production of organic acids, antibiotics and colors, application of microbes in cosmetics, patents, application of genetics in industrial microbes, industrial wastewater treatment and related laboratory.

รหัสวิชา BIO3402	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา วิทยาแบคทีเรีย Bacteriology สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา พันธุกรรม อนุกรมวิธาน และความสำคัญของแบคทีเรียทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และทางการแพทย์ Morphology, physiology, genetics, taxonomy and the importance of bacteria in industrial, agricultural and medical aspects.	หน่วยกิต 3(2-2-5)
BIO3403	เทคโนโลยีชีวภาพสาหร่ายขนาดเล็ก Microalgal Biotechnology ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสาหร่ายขนาดเล็ก การคัดเลือกสาหร่ายขนาดเล็กที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการเพาะเลี้ยงการเก็บเกี่ยวเซลล์และการปรับปรุงพันธุกรรมของสาหร่ายขนาดเล็ก การประโยชน์และการประยุกต์ใช้สาหร่ายขนาดเล็กในอุตสาหกรรมต่าง ๆ Basic knowledge of microalgae, selection of economic microalgae, microalgal biotechnology for cultivation, harvest and strain improvement, utilization and application of microalgae in various industries.	3(2-2-5)
BIO3501	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ Water Quality Assessment การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย ด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยวิธีมาตรฐาน พร้อมทั้งวิธีการอ่านผล การแปลผลการวิเคราะห์ Water and wastewater quality analysis in terms of physical, chemical and biological characteristics using standard methods; interpretation of analytical results.	3(2-2-5)

รหัสวิชา BIO3502	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา นวัตกรรมเทคนิคทางชีววิทยา Innovation from Biological Technique การใช้เทคนิคและวิธีการในการปฏิบัติการทางชีววิทยา การเก็บตัวอย่าง สิ่งมีชีวิต การอัดแห้ง การดอง การสตีฟสด์ และการถ่ายรูปทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคต่าง ๆ ใน การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาภายใต้ กล้องจุลทรรศน์ เช่น การตรึงตัวอย่าง การฝังลึก การตัด เนื้อเยื่อ การย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ เพื่อผลิตสไลด์ การสร้างและการพัฒนานวัตกรรม	หน่วยกิต 3(2-2-5)
	The use of techniques and practice in biology, preservation of organisms, pressing and drying plant specimen, preservation, animal stuffing and scientific imaging, microscopic specimen preparation techniques for sample fixation, embedding, sectioning, plant and animal tissue staining for microscopic study, creation and development of innovation.	
BIO3503	การเป็นผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีชีวภาพและ นวัตกรรม Entrepreneurship in Biotechnology and Innovation ชีวนวัตกรรม การเชื่อมโยงของความรู้ทางชีวภาพสู่การพัฒนาเป็น ผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรม การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ประเภท รูปแบบและแผนธุรกิจ หลักการจัดการ การจัดการด้านการตลาด การผลิต การเงิน บัญชี ภาษี กฎหมายธุรกิจ ธุรกิจระหว่างประเทศ และจริยธรรมสำหรับผู้ประกอบการ	2(2-0-4)
	Bio-innovative, the linkage of biological knowledge to entrepreneurship development in biotechnology and innovation, management of intellectual property, types of business, forms of business, business plans, principle of management, marketing management, production management, financial management, accounting, taxation, business law, international business and business ethics for entrepreneur.	
BIO4201	เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพืช Plant Production Technology and Utilization หลักการเทคโนโลยีชีวภาพพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ความสำคัญและ หลักการพื้นฐานของการปรับปรุงพันธุ์พืชและระบบการสืบพันธุ์ของพืช แนวคิดทางพันธุศาสตร์ กับการปรับปรุงพันธุ์ เทคนิคสมัยใหม่สำหรับการผลิตพืช	3(2-2-5)
	Principles of plant biotechnology, plant tissue culture, the importance and principle of plant breeding and reproductive systems in plants, concepts of genetics and plant breeding, modern techniques for crop production.	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO4401	จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อมและการประยุกต์ Plant Production Technology and Utilization จุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ บทบาทของจุลินทรีย์ในการรักษาสภาพสมดุลและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ การแก้ไขสภาพแวดล้อมเป็นพิษโดยวิธีทางจุลชีววิทยา และเทคนิคทางชีววิทยาโมเลกุล Microorganisms in various environments, role of microorganisms in environmental balance and environmental change associated with microorganisms, remediation of polluted environment by microbiological methods and biological molecular techniques.	3(2-2-5)
BIO4402	นวัตกรรมอาหารจากจุลินทรีย์ Microbial Food Innovation จุลินทรีย์กับอาหาร จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย เชื้อโรคและสารพิษจากจุลินทรีย์ในอาหาร องค์ประกอบของอาหารที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ลักษณะการเน่าเสีย การเน่าเสียของอาหารประเภทต่างๆ การสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจหาจุลินทรีย์ในอาหาร นวัตกรรมผลิตภัณฑ์นม มาตรฐานอาหารทางจุลชีววิทยา วิธีป้องกันและกำจัดจุลินทรีย์ในอาหาร การถนอมอาหาร การศึกษาภาคสนาม Microorganisms and food, food spoilage microorganisms, pathogenic microorganisms and toxins in food, composition of the food that affects microbial growth, nature of spoilage, food spoilage in various kinds of food, sampling technique, detection of microorganisms in food, milk and dairy products, microbiological standards for food, prevention and elimination of microorganisms in food, food preservation, field studies.	3(2-2-5)
BIO4403	ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับจุลินทรีย์ Microbiology for Local Wisdom บทบาทของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยโดยเฉพาะทางอาหาร การเกษตรและ สิ่งแวดล้อม เพื่อการวิเคราะห์และสังเคราะห์ภูมิปัญญานั้น เพื่อให้เกิดแนวคิดเพื่อการพัฒนาขยายผล หรือต่อยอดภูมิปัญญาไทยด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ Roles of microorganisms associated with Thai local knowledge and wisdom especially in the areas of foods, agriculture and the environment; analysis and synthesis of traditional knowledge and wisdom, to decide on possible future developments that are based on using scientific methods.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO4501	นวัตกรรมจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น Innovation Management and Products Development from Local Wisdom หลักการจัดการทรัพยากรธรรมชาติท้องถิ่น สิ่งแวดล้อมชุมชน และภูมิปัญญาท้องถิ่น การคัดเลือกวัตถุดิบ การเตรียมและการแปรรูปวัตถุดิบประเภทต่าง ๆ ในท้องถิ่น หลักการพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุปโภค บริโภค การประยุกต์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาบูรณาการความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสร้างนวัตกรรมที่สามารถเกิดประโยชน์สูงสุด Principles of local natural resource management, community environment and local wisdom, raw material selection, preparation and processing of various local raw materials, basic principles of product development, applying local natural resources to integrate local knowledge and wisdom to create innovations that can bring maximum benefits.	3(2-2-5)
BIO4502	หลักการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ Principles of Product Quality Control and Quality Assurance หลักการและวิธีการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ด้านเคมี ด้านกายภาพ ด้านจุลินทรีย์ การสุ่มตัวอย่าง การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ กระบวนการแปรรูป และผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย เพื่อให้มีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ระบบการประกันคุณภาพ มาตรฐาน ISO และกฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ศึกษาดูงานนอกสถานที่ Principles and product quality control in chemical, physical and microorganism. in industry, sampling, quality control of raw materials, processing and final products to ensure the quality meets the standard requirements of the product, quality assurance system, ISO, and other relevant laws, field study.	2(2-0-4)
BIO4503	ชีวจริยธรรมและความปลอดภัยทางชีวภาพ Bioethics and Biosafety จรรยาบรรณในการใช้สัตว์ทดลองเพื่อการวิจัย จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ความสำคัญของความปลอดภัยทางชีวภาพ ระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพและมาตรฐานการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ Ethics of animal use in research, ethics in human research, importance of biosafety. Biosafety levels and standard practices in laboratory.	2(1-2-3)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO4504	การบำบัดและฟื้นฟูทางชีวภาพ Biological Treatment and Remediation การแพร่กระจายของสารมลพิษในดิน น้ำและอากาศ หลักการและเทคนิคในการบำบัดและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนโดยใช้กระบวนการทางด้านชีวภาพ เช่น การใช้จุลินทรีย์ และพืช ในการกำจัดและย่อยสลายมลสารต่าง ๆ การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากสารต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ อันก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา Distribution of pollution in soil, water and air, principle and techniques for environmental treatment and remediation using biological process for example application of microbial and plant for pollutants removal and degradation, Environmental impact assessment from physical, chemical and biological agents causing environmental problems and ecological changes.	3(2-2-5)
BIO4505	วิทยาการข้อมูลทางชีววิทยาเบื้องต้น Introduction to Biological Data Science การใช้และค้นหาข้อมูลด้านชีววิทยาจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตสำหรับ ชีวสารสนเทศ ฐานข้อมูลทางชีวสารสนเทศ การวิเคราะห์ลำดับเบสและการวิเคราะห์ลำดับอะมิโน การศึกษาสายพันธุ์วิวัฒนาการโดยใช้ลำดับดีเอ็นเอหรือลำดับกรดอะมิโน การวิเคราะห์ห่วงโซ่วิวัฒนาการ Use of software and Internet based data interpretation of biological related information, basic understanding of bioinformatics, biological database, bioinformatics for nucleotide base and amino acid analyzing, assessment of life evolution by computer programming.	3(2-2-5)
BIO4506	การผลิตและการใช้ประโยชน์ชีวผลิตภัณฑ์ Production and Utilization of Bioproducts ชีวผลิตภัณฑ์ทางด้านพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ความก้าวหน้าและเทคโนโลยีของ ชีวผลิตภัณฑ์ การผลิตชีวผลิตภัณฑ์ในเชิงธุรกิจ นวัตกรรมและการประยุกต์ และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง Bioproducts from plants, animals, and microbes, progress and technology of bioproducts, production of bioproducts for business, innovation and application, case studies.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
BIO4507	ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและโรงงาน Laboratory and Industrial Safety เทคนิคในการตรวจค้นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการและโรงงาน การวางแผนหรือวางโครงการเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุ และมาตรการความปลอดภัยในแต่ละประเภทของห้องปฏิบัติการและโรงงาน รวมทั้งความปลอดภัยทางชีวภาพ Techniques in identification of hazards in laboratory and factory, project planning about accident prevention, safety rules and biosafety in laboratory and factory.	2(2-0-4)
BIO4508	เทคนิคทางแอนติบอดี Antibodies Techniques ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภูมิคุ้มกันวิทยา หลักการระบบภูมิคุ้มกันดั้งเดิม และภูมิคุ้มกันที่ได้รับมาภายหลัง คุณสมบัติของแอนติเจนและแอนติบอดี เทคนิคทางแอนติบอดีสำหรับตรวจวัดเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เทคนิคอิมมูโนดิฟฟิวชัน ดอทบลอต เวสเทิร์นบลอต อิมมูโนฮิสโตเคมีสทรี เทคนิคอีไลซ่า และ อิมมูโนโครมาโตกราฟี Introduction to Immunology, principle of Innate and adaptive immunology. Properties of antigen and antibody. Qualitative and Quantity immune techniques. Immunodiffusion, Dot blot analysis, Western blot, Immuno-histochemistry, ELISA techniques and Immunochromatography.	3(2-2-5)
BIO4509	นวัตกรรมและมาตรฐานทางการเกษตรสมัยใหม่ Modern Agricultural standard and innovation เกษตรแม่นยำ โรงงานผลิตพืช การตรวจสอบย้อนกลับ มาตรฐานทางการเกษตร การเป็นผู้ประกอบการเกษตร วิสาหกิจเกษตรแปลงใหญ่ นวัตกรรมทางการเกษตรสมัยใหม่ Precision Agriculture, Plant factory, Traceability, Agricultural standard, entrepreneurship in farming, Mega Farm Enterprise and Modern agricultural innovation.	3(2-2-5)

รหัสวิชา BIO4510	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา ระเบียบวิธีวิจัยทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา Research Methods in Biological Technology and Innovation ความสำคัญของการวิจัยชีววิทยา ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การเสนอข้อเสนอโครงการ การกำหนดวัตถุประสงค์และสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และการเขียนผล การนำผลการวิจัยไปใช้ Importance of biology research, research methodology, proposal presentation, objective and hypothesis decide, data collection, analysis and writing results, applying research results.	หน่วยกิต 1(2-0-1)
---------------------	---	----------------------

ง. หมวดวิชาประสบการณ์ภาคสนาม

1) กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

SCI3601	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา Preparation for Field Experience in Chemical and Biological Technology จัดให้มีกิจกรรมเพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนออกฝึก ประสบการณ์วิชาชีพเกี่ยวกับลักษณะของงานและโอกาสของการประกอบอาชีพ การพัฒนาตัวผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ แรงจูงใจ และคุณลักษณะที่เหมาะสมกับวิชาชีพโดยการกระทำในสถานการณ์หรือรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานในวิชาชีพนั้น ๆ ศึกษาดูงานในหน่วยที่จะฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และจัดสัมมนาเพื่อฝึกทักษะเพิ่มเติม Provide activities to prepare the learners before field experience practicing in biology related to career opportunities, development of the learners to have knowledge, skills, proper attitude, motivation that suit the profession by practicing in various working situations, observing activities at places of field experiences and provide seminars for increasing skills.	หน่วยกิต 2(90)
---------	---	-------------------

รหัสวิชา SCI4601	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา การฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านเทคโนโลยีทางเคมี และชีววิทยา Field Experience in Chemical and Biological Technology วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้าน เทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา (SCI3601) การฝึกงานด้านเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา ณ สถานที่ซึ่งสถาบันกำหนด มี การเสนอผลงานและรายงานเป็นหลักฐานว่าผ่านการฝึกงานแล้ว Training in Chemical and Biological Technology field at the designated places presentation and reports are required for internship proof.	หน่วยกิต 5(450)
---------------------	--	--------------------

2) กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา

SCI4602	สหกิจศึกษา Co-Operative Education การปฏิบัติงานในหน่วยงานภาครัฐ หรือเอกชนในลักษณะพนักงานชั่วคราว ตาม โครงการที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนการจัดทำรายงานและการนำเสนอ Practicing in government or private sections as temporary staffs according to assigned projects, preparation of reports and presentation.	หน่วยกิต 7(540)
---------	--	--------------------

ภาคผนวก ซ
สำเนาผลงานวิชาการตีพิมพ์เผยแพร่ของอาจารย์
ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางเคมีและชีววิทยา
หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2565

Botanical Characteristics and Pectin Properties of *Canthium parvifolium* Roxb.Waleepan Rakitikul^{1*} and Jiraporn Palee²¹Program of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand²Science Program, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand

Received: 11 May 2018 , Revised: 7 July 2018 , Accepted: 14 September 2018

Abstract

Canthium parvifolium Roxb. is a native plant found in the northern region of Thailand. *Canthium parvifolium* Roxb. has been found to have pectin in the fruits. Accordingly, the botanical characteristics of *C. parvifolium* and characterization of its pectin were evaluated. It was found that the habit of this plant is shrub with paired straight supra axillary thorns. Leaves are simple and opposite in arrangement with interpetiolar stipule. Young branches and lower surface of leaves are covered with pubescence. The inflorescence is axillary cymose. Calyx is green and limb is very short undulating 5-lobed with subglobe ovary portion. Corolla is tubular with 5 lobes, green to white or yellow in color. There are 5 stamens inserted at corolla throat. The ovary is inferior, 2-loculate with only 1 ovule each. The edible fruits are ovoid in shape and the skin is green or yellow, depending on maturity. The fruits of *C. parvifolium* were used as plant materials for pectin properties. The extracted pectin was designated as pectin with high degree of esterification due to its low moisture of 10.00% and the approximately 76.92% degree of esterification (DE) with methoxyl content around 7.06%. In addition, *C. parvifolium* yielded pectin around 38.00%. The chemical structure of pectin was studied through Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy and ¹H NMR spectroscopy. On the other hand, the molecular vibration was confirmed by using Density Functional Theory (DFT).

Keywords: *Canthium parvifolium*, botanical characteristics, pectin, density functional theory

1. Introduction

Canthium parvifolium Roxb. or “Nam Ma Khet” in the Thai vernacular [1], is one of the dicotyledonous plants belonging to the family Rubiaceae, order Gentianales [2]. *C. parvifolium* is a local plant which is widely distributed in the northern region of Thailand, e.g. Chiang Mai and Chiang Rai. In Chiang Rai Province, *C. parvifolium* is found in Wiang Chiang Rung District and Chiang Rai Rajabhat University. The fruits of this plant are very interesting because it could serve as another source of pectin [3].

*Corresponding author: Tel.: 05-377-6011 Fax: 05-377-6012
E-mail: em_waleepan_r@crju.ac.th

Current Applied Science and Technology Vol. 18 No. 3 Sep. - Dec. 2018

Pectin is a carbohydrate polymer compound that is found in plants. Pectin is a substrate of the enzyme pectinase which is found in plant cells between fibers at the top of the first layer cell wall. Pectin serves to anchor cells together. Pectin is the key component of parenchyma tissue which contains arabinose, galactose, and galacturonic acid [4]. It is a high-molecular weight compound with pectinic acid that could be served as a gelling agent when mixing it with food and water. Also, it is used as thickener and stabilizer in many types of food products, such as jam and jellies [5]. The gelling properties of pectin are known to be closely related to the degree of methylation (DM) and distribution of ester groups. Both rupture strength and gel threshold were found to be partly proportional to the free energy of hydrophobic interaction between the CH₃-groups in the model systems [6]. However, there are many factors which could affect the functionality of pectin, e.g. their composition, DM, solubility, pH, temperature and presence of soluble solids. Typically, the objective of commercial extraction of pectin is to obtain certain water-soluble and high molecular weight pectin [7]. There are different approaches to elucidate the pectin structure reported in the literature [8]. Nuclear Magnetic Resonance (NMR) was extensively used to study pectin in food carbohydrates at a structural level [9]. However, the application of NMR as a quantitative analytical tool in carbohydrate determination is still limited despite the NMR's great capability [10]. DFT was used to study biology of some methylxanthines. According to the previous theoretical study [11], B3LYP was employed to calculate the gap between highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO). The result from the gap is representative for pharmaceutical properties of pectin. The result of this important properties of pectin is supported by the experimental study [12].

Moreover, the studies of silk retardant through plasma treatment, computational simulation, and vibration give a good agreement with FTIR in the work of Chaiwong and co-worker [13].

Thus, the objective of this research was to study the botanical characteristics of *Canthium parvifolium* Roxb. In addition, the physical and chemical properties of pectin in *C. parvifolium* such as methoxyl content, degree of esterification, equivalent weight and moisture were also evaluated. Lastly, we preliminary investigated the structural properties of pectin in *C. parvifolium* using the DFT as a tool for calculation together with the experimental approach.

2. Materials and Methods

2.1 Plant and extraction methods

The intact *C. parvifolium* plants were collected from Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai Province, Thailand. The fruits of *C. parvifolium* were used as plant materials for pectin extraction. Fresh fruits were cut into small pieces and dried in an oven at 105 °C. Pectin was extracted from the ground *C. parvifolium* fruits with water (Ratio 25:1w/w) mainly to remove pigments. The material was filtered and the solids were treated with a solution (6% w/w) of sodium hexameta phosphate (SHMP) at 80 °C for 90 min. A pH 3.0 was obtained by adding HCl (1 M). After extraction, the pectin solution was filtered through a white filter cloth. Then, 95% acidified Alcohol and Acetone were utilized to precipitate the filtrate. To explain this step clearly, there is the persuasive detail: at the first, acidified alcohol was employed to remove impurities, and then the residue was dried by acetone. This process continues iteratively. 5 iterations were required to produce colorless filtrate.

The formed gel was allowed to precipitate at 25 °C for 24 h. After that, the pectin was dried at 35 °C for 24 h. The dry pectin was ground to pass through 60 mesh sieves for further study. The functional groups of *C. parvifolium* pectin were investigated by FTIR method with

Current Applied Science and Technology Vol. 18 No. 3 Sep. - Dec. 2018

Nicolet 6700 FTIR spectrophotometer (Bruker, Germany). The spectra were collected by averaging 64 scans at a resolution of 4 cm^{-1} from $400 - 4,000\text{ cm}^{-1}$. The ^1H NMR spectra were acquired on a Bruker 400 MHz spectrometer, operating at 400 MHz for proton. Spectra were collected at 298 K, with 32K complex points, using a 90° pulse length. Sixteen scans were acquired with a spectral width of 8278 Hz, an acquisition time of 3.95s.

2.2 Physio-chemical

C. parvifolium fruit was analyzed as dry matter content [14]. Crude protein, crude fat (ether extract), crude fiber, and ash content using the standard techniques [14]. All samples were analyzed in duplicate and the results were reported including the total energy (cal/g) with bomb calories.

2.3 Methoxyl content

Methoxyl content was determined by dissolving 0.5 g of pectin in a 250 mL Erlenmeyer flask with 100 mL deionized (DI) water and then adding 1 g of NaCl with 6 drops of phenol red for titration with 0.1 M NaOH until the indicator color changed (pH 7.5). This solution was used to determine the methoxyl content by adding 0.25 M NaOH 25 mL, 0.25 M HCl to be titrated with 0.1 M NaOH.

$$\% \text{Methoxyl content} = (\text{NVE} \times 100) / 1000\text{S} \quad (1)$$

Where S is dry pectin weight, N is base normally used in the titration, V is the base volume in the titration and E is the equivalent weight of methoxy.

2.4 Degree of esterification

The %DE was determined by dissolving 0.5 g of pectin powder with 2 mL of ethanol into 100 mL of water. The mixture was stirred until the solution became homogenous. After that, 5 drops of phenolphthalein and 0.5 M NaOH (V1) was added for titration. After that, 0.5 M NaOH (10 mL) was added and stirred for 15 min. After that, 0.5 M HCl (10 mL) was added and stirred in until the solution was colorless. Finally, a phenolphthalein indicator was added followed by titration with 0.5 M NaOH (V2). The methoxyl content and %DE was calculated by the following equation.

$$\% \text{DE} = (\text{NaOH volume}_1 / \text{NaOH volume } 1+2) \times 100 \quad (2)$$

2.5 Equivalent weight

Equivalent weight was determined by weighing 0.5 g of sample in a 250 mL conical flask and 5 mL ethanol was added. Then, 1 g of NaCl and 100 mL of distilled water was added. Finally, 6 drops of phenol red were added and titrated against 0.1 M (N) NaOH. The titration end point was indicated by purple color. This neutralized solution was stored for determination of methoxyl content. Equivalent weight was calculated by the following formula:

$$\text{Equivalent weight} = 1000\text{S} / \text{N.V.} \quad (3)$$

Where S is dry weight, N is normality concentration, and V is the quantity of NaOH.

2.6 Moisture

The moisture of extracted pectin was analyzed by weighing 0.5 g pectin into a crucible and content was weighed (W1). The whole crucible was baked at 105 °C for 9 h. The crucible was let cool and weighted (W2). The moisture content may be calculated as follow.

$$\% \text{ Moisture} = ((W1-W2)/0.5) \times 100 \quad (4)$$

2.7 Theoretical Study

The ground state optimization of a model compound of pectin was performed using DFT. Calculation of molecular structure in order to predict pectin properties was achieved using DFT with Beck-Lee Yang Parr (BLYP) functional of the Generalize Gradient Approximation (GGA). All simulations were performed under the conditions corresponding to 0 K. The analyzed effects of the structural features and molecular energy were achieved at the same level function. After that, the optimized structure was used to study the vibrational mode using a Dmol³ module in a Materials Studio (MS) [15] program package

3. Results and Discussion

3.1 Botanical characteristics of *C. parvifolium*

The botanical characteristics of *C. parvifolium* were shown in Figure 1. The plant appearance is shrub with paired straight supra axillary thorns. Leaves are simple and opposite in arrangement with interpetiolar stipule. Young branches and lower surface of leaves are covered with pubescence. The inflorescence is axillary cymose with a few to several flowers. Calyx is green and limb is very short undulating 5-lobed with subglobse ovary portion. Corolla is tubular with 5 lobes, green to white or yellow in color. There are 5 stamens inserted at corolla throat. The ovary is inferior, 2-loculate with only 1 ovule each. The edible fruits are ovoid in shape. The skin is green or yellow, depending on maturity. Moreover, it is interesting to note that the fruit of *C. parvifolium* is the one excellent source of pectin [3].

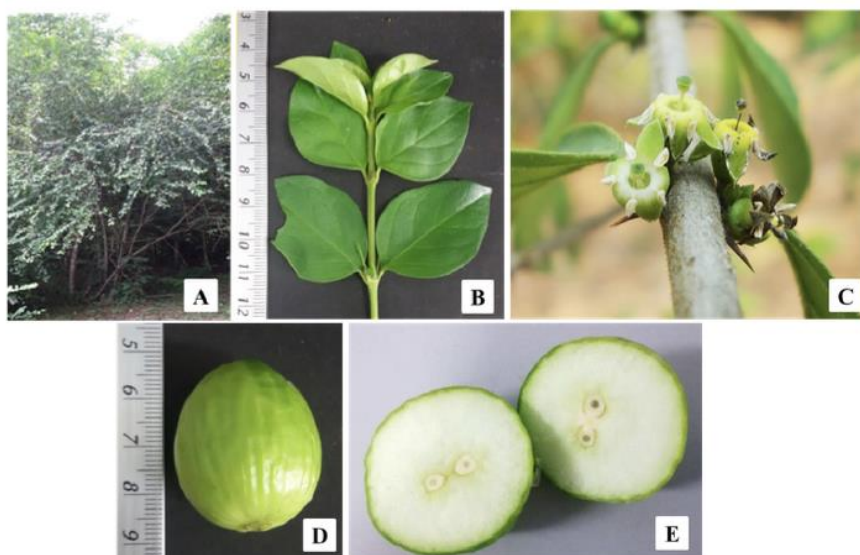


Figure 1. Botanical characteristics of *Canthium parvifolium* Roxb. (A) habit (B) leaves and stipule (C) flowers (D) young fruits and (E) cross section of young fruits

The results for physicochemical characteristics of *C. parvifolium* Roxb. fruit are displayed in Table 1. The ash content is at 0.57% dw. The protein content is 1.5%. The amount of fat is significantly low compared with apple pomace (0.69%). The dry matter is 19.65%. The crude fiber in *C. parvifolium* Roxb. is at 4.96% which is in the same range as of apple pomace. Finally, *C. parvifolium* Roxb. has a high total energy at 828 cal/g which is lower total energy than apple pomace.

Table 1. Proximate composition of *Canthium parvifolium* Roxb. fruit

Composition	Samples
Dry Matter (%)	19.65
Crude Fat (Ether Extract) (%)	0.69 (3.49-3.90)
Crude Fiber (%)	4.96 (4.7-48.72)
Crude Protein (%)	1.5 (4.45-5.67)
Ash Content (%)	0.57 (1.82)
Total Energy) cal/g)	828 (2,950)

Note:* The numbers in parentheses is a reference value from apple pomace [16]

3.2 Characterization and properties of *C. parvifolium* pectin

It was found that the appearance of dry extracted pectin is light brown color as shown in Figure 2.



Figure 2. The characteristic of *C. parvifolium* pectin.

The properties of extracted pectin were analyzed and the results are as shown in Table 2. All measurements were carried out in triplicate for each of the sample. The results are reported in mean values and standard deviations. The results revealed that pectin from *C. parvifolium* fruits has a high value of 7.06% methoxyl content which was higher than standard pectin and pharmaceutical pectin. Moreover, *C. parvifolium* pectin has high viscosity and gelation when compared with the reported DE of 76.92% [17]. Ptichkina *et al.* [18] reported that pectin with DE > 60% is suitable for use in food industry. The chemical characteristics of the pectin that influence gel qualities are DE, which is related to the rate of gel formation in food industry [19]. High DE means high gelation temperature when preparing gels by the usual procedure of mixing the hot ingredients and then solidifying by cooling. When the gel batch is cooled below the gelling temperature, gelation occurs after a delay, which is short with pectin of high DE and longer with pectin of lower DE [20].

The moisture of *C. parvifolium* pectin was 10%, which was quite high compared to the pharmaceutical grade pectin. The equivalent weight of this study was 181.81 which indicated the total content of free galacturonic acid. Therefore, it is associated with the % DE and methoxyl content. According to work of Rouse [21], the higher DE causes the decrease of free acid content of pectin that the equivalent weight also increases.

The extraction of pectin from *C. parvifolium* yielded 38.00 ± 0.875 g%, while it was preliminary studied by Kaewpo [3] following the method described by Rangana [22]. The results reported that the content of pectin in *C. parvifolium* was 48.37 mg/ml dry weight, which was 1.6 fold significantly higher than the content of pectin in apple (29.97 mg/ml dry weight). However, by Rangana method, the high percentage of moisture (21.55%) was found in the extracted pectin. Thus, this research presented an efficient protocol for the pectin extraction of *C. parvifolium*.

Current Applied Science and Technology Vol. 18 No. 3 Sep. - Dec. 2018

Table 2. The properties of *C. parvifolium* pectin compared with standard pectin and lab & pharmaceutical grade pectin

Properties	<i>C. parvifolium</i> Pectin*	Standard Pectin [17]	Lab&pharmaceutical grade pectin [23]
Moisture (%)	10.00 ± 0.20	-	4.81
Degree of Esterification (%)	76.92 ± 0.53	64.95	-
Equivalent weight	181.81 ± 0.35	-	-
Methoxyl content (%)	7.06 ± 0.44	> 2.50	6.29
yield (%)	38.00±0.87	-	-

Note: * Values showing the mean ± SD in a column.

3.3 Functional group of *C. parvifolium* pectin by FTIR method

The samples of pectin were subjected to FT-IR analysis. The bands relevant for the structural organization are presented in Figure 3. The spectra shows two intense pectin bands at 1,741 cm^{-1} and 1,641 cm^{-1} were assigned to the stretching C=O vibration of esters and the asymmetric stretching vibration of carboxylate anion $\nu_{\text{as}}(\text{COO}^-)$, respectively. The two functional groups are from carboxylic ester and protonated carboxylic acid groups. The region of 1,250 cm^{-1} – 950 cm^{-1} is contributed to glycosidic bonding ($\nu_{(\text{COC}),\text{glycosidic bonding}}$). Moreover, the spectra of pectin at 2,929 cm^{-1} was assigned to $\nu_{(\text{C-H})}$, while the peak shown up at 3,272 cm^{-1} was assigned to $\nu_{(\text{O-H})}$ of the carboxylic acid group.

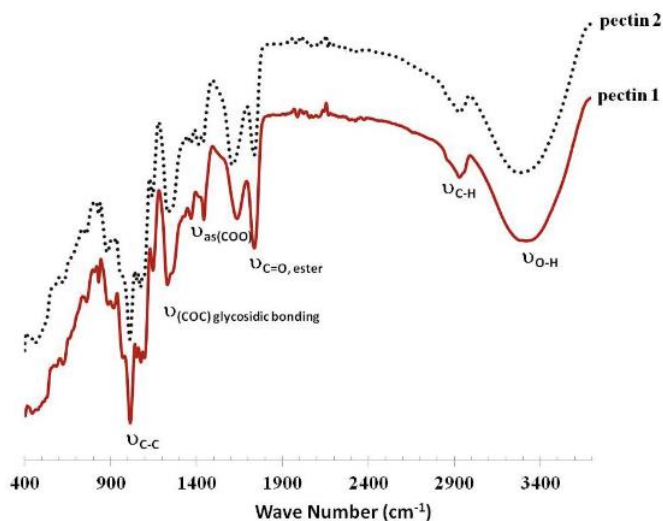


Figure 3. FT-IR spectrum for extracted pectin from *C. parvifolium*.

3.4 Vibrational results

The optimized structure of *C. parvifolium* pectin model compound was also studied. The ground state minimization of the pectin model compound was carried out using Dmol3 module in MS program with spin unrestricted and BLYP functional of GGA. A Fermi smearing of 0.005 Hartree was used to improve computational performance.

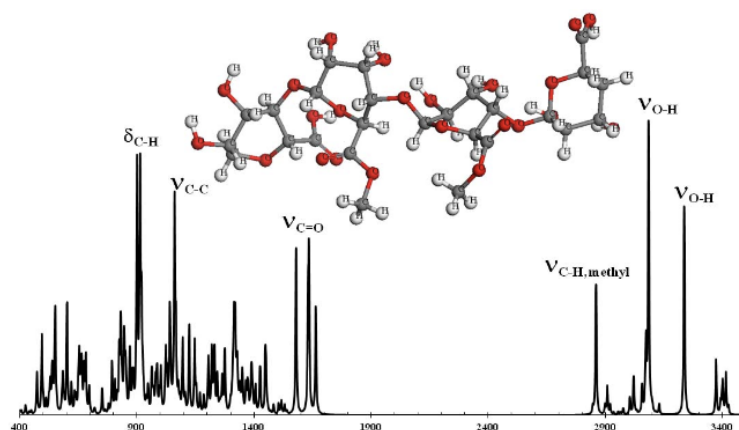


Figure 4. Vibrational spectra for pectin model compounds.

The vibration spectra of *C. parvifolium* pectin was presented in Figure 4. The highly coupled and conformational specific region between 1,100 and 800 cm^{-1} belongs to non-localized, highly coupled vibrations of polysaccharide backbones ($\delta_{\text{C-H}}$, 913 cm^{-1} and $\nu_{\text{C-C}}$, 1,060 cm^{-1}) [22]. Two intense bands at 1,634 and 1,579 cm^{-1} are assigned to $\nu_{\text{C=O}}$, which indicates its stretching vibration in ester and carboxylic acid. Additionally, the presence of $\nu_{\text{C-H, -CH}_3}$ peak at 2,859 cm^{-1} also indicates an existence of methyl ester group. The peaks at 3,054, 3,236 cm^{-1} suggest that there are stretching vibrations of O-H at carboxylic groups.

3.5 NMR Analysis

The structural analysis by IR is supported by NMR result. As illustrated in NMR (Figure 5), there is a board singlet peak at 1 ppm corresponding to methyl groups (-CH₃) in the structure. Moreover, NMR shows doublet peak at 3-5 ppm. This is related to hydrogen in hydroxyl group, which is coupled with a neighboring hydrogen atom. The quartet peak at approximately 3.5 ppm is from the ring protons.

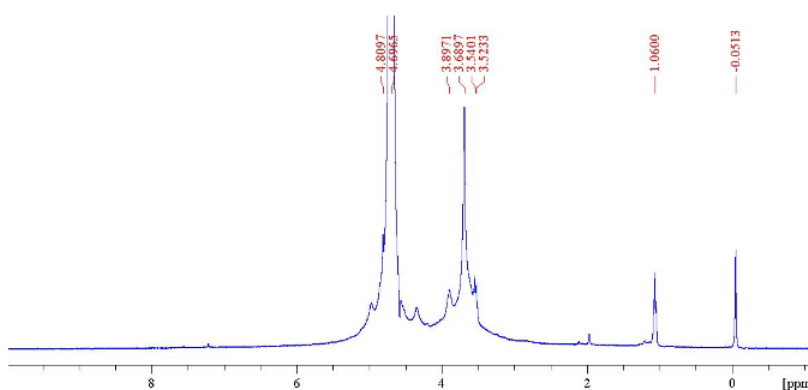


Figure 5. ^1H NMR spectrum of pectin sample. Experimental condition are reported under Materials and Methods.

4. Conclusions

This report presents the botanical characteristics of *C. parvifolium* and an efficient protocol for the pectin extraction from *C. parvifolium* fruits. The proximate composition of *Canthium parvifolium* Roxb. fruit was lower value compared with apple pomace. However, some properties of extracted pectin were clarified. It was found that the pectin extracted yield was $38.00 \pm 0.87\%$ w/w which is significant higher than apple pomace (3.5-14.32% w/w), the moisture, and equivalent weight of *C. parvifolium* pectin was 10% and 181.81, respectively. The pectin of *C. parvifolium* had % DE (76.92%) and methoxyl content (7.06%), revealing its potential for in gelation application. In light of FTIR spectrum, it is routine to scale the frequency axis by a small amount to align major bands with those experimentally observed. The co-alignment of calculated vibrational spectra and experimental bands via the same scaling, as seen here, constitutes good agreement. The structural analysis by IR and NMR confirm the expected pectin structure. As our preliminary results mentioned above, we would like to probe and predict gelling factors, such as pH and temperature of *C. parvifolium* pectin in our furthered work.

5. Acknowledgements

The authors would like to express grateful acknowledgement to the Computational Simulation and Modeling Laboratory (CSML), Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University for all computational resources. W.S. acknowledges the Faculty of Science and Technology and Research and Development institute, Chiang Rai Rajabhat University for facility. We are grateful to the Plant Genetic Conservation Project Under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn (RSPG) and Chiang Rai Rajabhat University, Thailand for a supporting grant. We would like to thank Mrs. Sriwon Chaisuk and Miss Chulalak Lakoet, the Institute of Biodiversity and Environment for Local and ASEAN

Current Applied Science and Technology Vol. 18 No. 3 Sep. - Dec. 2018

Development, Chiang Rai Rajabhat University for the information and identification of *C. parvifolium*.

References

- [1] Pooma, R. and Suddee, S., (eds.), 2014. Thai plant names Tem Smitinand revised edition 2014. Bangkok: Office of the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation.
- [2] Chase, W.M., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105–121.
- [3] Kaewpo, W., 2005. The extraction of pectin from local plant at Ban Thungkho, Wiangchiangrung district, Chiang Rai province. Special Problem. Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand.
- [4] Rathinavelu, R. and Graziosi, G., 2005. Use of coffee wastes and by-products: A summary. International Coffee Organization, 1967/ 05, 1-2.
- [5] Saha, D. and Bhattacharya, S., 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47, 587–597.
- [6] Oakenfull, D. and Scott, A., 1984. Hydrophobic interaction in the gelation of high methoxyl pectins. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 1098.
- [7] Voragen, A.G.J., Pilnik, W., Thibault, J.F., Axelos, M.A.V. and Renar, C.M.G.C., 1995. *Pectins*. In A.M. Stephan (Ed.) *Food Polysaccharides and their Applications*, New York: Marcel Dekker, Inc., 287–339.
- [8] Sila, D., van Buggenhout, S., Duvetter, T., Fraeye, I., de Roeck, A., van Loey, A., Hendrickx, M., 2009. Pectins in processed fruits and vegetables. Part II – Structure-function relationships. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 86–104.
- [9] Cheng, H.N., and Neiss, T.G., 2012. Solution NMR spectroscopy of food polysaccharides. *Polymer Reviews*, 52, 81–114.
- [10] Simmler, C., Napolitano, J.G., McAlpine, J.B., Chen, S.N., and Pauli, G.F., 2014. Universal quantitative NMR analysis of complex natural samples. *Current Opinion in Biotechnology*, 25, 51–59.
- [11] Cramer, C. J., 2004. *Essentials Computational Chemistry*, Wiley: Hoboken, NJ.
- [12] Monfregola, L., Bugatti, V., Amodeo, P., Luca, S.D. and Vittoria, V., 2011. Physical and water sorption properties of chemically modifies pectin with and environmentally friendly process. *Biomacromolecules*, 12, 2311–2318.
- [13] Chaiwong, C., Tunma, S., Sangprasert, W., Nimmanpipug, P. and Boonyawan, D., 2010. Graft polymerization of flame-retardant compound onto silk via plasma jet. *Surface and Coatings Technology*, 204, 2991–2995.
- [14] AOAC (1998) *Official Methods of Analysis*. 16th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- [15] Accelrys Materials Studio (Version v 5.5), 2007. Accelrys Inc., San Diego, USA.
- [16] Joshi, V.K. and Attri, D., 2006. Solid state fermentation of apple pomace for the production of value added product. *Natural Product Radiance*, 5(4), 289-296.
- [17] JECFA (*Compendium of food additive specifications Addendum 9*). 2001. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives 57th, Rome, Italy, 75 – 79.
- [18] Ptichkina, N.M., Markina, O.A. and Rummyantseva, G.N., 2008. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. *Food Hydrocolloid*, 22, 192–195.

Current Applied Science and Technology Vol. 18 No. 3 Sep. - Dec. 2018

- [19] Pagan, J., Ibarz, A., Llorca, M. and Coll, L., 1999. Quality of industrial pectin extracted from peach pomace at different pH and temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1038–1042.
- [20] Daas, P.J.H., Boxma, B., Hopman, A.M.C.P., Voragen, A.G.J. and Schols, H.A., 2001. Nonesterified galacturonic acid sequence homology of pectins. *Biopolymers*, 58, 1-8.
- [21] Rouse, A.H., 1977. Pectin: distribution, significance. Dalam Nagy S.P., Shaw E., Veldhuis M.K. (eds). *Citrus Science and Technology* (1). The AVI Publishing Company Inc.
- [22] Rangana, S., 1986. *Handbook of analysis and quality control for fruits and vegetables products*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- [23] Sungpud, C., Sungpud, J. and Phasuk, N., 2005. *Chemical and physical properties of pectin powder from pummelo fruit*. Master Thesis. Chiang Mai University, Thailand.

**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)**

ชื่อ - สกุล
นางสาวจินดา ศิริตา

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2551
วท.ม. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2548
วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2542

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน ผู้อำนวยการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2561 – 2563 รองผู้อำนวยการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2542 – 2560 อาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตรศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Jinda Sirita, Banthot Chomsawan, Piyada Yodsoontorn, Soonthree Kornochalart, Chaipat Lapinee, and Kanlaya Jumpatong. (2020). Antioxidant activities, phenolic and tannin contents of paper Mulberry (*Broussonetia papyrifera*) extract, *Medicinal Plants*, 12(3), p.323 - 327.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. CMS2104 เคมีเชิงฟิสิกส์
2. CMS3405 เทคโนโลยีและนวัตกรรมพลังงานทางเลือก



Research Article

Antioxidant activities, phenolic and tannin contents of paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*) extract

Jinda Sirita^{1*}, Banthot Chomsawan¹, Piyada Yodsoontorn¹, Soonthree Kornochaler¹, Chaipat Lapinee² and Kanlaya Jumpatong²

¹Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57100 Thailand

²Department of Chemistry, School of Science, University of Phayao, Phayao 56000, Thailand

Received: June 06, 2020; Accepted: July 22, 2020

ABSTRACT

This research aimed to determine the quantity of phenolic and tannin contents in paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*) extract. An antioxidant activity of the ethanolic extract was also investigated. Crude extract of dry old leaves of paper mulberry was found to have the highest percent yield (5.09 ± 0.19) and phenolic content (262.25 ± 9.17 mg GAE/100g), while the dry young leaf extract had the highest tannin content (213.16 ± 24.26 mg/100g). The highest antioxidant activity with IC_{50} value of 0.29 ± 0.02 mg/mL was found in the dry bark extract. Also, four parts of dried paper mulberry samples were analyzed for the quantities of total phenolic content, tannins and antioxidant activities in hot water extracts. The extracts of dry old leaves were found to have the highest phenolic content (565.67 ± 4.51 mg GAE/100g of extract) and tannin content (16.73 ± 5.37 mg/100g of extract). The highest antioxidant activity with IC_{50} value of 0.33 ± 0.08 mg/mL was found in the dry bark extract.

Keywords: paper mulberry, *Broussonetia papyrifera*, antioxidant activities

INTRODUCTION

Paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*) is a plant in the mulberry tree family. Most of its fiber is in the bark and is normally used to make umbrellas, artificial flowers, lamps, fans, kites, various greeting cards, drawing paper, chemical wrapping paper and several useful substances used in human ailments in hospitals. It is also a medicinal plant used in the treatment of several diseases: leaves are used for promoting diuresis, antidotes to insect bites and stings and treatment for dermatophyte infection. Ripe fruits are used to promote kidney function and relieve fatigue. The bark of the trunk is used for treatment of hemorrhage, coughing and vomiting. The plant latex can be used to treat edema, bites and stings from insects (Han and Huang, 2016). In Thailand, 4 species of *Broussonetia*, including *Broussonetia kaempferi* Siebold, *B. kaxinoki* Siebold & Zucc., *B. kurzii* (Hook. F.) Corner and *B.*

papyrifera (L.) L'Hér. ex Vent. were found widely distributed in northern, northern-east and western regions. In this study, *B. papyrifera* was collected from Chiang Rai Province, Thailand. Pollen morphology of *B. papyrifera* was evaluated in order to identify their informative pollinic characteristics to contribute to the taxonomic classification of the species.

The active chemical substances identified in paper mulberry are kazinol F, brousochalcone A and papyriflavonol A. Kazinol F can be extracted from roots, and can inhibit tyrosinase activity during melanin production. Thus, it is used in cosmetics and skin treatment (Zheng *et al.*, 2008). It has tyrosinase inhibition activity which is reported to exceed the activities of kojic acid, vitamin C and hydroquinone. Both ethanol and petroleum ether extracts contain antioxidants in a high-performance group such as hydroxytoluene (BHT). However, clinical trials regarding skin lightening effects are lacking. A patch test using 1% paper mulberry extract revealed

*Corresponding author e-mail: jsirita028@gmail.com

no significant skin irritation at 24 h and 28 h (Rashmi *et al.*, 2013). Plant polyphenols with antioxidant capacity could scavenge reactive chemical species as well as minimize oxidative damages resulting from excessive light exposure. Some plant polyphenols are important components of both human and animal diets and they are safe to be consumed (Kim, 2005). There are few reports of biological activities of paper mulberry grown in Thailand. Recently, the biological activities were investigated and it was reported that the extract of *B. papyrifera* had modest anti-bacterial activities and potent anti-inflammatory effects. Various parts of the plant (young leaves, old leaves, stems and barks) were extracted using hot water. The result showed that the cytotoxicity of aqueous extracts of all plant parts (0.1-1000 µg/mL) was low against RAW 264.7, except for stem and bark extracts which possessed 1,000 µg/mL causing up to 40% cell death (Wanachewin *et al.*, 2019).

The effects of different types of solvents, such as methanol, hexane, and ethyl alcohol, for the purpose of antioxidant extraction from various plant parts, such as leaves and seeds were reported. It was discovered that highly polar solvents were more effective (Altemimi *et al.*, 2017). The roots of *B. papyrifera* were extracted by four different polar solvents including chloroform, 50% ethanol in water, ethanol, and water. The ethanol extract showed the most potent inhibition (72.3% at 20 g/mL) against xanthine oxidase (XOD) (Ryu *et al.*, 2012). Furthermore, *B. papyrifera* fruit were analyzed for their total chemical composition and antioxidant activities in ethanol and aqueous extracts. Among the two extracts, the ethanol extract of *B. papyrifera* flowers showed the highest potent radical scavenging activity (Sun *et al.*, 2011).

There are still few studies conducted on the phenolic, tannin contents and antioxidant activities of this plant. Hence, in the present study attempt has been made on phenolic, tannins, and antioxidant substances of ethanolic extract from various plant parts of paper mulberry collected from Chiang Rai Province, Thailand. Moreover, we also focused on antioxidant properties of hot water extract of dried samples of the plant that was commonly used as herbal beverage.

MATERIALS AND METHODS

Preparation of paper mulberry extracts

Various parts of paper mulberry were thoroughly rinsed with clean water, dried in the shade, then crushed and oven-dried

at 50°C. Dried samples were immersed in 95% ethanol (1:10 weight per volume) for 72 h, and then filtered. The solvent was evaporated by rotary vacuum evaporator. Resulting samples were freeze-dried and used for further analysis.

Preparation of the herbal beverage (stock solution): four parts of dried samples of paper mulberry were infused in hot water (2.0 g in 200 mL of hot water) for 10 min at 75-80°C (Barreira *et al.*, 2013) with some modifications.

Determination of total phenolic content

The amount of total phenolics in paper mulberry extract was measured using the Folin-Ciocalteu reagent method (Savittree *et al.*, 2004) with some modifications. The 1.0 mL extract in methanol at the concentration of 1 mg/mL was added to a test tube containing 2.5 mL of 10% v/v Folin-Ciocalteu reagent and 2.0 mL distilled water. The solution was mixed and set aside for 6 min before adding 1.25 mL of 7.5% w/v sodium carbonate and left in the dark at room temperature for 2 h. The absorbance measurement was achieved at 765 nm wavelength using ethanol as a control to analyze the amount of all polyphenols in the gallic acid form and compare with a standard curve to determine gallic acid equivalents (mg GAE/100g).

Determination of tannin content

Tannin content of paper mulberry extract was determined using the Folin-Ciocalteu reagent method (Savittree *et al.*, 2004) with some modifications. The extract at concentration of 2.0 mg/mL in methanol was added into a test tube containing 0.2 mL Folin-Ciocalteu reagent and 2.0 mL of 7% w/v sodium carbonate. Then, the mixture was shaken and left in the dark for 60 min before measuring absorbance with UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 760 nm to calculate the amount of total tannins by comparing with a standard curve of tannic acid.

Antioxidant activity test

The antioxidant activity of the extract was measured by using the modified DPPH method (Kim, 2005). Various concentrations of paper mulberry extracts in methanol (1.0 mL) were added in a test tube. Then, a solution of 2.0 mL of 0.2 mM DPPH was added. The mixture was kept in the dark at room temperature for 30 min before measurement of the absorbance at 517 nm wavelength in triplicate. When A_c is the absorbance of DPPH mixed with methanol and A_s is the absorbance of DPPH mixed

with sample solution, the formula used for calculation is as follows:

$$\% \text{ inhibition} = \frac{\text{Ac-As}}{\text{Ac}} \times 100$$

Statistical analysis

The studies were conducted in triplicate and results were expressed as mean \pm standard deviation. Statistical analyses were done by using Duncan's test with $P < 0.05$ to define significance.

RESULTS AND DISCUSSION

Total phenolic content

It was found that the total phenolic content of different parts of paper mulberry ranged from 47.08-262.25 mg GAE/100g extract (Table 1). The extract with the highest quantity of phenolic compounds (262.25 ± 9.17 mg GAE/100g of extract) was obtained from dry old leaves, followed by dry barks (181.18 ± 9.56 mg GAE/100g of extract) and fresh old leaves (179.07 ± 12.17 mg GAE/100g of extract), respectively.

Tannin content

It was found that the tannin content from different parts of paper mulberry ranged from 13.56-213.16 mg/100g extract (Table 1). The extract with the highest quantity of tannin (213.16 ± 24.26 mg/100g of extract) was from dry young leaves, followed by fresh young leaves (167.07 ± 6.11 mg/100g of

extract) and dry old leaves (80.66 ± 4.98 mg/100g of extract), respectively.

Antioxidant activity

Results showed that the highest antioxidant activity was found in dry barks with IC_{50} value of 0.29 ± 0.02 mg/mL, followed by fresh barks and dry young leaves with IC_{50} values of 0.40 ± 0.04 mg/mL and 0.53 ± 0.00 mg/mL, respectively (Table 1).

Quantities of total phenolics, tannins and antioxidant activities of the extracts from different parts of paper mulberry were significantly different ($p < 0.05$) according to the t-test. In addition, the extracts from dry young leaves, old leaves and barks showed higher phenolic and tannin contents than the extract from fresh plant. The extract of bark showed higher antioxidant activity than other parts, which corresponded to the study of *B. papyrifera* stem, bark and wood by Xu *et al.* (2010). Also, the extract of dry bark showed the highest antioxidant activity even though the amount of total phenolics and tannins were not recorded the highest. It seemed that there might be other accumulated anti-free radical groups in higher quantities. The Folin-Ciocalteu method, generally used to assay the total phenolic compound content, was also used to measure the total reducing capacity of samples. Total phenolic content was correlated with redox and antioxidant capacities as measured by the TEAC or DPPH methods (de Oliveira *et al.*, 2012). The Folin-Ciocalteu phenol reagent was used for estimation of the amount of phenolic compounds in the extract. However, the assay showed nonspecific not only to polyphenols but to any other substances that could be

Table 1: The percentage yield, quantities of total phenolics, tannins and IC_{50} values

Plant parts	% yield	Total phenolicsmg GAE/100g	Tannins (mg/100g)	IC_{50} (mg/mL)
Fresh young leaves	2.84 \pm 0.28	143.21 \pm 9.66	167.07 \pm 6.11	0.78 \pm 0.05
Fresh old leaves	3.06 \pm 0.15	155.93 \pm 15.27	46.95 \pm 2.12	0.58 \pm 0.04
Fresh barks	2.11 \pm 0.03	146.91 \pm 16.83	45.48 \pm 4.49	0.40 \pm 0.04
Fresh stems	1.90 \pm 0.26	49.17 \pm 9.46	13.56 \pm 1.83	1.40 \pm 0.06
Dry young leaves	3.68 \pm 0.46	179.07 \pm 12.17	213.16 \pm 24.26	0.53 \pm 0.00
Dry old leaves	5.09 \pm 0.19	262.25 \pm 9.17	80.66 \pm 4.98	0.56 \pm 0.02
Dry barks	2.10 \pm 0.14	181.18 \pm 9.56	52.30 \pm 4.56	0.29 \pm 0.02
Dry stems	1.07 \pm 0.18	47.08 \pm 10.59	12.69 \pm 2.62	0.77 \pm 0.04

Remark: $p < 0.05$

Table 2: The quantities of total phenolics, tannins and IC₅₀ values of herbal tea

Plant parts	Total phenolicsmg GAE/100g	Tannins (mg/100g)	IC ₅₀ (mg/mL)
Dry young leaves	334.33±5.51	15.42±2.07	0.46±0.03
Dry old leaves	565.67±4.51	16.73±5.37	0.42±0.09
Dry barks	337.67±3.21	2.35±0.14	0.33±0.08
Dry stems	233.00±4.58	1.01±0.16	0.49±0.05

Remark: p<0.05

oxidized by the Folin reagent as reported by various researchers, indicating the poor specificity of the assay. This statement might explain low correlation between phenolic content and antioxidant activity (Singleton *et al.*, 1999; Escarpa *et al.*, 2001).

Currently, the community needs identity of the products from paper mulberry. Herbal tea obtained from mulberry leaves should be another option for promoting products for further successful commercialization. Therefore, the active ingredients of hot water extract of various parts from dried paper mulberry were investigated in this study. The extraction method was similar to when preparing tea for drinking. Four parts of dried samples of paper mulberry were analyzed for their total phenolics, tannins and antioxidant activities in hot water extracts. The results showed that the highest antioxidant activity was found in dry barks with IC₅₀ value of 0.33±0.08 mg/mL, followed by dry young leaves, dry stems and dry old leaves with IC₅₀ values of 0.42±0.09, 0.46±0.03 and 0.49±0.05 mg/mL, respectively (Table 2). The extract with the highest quantity of phenolic compounds (565.67±4.51 mg GAE/100g of extract) was obtained from dry old leaves. Also, the extract with the highest quantity of tannin (16.73 ± 5.37 mg/100g of extract) was from dry old leaves (Table 2). The quantities of total phenolics, tannins and antioxidant activities of the extracts from different parts of paper mulberry were significantly different (p < 0.05) according to the t-test. In addition, the extracts from dry old leaves showed higher phenolic and tannin contents than the dry bark extract. It seems that a herbal tea can be made from mulberry leaf. The work of Wanachewin *et al.* (2019) revealed that the aqueous extracts of all different parts of paper mulberry had low cytotoxicity (0.1-1000 µg/mL) to RAW 264.7, except for stem and bark which possessed 1,000 µg/mL causing up to 40% of cell death.

Therefore, further studies are needed to identify which phenolic compounds are responsible for the antioxidant activity of the species. Moreover, this research could be used as a guideline for the manufacture of paper mulberry products such as cosmetics and medicinal drugs. Guo *et al.* (2013) reported that phenyl-flavones derivatives from the barks of paper mulberry could inhibit the growth of breast cancer and also had ability to inhibit the growth of tumors efficiently.

CONCLUSION

The extract of dry old paper mulberry leaves had the highest yield and phenolic content, while the highest tannin content was detected in dry young leaves. The highest antioxidant activity with IC₅₀ value of 0.29 ± 0.02 mg/mL was obtained from dry barks. The results showed that the highest antioxidant activity was found in dry barks. In addition, the extracts from dry old leaves showed higher phenolic and tannin contents than the dry bark extract. Different parts of plant yielded different amounts of phenols, tannins and antioxidants significantly (p < 0.05). However, further structural elucidation and isolation of active ingredients is required.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank the National Research Council of Thailand for the sponsorship and the support of experimental devices and analysis tool provided by Chiang Rai Rajabhat University and we would like to thank Ban Pang Ha community, Koh Chang district, Mae Sai, Chiang Rai Province for the generous providing of plant samples.

REFERENCES

Altemimi A, Lakhssassi N, Baharlouei A, Watson DG and Lightfoot DA (2017). Phytochemicals: extraction, isolation, and

- identification of bioactive compounds from plant extracts. *Pl.*, 6(4): 1-23.
- Barreira CMJ, Morais AL, Ferreira CFRI and PP Oliveira MB (2013). Insights on the formulation of herbal beverages with medicinal claims according with their antioxidant properties. *Mol.*, 18: 2851-2863.
- de Oliveira AMF, Sousa Pinheiro L, Souto Pereira CK, Neves Matias W, Albuquerque Gomes R, Souza Chaves O, Vanderlei de Souza MdF, Nóbrega de Almeida R and Simões de Assis T (2012). Total phenolic content and antioxidant activity of some malvaceae family species. *Antioxid.*, 1: 33-43.
- Escarpa A and Gonzalez MC (2001). Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. *Anal. Chim. Acta.*, 427(1): 119-127.
- Guo FJ, Feng L and Huang C (2013). Prenylflavone derivatives from *Broussonetia papyrifera*, inhibit the growth of breast cancer cells in vitro and in vivo. *Phytochem. Lett.*, 6: 331-336.
- Han Q, Wu Z and Huang B (2016). Extraction antioxidant and antibacterial activities of *Broussonetia papyrifera* fruits polysaccharides. *Int. J. Biol. Macromol.*, 92: 116-124.
- Kim J (2005). Radical scavenging capacity and antioxidant activity of the E Vitamer fraction in rice bran. *J. Food Sci.*, 70(3): C208-C213.
- Kim M and Zavada MS (1993). Pollen morphology of *Broussonetia* (Moraceae). *Grana*, 32: 327-329.
- Kornochalert S and Waiyaka P (2020). [Abstract]. Comparative pollen morphological analysis of *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent. (Moraceae) using light and scanning electron microscopy. *Proceedings of the 37th MST International conference of the Microscopy Society of Thailand*, 37:127-128.
- Rashmi S, Pooja A and K Vijay G (2013). Cosmeceutical for hyperpigmentation : What is available? *J. Cutan. Aesthet. Surg.*, 6(1): 4-11.
- Ryu HW, Lee JH, Kang JE, Jin YM and Park KH (2012). Inhibition of xanthine oxidase by phenolic phytochemicals from *Broussonetia papyrifera*. *J. Korea Soc. Appl. Bio.*, 55: 587-594.
- Savitree M, Isara P, Nittaya SL and Worapan S (2004). Radical scavenging activity and total phenolic content of medicinal plants used in primary health care. *J. Pharm. Sci.*, 9(1): 32-35.
- Shu G (2003). *Broussonetia* L'Héritier ex Ventenat, *Tabl. Règn. Vég.* 3: 547. 1799, nom. cons, not Ortega (1798). *Flora of China*, 5: 26-27.
- Singleton VL, Orthofer R and Lamuela-Raventos RM (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 299: 152-178.
- Sun J, Zhang CS, Yu LN, Bi J, Liu SF, Zhu F and Yang QL (2011). Antioxidant activity and total phenolics of *Broussonetia papyrifera* Flower Extracts. *Appl. Mech. Mater.*, 140: 263-267.
- Wanachewin O, Chaiwongsa R, Choocheep K, Kongtawelert P and Pukumpuang W (2019). Biological activities of paper mulberry extract (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.). *Proceedings of the 45th Congress on Science and Technology of Thailand*, 45: 194-198.
- Xu ML, Wang L, Hu JH, Lee SK and Wang MH (2010). Antioxidant activities and related polyphenolic constituents of the methanol extract fractions from *Broussonetia papyrifera* stem bark and wood. *Food Sci. Biotechnol.*, 19: 677-682.
- Zheng Z, Cheng K, Chao J, Wu J and Wang M (2008). Tyrosinase inhibitors from paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*). *Food Chem.*, 106: 529-535.

Medicinal Plants

An International Journal of Phytomedicines and Related Industries
 Published by : Society for Conservation and Resource
 Development of Medicinal Plants (SMP) New Delhi



NAAS rating (2020) : 5.12
 UGC Approved
 Indexed in: CNKI Scholar, EBSCO Discovery, Summon Proquest, Primo and Primo
 Central, J-Gate, ICL, NAAS 2016 (5.12), SCOPUS/ Elsevier, Index Copernicus (2017)
 (ICV - 106.50, Index Copernicus (2017) (ICV - 106.50 (2016), EMBASE, CAB, INFOBASE INDEX (IB Factor 2017 = 3.1), Indian Science, Cite Factor, I2OR, ESJI, DRJI, ISRA-JIF, EZB, IJIF, MIAR (MIAR (ICDS - 3.5)

Print ISSN 0975-4261
 Online ISSN 0975-6892

Volume 12 | Number 3 | September 2020

EDITOR-IN-CHIEF

Dr. J.L.N. Sastry
 Chief Executive Officer
 National Medicinal Plants Board, Ministry of AYUSH
 Indian Red Cross Society, Annexe Building, 1st & 2nd Floor
 1 Red Cross Road, New Delhi - 110001, India
 e-mail : ceo-nmpb@nic.in Ph. : 011-23721821

GP Rao
 Principal Scientist, Division of Plant Pathology
 Indian Agricultural Research Institute, Delhi - 110012
 e-mail : medplantjour@gmail.com Ph. : 91-9711763384

HB Singh
 Ex-Head, Department of Plant Pathology
 Banaras Hindu University, Varanasi - 221005, India
 e-mail : hbs1@rediffmail.com Ph. : 0-9415355571

AK Bhatnagar
 Ex-Head and Professor, Department of Botany
 University of Delhi, Delhi - 110007, India
 e-mail : akbhatnagar49@gmail.com Ph. : 91-9810376885

EXECUTIVE EDITORS

K Rajamani
 Department of Medicinal and Aromatic Crops
 HC&RI, TNAU, Coimbatore - 641003
 e-mail : med@tnau.ac.in Ph. : 0-9047033352

Manish Das
 Horticulture Science Division
 ICAR, New Delhi - 110002, India
 e-mail : manishdas50@gmail.com Ph. : 91-8587879524

MANAGING EDITOR

Ashok Datta
 A-155, Ashok Vihar, Phase-IV
 New Delhi - 110052, India
 e-mail: smediplants@yahoo.com
 Ph. : 91-9818412122

ADVISORY BOARD

R. Murugeswaran, NMPB, New Delhi, India
 A.R. Nautiyal, Srinagar (Garhwal), India
 N. Padma Kumar, New Delhi, India
 N.K. Kumawat, NMPB, New Delhi, India
 S.S. Samant, Shimla, India
 P. Pushpangadan, Kerala, India
 Rakesh Pandey, Lucknow, India
 S.K. Prabhuj, Gorakhpur, India
 M. Ramesh, Karaikudi, Tamil Nadu, India
 Jeetendra Kumar Vaishya, NMPB, New Delhi, India

All correspondence should be addressed to Ashok Datta
 Ph. 91-9818412122, 91-9711763384
 medplantjour@gmail.com, smp.mediplants@gmail.com

Submission of Manuscripts

Authors should submit their articles to the Editors of
 'Medicinal Plants' through online manuscript submission
 facility at www.indianjournals.com

EDITORIAL BOARD (2019-20)

Fabrice F Boyom, Cameroon
 Sefirin Djiogue, Yaounde-Cameroon
 Vijay K Gupta, Tartu, Estonia
 Waseem Rizvi, Aligarh, India
 MJ Nanjan, Ootacamund, India
 Y Naidoo, Durban, South Africa
 Rakshpal Singh, Lucknow, India
 Ahmed M Abdel - Azeem, Ismailia, Mexico
 SMP Khurana, Manesar, India
 S Sommano, Chiang Mai, Thailand
 V Kashyap, New York, USA
 GR Smitha, Bengaluru, India
 Khong Heng Yen, Sarawak, Malaysia

SK Tewari, Lucknow, India
 Marcela C Pagano, Minas Gerais, Brazil
 AR Nautiyal, Srinagar, Uttrakhand
 Manju Anand, Manesar, India
 SS Samant, Shimla, India
 V Sivaram, Bengaluru, India
 Tamara Kacharava, Tbilisi, Georgia
 Ivan Salamon, Presov, Slovakia
 N Raaman, Chennai, India
 Sandra Perez Avarez, Mexico City, Mexico
 T Sekar, Chennai, India
 DK Kishore, NMPB, New Delhi, India
 Harjeet Singh, NMPB, New Delhi, India

DJ Bagyaraj, Bengaluru, India
 Kusum Arunachalam, Dehradun, India
 Gurley Jr, Billy, USA
 Alfred Marogi, Sovenga, South Africa
 Minaxi Sharma, Tartu, Estonia
 MA Suryanarayana, Bengaluru, India
 RS Santhosh, Thanjavur, Tamil Nadu
 A Arunachalam, New Delhi, India
 Ravinder Raina, New Delhi, India
 Jozef Fejér, Presov, Slovakia
 T Parimelazhagan, Coimbatore, India
 George Asare, Accra, Ghana
 Bruna Dallaqua, Brazil

**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางเคมี)**

.....

ชื่อ - สกุล

นายบรรพต จอมสุวรรณค์

ตำแหน่งทางวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีวเคมี)

ประวัติการศึกษา

วท.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พ.ศ. 2550

วท.บ. (ชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2539

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน รองคณบดี รับผิดชอบงานวิจัยและพัฒนา ฝึกอบรม และบริการวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

พ.ศ. 2560 – 2563 อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

พ.ศ. 2556 – 2559 รองคณบดี รับผิดชอบงานวิจัยและบริการวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

พ.ศ. 2544 – 2555 อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Chomsawan, B., Srisom, P., and Yodsoontorn, P. (2021). Utilization of Phulae Pineapple Waste for Cattle Feed Formula. *Proceeding of The 2nd International and National Conference (Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)*. The Graduate School, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand, March 20, 2021. p.D47 - D52.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. CMS2105 ชีวเคมี
2. CMS3402 เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีวเคมี
3. CMS3403 เทคโนโลยีเอนไซม์

การใช้ประโยชน์จากเปลือกสับประดุกแลเหลือทิ้งเพื่อพัฒนาเป็นสูตรอาหารโค

ศ.บรรพต จอมสวรรค์¹, อาจารย์ปิยดา ยศสุนทร², ปิยพร ศรีสม³

^{1,2,3}คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรอาหารหมักสำหรับโคจากเปลือกสับประดุกแล โดยอาหารหมักมีส่วนผสมต่างๆ กัน จำนวน 5 สูตร คือ F1) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ F2) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ F3) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ มันสำปะหลังบด 5 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ F4) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ มันสำปะหลังบด 10 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ F5) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ มันสำปะหลังบด 15 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ หมักเป็นเวลา 21 วัน แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหมัก ผลการวิจัยพบว่า สูตรอาหารหมัก F1 มีวัตถุแห้ง (DM) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) และพลังงาน (Energy) สูงที่สุด สูตรอาหารหมัก F2 มีเถ้า (Ash) และโปรตีน (CP) สูงที่สุด และสูตรอาหารหมัก F1 มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) สูงที่สุด และปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า เยื่อใย ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย และพลังงานของสูตรอาหารหมักทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณโปรตีนที่ได้จากการหมักพบว่าสูตรอาหารหมัก F2 มีปริมาณโปรตีนสูงสุด 29.5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสูตรอาหารหมัก F2 จึงเหมาะสำหรับเป็นสูตรอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงโค

คำสำคัญ: เปลือกสับประดุกแล, อาหารโคหมัก, อาหารเสริมโปรตีน

Abstract

The aim of this research was to develop a fermented feed formula for cattle from Phu Lae pineapple peel. In which the fermented food contains 5 different ingredients including: F1) pineapple peel, 2 % of molasses, and 0.5 % of yeast. F2) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, and 0.5 % of yeast. F3) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, 5 % of mashed cassava, and 0.5 % of yeast. F4) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, 10 % of mashed cassava, and 0.5 % of yeast. and F5) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, 15 % of mashed cassava, and 0.5 % of yeast; The results revealed that the F1 fermented food contains the highest amount of Dry matter (DM), Crude fiber (CF), Ether extract (EE) and Energy. The F2 fermented food contains the highest amount of Ash and Crude protein (CP). And the F5 Fermented food contains the highest amount of Nitrogen free extract (NFE). All contents of DM, Ash, CF, EE, CP, NFE, and Energy of the 5 fermented food recipes were statistically significant differences ($P < 0.05$). When considering only the protein content of fermentation, it was found that the F2 fermented food had the highest protein content of 29.5 percent. Therefore, F2 fermented food was suitable as a protein supplement for cattle raising.

Keywords: Phu Lae pineapple peel, cattle fermented feed, protein supplement

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

บทนำ

สับปะรดภูเก็ต ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สำคัญของจังหวัดเชียงราย ที่เป็นสินค้าหลักและสร้างชื่อเสียงให้จังหวัดเชียงรายเป็นอย่างมากและยังเป็นสินค้าที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications, GI) ของจังหวัดเชียงราย โดยสับปะรดภูเก็ตเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในเมืองไทยและต่างประเทศ จึงทำให้มีหน่วยงานหลายแห่ง เช่น กรมพัฒนาที่ดิน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การท่องเที่ยว หน่วยงานด้านการเกษตร พัฒนาชุมชน เป็นต้น เข้ามามีส่วนร่วมในการส่งเสริมและพัฒนา ผลผลิตสับปะรด ส่วนในพื้นที่มีหน่วยงานหลักที่ให้การส่งเสริมการผลิตสับปะรด คือเทศบาลตำบลนางแลรวมทั้งจังหวัดเชียงราย ในการปลูกสับปะรดภูเก็ต จะพบว่าหมู่บ้านแม่ปูกา เป็นหมู่บ้านอันดับแรกๆที่เป็นพื้นที่ปลูกสับปะรด มีจุดเริ่มต้นจากคนที่อาศัยในหมู่บ้านแม่ปูกา ที่มีการนำสับปะรดจากจังหวัดภูเก็ตมาปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

ในพื้นที่เกษตรกรรมต่างๆ ของจังหวัดเชียงราย นิยมขยายพื้นที่ปลูกและบริโภค สับปะรดภูเก็ตเป็น จำนวนมาก เนื่องจากในพื้นที่มีรายได้จากการขายสับปะรดภูเก็ตเพื่อการส่งออก จากการเติบโตทางเศรษฐกิจดังกล่าว พบปัญหาที่สำคัญคือ เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด ยังขาดความรู้แบบบูรณาการด้านการผลิตสับปะรด คือ เกษตรกรมุ่งผลิตสับปะรดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากเป็นสำคัญและทำการจัดตั้งโรงงานแปรรูปสับปะรดและส่งออกสับปะรด โดยขาดความสนใจต่อวัสดุเหลือใช้ นอกจากเนื้อผลสับปะรดคือ เปลือกสับปะรด ชั้วสับปะรด จุกสับปะรด และตาสับปะรด ซึ่งเกษตรกรได้ทิ้งไว้ให้เกิดกลิ่นเหม็นทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเรื่องกลิ่นของขยะจากเศษเหลือสับปะรดสร้างความเดือดร้อนให้กับชุมชนตามมา ในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์และสหรัฐอเมริกา ฯลฯ ได้นำเปลือกสับปะรดไปใช้เป็นอาหารสัตว์ชนิดอื่น (จินดา : 2547) ได้ผลดีมาแล้ว โดยเฉพาะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม และแกะ ฯลฯ โดยสามารถใช้ได้หลายรูปแบบ คือ ในสภาพสด หมักและแห้ง สำหรับในประเทศไทยได้มีนักวิชาการหลายท่านได้รายงานผลงานวิจัยการใช้เปลือกสับปะรดเป็นอาหารเลี้ยงโค ในลักษณะต่างๆกัน (สุมน : 2555) รวมทั้งผลพลอยได้ เช่น ใบ จุก และต้น จากข้อมูลทางวิชาการพบว่ามีแหล่งปลูกสับปะรดหลายพื้นที่ปลูกเพื่อส่งเข้าโรงงานสับปะรดกระป๋อง มีการใช้เศษเหลือสับปะรดสำหรับเลี้ยงโคเนื้อและโคนมในช่วงฤดูแล้ง เพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์ ในปัจจุบันเกษตรกรตื่นตัวมีการเลี้ยงโคนมและโคเนื้อกันมากทั้งเป็นอาชีพเสริมและอาชีพหลัก กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ (2562) รายงานว่าในประเทศไทยมีจำนวนโคนมทั้งหมด 666,311 ตัว และโคเนื้อทั้งหมดประมาณ 5,871,807 ตัว แต่ทุ่งหญ้าธรรมชาติและพื้นที่จัดสร้างทุ่งหญ้ามักจำกัด ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์มากขึ้นส่งผลให้สัตว์ซูบผอม ผลผลิตต่ำและโตช้า ในขณะที่มีผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมหลายชนิดและมีจำนวนมาก ได้ถูกนำมาใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อทดแทน แต่ก็ยังเกิดประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ อาจเนื่องจากการขาดองค์ความรู้ ความชำนาญ และวิธีการนำมาใช้อาจยุ่งยาก จึงมีนักวิชาการเข้ามาศึกษาวิจัยการนำผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมมาเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะเป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วงแล้งเป็นเวลานานประมาณ 4-6 เดือน โดยใช้ผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรที่มีศักยภาพสูงและมีแพร่หลายทั่วไปเช่น ฟางข้าว ยอดอ้อย ต้นข้าวโพด เปลือกและต้นถั่วเหลือง ผลพลอยได้และเศษเหลือจากสับปะรด เป็นต้น ซึ่งจากการเข้าไปในพื้นที่ภายใต้โครงการหมู่บ้านแม่ข่ายทางวิทยาศาสตร์ โครงการหมู่บ้านสับปะรดนางแล – ภูแลของ ธนุศักดิ์ (2557) พบว่า เกษตรกรบางส่วนได้นำเอาเปลือกสับปะรดมาเลี้ยงโคทดแทนหญ้าเนเปียร์ที่มีราคาสูง ด้วยการทิ้งเปลือกสับปะรดไว้ให้หมักเป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงให้โคกินเนื่องจากโคชอบเปลือกสับปะรดหมักมากกว่าเปลือกสับปะรดสด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งหวังที่จะนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนารูปแบบการหมักเปลือกสับปะรดภูเก็ตเพื่อเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณภาพสำหรับโค

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรอาหารโคหมักจากเปลือกสับประดุกุแล
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอาหารหมักสำหรับโค

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ใช้เปลือกสับประดุกุแลเหลือทิ้งจากตำบลท่าสุต ตำบลนางแล และตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ศึกษาผลของยีสต์และระยะเวลาในการหมัก

นำเปลือกสับประดุกุแลหมักโดยใช้ยีสต์ 0.5% (Y1-Y4) และไม่ใช้ยีสต์ (NY1-NY4) เปรียบเทียบกัน โดยใช้ระยะเวลาหมัก 7, 14, 21 และ 28 วัน เมื่อครบเวลาหมักแล้วทำการเก็บตัวอย่างอบแห้ง หาความชื้น บดให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (DM) เถ้า (Ash) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) โปรตีน (CP) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) และพลังงาน (Energy)

ศึกษาสูตรอาหารหมักสำหรับโค

นำเปลือกสับประดุกุแลมาพัฒนาเป็นสูตรอาหารหมักสำหรับโค ซึ่งมีส่วนผสมที่ประกอบด้วย เปลือกสับประดุกุแล กากน้ำตาล แอมโมเนียมซัลเฟต มันสำปะหลังบด และ ยีสต์ ด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน จำนวน 5 สูตร (F1-F5) ดังนี้

F1 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2% และ ยีสต์ 0.5%

F2 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2% และ ยีสต์ 0.5%

F3 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2%, มันสำปะหลังบด 5%, และ ยีสต์ 0.5%

F4 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2%, มันสำปะหลังบด 10%, และ ยีสต์ 0.5%

F5 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2%, มันสำปะหลังบด 15%, และ ยีสต์ 0.5%

ทำการหมักเป็นเวลา 21 วัน เมื่อครบเวลาหมักแล้วทำการเก็บตัวอย่างอบแห้ง หาความชื้น บดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (DM) เถ้า (Ash) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) โปรตีน (CP) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) และพลังงาน (Energy) โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ T-test โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS Version 17.0

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

พบว่าเมื่อนำเปลือกสับประดุกุแลมาผ่านกระบวนการหมักโดยใช้ยีสต์ 0.5% (Y1-Y4) และไม่ใช้ยีสต์ (NY1-NY4) ที่ระยะเวลา 0 (W0), 7 (Y1, NY1), 14 (Y2, NY2), 21 (Y3, NY3) และ 28 (Y4, NY4) วัน แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 1

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของสับประรดภูแลที่ผ่านกระบวนการหมักที่ระยะเวลาต่างๆ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ)

ระยะเวลาหมัก	DM (%)	Ash (%)	CF (%)	EE (%)	CP (%)	NFE (%)	Energy (cal/g)
W0	90.77	7.17	9.58	1.47	7.9	64.7	3,564.19
Y1	88.89	8.70	12.27	2.05	12.7	53.2	3,626.96
Y2	88.45	9.07	14.72	1.82	12.4	50.4	3,630.07
Y3	88.57	9.09	14.72	2.41	13.0	49.3	3,628.71
Y4	89.25	9.26	15.79	2.33	12.2	49.7	3,704.23
NY1	90.68	7.76	14.90	2.26	7.2	58.6	3,650.18
NY2	88.87	8.72	15.72	1.91	9.8	52.7	3,636.26
NY3	89.67	9.30	15.79	2.39	10.1	52.1	3,625.71
NY4	90.68	9.21	17.36	2.46	8.7	52.9	3,698.53

จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณวัตถุดิบ (DM) เถ้า (Ash) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) โปรตีน (CP) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) และพลังงาน (Energy) ที่หมักโดยการใช้อีซีดี และไม่ใช้อีซีดี ในระยะเวลาต่างๆ กัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้การหมักโดยการใช้อีซีดีจะให้ปริมาณโปรตีน (CP) สูงกว่าการหมักแบบไม่ใช้อีซีดี ซึ่งสอดคล้องกับ พืชขาดและคณะ (2557) ได้ศึกษามูลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักอีซีดีและต้นอ้อยสับต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคขุนคุณภาพ พบว่าการใช้อีซีดีหมักสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในมันสำปะหลังได้ ซึ่งการหมักโดยใช้อีซีดีเป็นเวลา 21 วันจะได้ปริมาณโปรตีนสูงที่สุด 13.0% ดังนั้นในขั้นตอนการพัฒนาเป็นสูตรอาหารหมักสำหรับโคจึงใช้อีซีดีหมักเป็นเวลา 21 วัน

เมื่อนำเปลือกสับประรดภูแลมาพัฒนาเป็นสูตรอาหารหมักสำหรับโค ซึ่งมีส่วนผสมที่ประกอบด้วย เปลือกสับประรดภูแล กากน้ำตาล แอมโมเนียมซัลเฟต มันสำปะหลังบด และ อีซีดี ด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน จำนวน 5 สูตร (F1-F5) ทำการหมักเป็นเวลา 21 วัน แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีอาหารหมักสำหรับโค (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ)

สูตรอาหารหมัก	DM (%)	Ash (%)	CF (%)	EE (%)	CP (%)	NFE (%)	Energy (cal/g)
F1	90.77	8.65	18.56	2.76	9.6	53.9	3,995.55
F2	88.89	8.67	13.57	2.34	29.5	34.8	3,508.84
F3	88.45	6.63	9.94	1.90	23.2	46.8	3,509.31
F4	88.57	4.68	6.78	1.41	18.3	57.4	3,579.64
F5	89.25	4.05	4.87	1.34	14.4	64.6	3,607.82

จากตารางที่ 2 พบว่า สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณวัตถุดิบมากที่สุดคือ F1(90.77%) รองลงมาคือ F2(88.89%) และลำดับสามคือ F4(88.57%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณแกล้มมากที่สุดคือ F2(8.67%) รองลงมาคือ F1(8.65%) และ

ลำดับสามคือ F3(6.63%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณเยื่อใยมากที่สุดคือ F1(18.56%) รองลงมาคือ F2(13.57%) และลำดับสามคือ F3(9.94%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ F1(2.76%) รองลงมาคือ F2(2.34%) และลำดับสามคือ F3(1.90%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุดคือ F2(29.5%) รองลงมาคือ F3(23.2%) และลำดับสามคือ F4(18.3%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณพลังงานมากที่สุดคือ F1(3,995.55 cal/g) รองลงมาคือ F5(3,607.82 cal/g) และลำดับสามคือ F4(3,579.64 cal/g) สูตรอาหารหมัก F1 มีวัตถุแห้ง (DM) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) และพลังงาน (Energy) สูงที่สุด สูตรอาหารหมัก F2 มีเถ้า (Ash) และโปรตีน (CP) สูงที่สุด และสูตรอาหารหมัก F5 มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) สูงที่สุด และสูตรอาหารหมักทั้ง 5 สูตร มีปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า เยื่อใย ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย และพลังงาน ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณโปรตีนที่ได้จากการหมักจะเห็นได้ว่าสูตรอาหารหมัก F2 มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 29.5% ทั้งนี้เพราะมีการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับยีสต์ในสูตร F2 ถึง F5 ซึ่งสอดคล้องกับณัฐพงษ์ (2560) พบว่าการเพิ่มแหล่งไนโตรเจนแก่ยีสต์ช่วยให้การหมักด้วยยีสต์สร้างโปรตีนสูงขึ้น แต่ปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารหมัก F3 F4 และ F5 กลับมีปริมาณลดลงทั้งนี้อาจเนื่องจากการเติมมันสำปะหลังบดลงไปทำให้ความชื้นในอาหารหมักลดลงด้วยจึงมีผลทำให้การเจริญของเชื้อยีสต์ลดลงและทำให้ยีสต์สร้างโปรตีนได้น้อยลงตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้ครั้งนี้สามารถนำไปใช้พัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงโคโดยการหมักเปลือกสับประรดที่มีส่วนผสมประกอบด้วย เปลือกสับประรด กากน้ำตาล 2% แอมโมเนียมซัลเฟต 2% และ ยีสต์ 0.5% ซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติมในกรณีนำไปเลี้ยงโคควรพิจารณาถึงอัตราการกินได้ต่อวัน และอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว เป็นต้น

เกษตรกรที่จะทำการผลิตอาหารหมักจากเปลือกสับประรดควรมีฟาร์มเลี้ยงสัตว์อยู่ไม่ห่างไกลจากโรงงานเปลือกสับประรดมากเกินไปเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และในการนำอาหารหมักจากเปลือกสับประรดไปเลี้ยงโคควรคลุกเคล้ากับฟางข้าวด้วยเพื่อลดความชื้นและจะช่วยให้โคกินอาหารได้ดีขึ้น

สรุป

การหมักเปลือกสับประรดโดยใช้ยีสต์จะให้ปริมาณโปรตีน (CP) สูงกว่าการไม่ใช้ยีสต์ สูตรอาหารหมักทั้ง 5 สูตร มีปริมาณองค์ประกอบต่างๆ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และสูตรอาหารหมักสำหรับโค F2 ซึ่งมีส่วนผสมที่ประกอบด้วย เปลือกสับประรด กากน้ำตาล 2% แอมโมเนียมซัลเฟต 2% และ ยีสต์ 0.5% จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเหมาะสำหรับเป็นสูตรอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงโค

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษา และกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเป็นอย่างสูงที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กองแผนงาน กรมปศุสัตว์. (2562). **ประมวลสถิติประจำปี 2562**. ค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก <http://ict.dld.go>.

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

th/webnew/index.php/th/service-ict/report/323-report-thailand-livestock/reportservey2562/1371-2562-country.

จินดา สนิทวงศ์ณ อยุธยา. (2547). **การใช้เศษเหลือและผลพลอยได้จากสับประรดเป็นอาหารสำหรับ สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. รายงานผลประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์. 562-581.

ธนศักดิ์ ธาระสาร. (2557). **รายงานผลการดำเนินการ ปีงบประมาณ 2557 หมู่บ้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมู่บ้านสับประรดกุล-นางแล**. เชียงราย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

พิชิตา เขจรศาสตร์ , ภาณุวัฒน์ คัมภีร์วัฒน์ , นายสัตวแพทย์ วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร . (2557). **ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์และต้นอ้อยสับต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคขุนภูพาน**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพงษ์ หม้อทอง และถวิล เคนวงศ์. (2560). **ผลของการใช้กากมันหมักยีสต์ทดแทนอาหารชั้นเพื่อขุนโคพื้นเมืองอีสาน**. อุดรธานี : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์อุดรธานี.

สุมน โพธิ์จันทร์. (2555). **การใช้ผลพลอยได้จากสับประรดเป็นอาหารโคเนื้อ-โคนม**. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2563, จาก http://expert.dld.go.th/attachments/article/166/pine_ap.pdf.

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไผ่ซาง (*Dendrocalamus* sp.)Antioxidant Activity of Psang Bamboo Leaves (*Dendrocalamus* sp.)

ปิยพร ศรีสม*, วลีพรรณ รกติกุล, จินดา ศิริตา, ปิยดา ยศสุนทรและ สุภาวดี แก้วพามา*

Piyaporn Srisom*, Waleepan Rakitikul, Jinda Sirita, Piyada Yodsoontorn* and Supawadee Kaewpama*

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; sc_piyapom@cru.ac.th

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; em_waleepan_r@cru.ac.th

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; sc_jinda@cru.ac.th

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; sc_piyada@cru.ac.th

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; em_supawadee@cru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไผ่ซาง (*Dendrocalamus* sp.) ซึ่งเป็นพืชธรรมชาติดั้งเดิมในพื้นที่หมู่บ้านป่าซางวิวัฒน์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย การศึกษาวิจัยได้เปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไผ่ซางส่วนยอดอ่อน และใบแก่ ทั้งในรูปแบบใบสดและใบอบแห้งด้วยตูบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°C โดยใช้วิธีทดสอบเอบีทีเอชและคำนวณเป็นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสัมพันธ์กับสารมาตรฐานโทรล็อกซ์ ผลการศึกษาพบว่าใบไผ่ซางสดส่วนยอดอ่อนและใบแก่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่าสารมาตรฐานโทรล็อกซ์อยู่ในช่วง 5.13–8.54 และ 6.32 – 9.31 มก./ก. ตามลำดับ สำหรับใบไผ่ซางอบแห้งส่วนยอดอ่อนและใบแก่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่าสารมาตรฐานโทรล็อกซ์อยู่ในช่วง 6.32 – 9.31 และ 8.05 – 10.95 mg/g ตามลำดับ อายุของใบไผ่และการอบแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ใบไผ่ซาง, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่าสารมาตรฐานโทรล็อกซ์, วิธีทดสอบเอบีทีเอช

Abstract

This research aimed to investigate antioxidant activity of Psang bamboo leaves (*Dendrocalamus* sp.) which is the natural, traditional plant in Pa PsangWiwat village, Muang district, Chiangrai province. Comparison of antioxidant activities in young and old bamboo leaves has been done as well as fresh and 40°C hot air oven dried sample. Antioxidant activity has been assessed by ABTS assay and calculated as Trolox equivalent antioxidative capacity. The TEAC values of fresh young and old Psang bamboo leaves were 5.13–8.54 and 6.32 – 9.31 mg/g. The TEAC values of dried young and old Psang bamboo leaves were 6.32 – 9.31 and 8.05 – 10.95 mg/g, respectively. Antioxidant activity in bamboo leaves was not significantly affected by leaf age and the drying method at statistical significant level of .05.

Keywords: Psang bamboo leaves, antioxidant activity, Trolox equivalent antioxidative capacity, ABTS assay

1. บทนำ

“ไผ่” เป็นพืชที่มีอายุยืนยาวมีการเจริญเติบโตเร็ว มีถิ่นกำเนิดและกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่า ไผ่ เป็นพืชที่มีคุณประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โตเร็ว รักษาและฟื้นฟูสภาพดินนำไปใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ใช้ทดแทนไม้จริง ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้ในการเลี้ยงสัตว์มีองค์ประกอบทางเคมีที่ใช้เป็นอาหารและยา ให้ถ่านคุณภาพสูงสำหรับการผลิตเครื่องสำอาง ตลอดจนการใช้เป็นไส้กรองน้ำ ไส้กรองอากาศ และการบำบัดน้ำเสีย [1]นอกจากไผ่จะมีศักยภาพสูงในการผลิตเป็นอาหารเนื่องจากมีโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และแร่ธาตุหลายชนิด[2]ยังมีการค้นพบว่าสารสกัดจากไผ่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยับยั้งจุลินทรีย์ ด้านการอักเสบ ด้านมะเร็ง ป้องกันโรคเบาหวานโรคหลอดเลือดหัวใจ ลดอาการอ่อนล้า ลดไขมัน และต้านการเกิดความอ้วน[3] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้เห็นความสำคัญของไผ่ในด้านเป็นไม้ใช้สอยไม้กินได้ และไม้เศรษฐกิจ จึงมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้ขยายพื้นที่เพาะปลูก และการใช้ประโยชน์จากไผ่เพื่อการพัฒนาสร้างความยั่งยืนด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในชุมชน [4]

ในอดีตมีการพบไผ่ชาง *Dendrocalamus sp.* ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณพื้นที่หมู่บ้านป่าขางวิวัฒน์อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จนเป็นที่มาของชื่อหมู่บ้าน และจากข้อมูลเชิงพื้นที่พบว่าบริเวณป่าใกล้เคียงกับหมู่บ้านป่าขางวิวัฒน์ยังมีไผ่ชาง*Dendrocalamus sp.*เติบโตอยู่ตามธรรมชาติเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันพบว่าชุมชนมีการใช้ประโยชน์จากไผ่ชาง*Dendrocalamus sp.* ในด้านการก่อสร้าง เครื่องจักสานการบริโภคหน่ออ่อนแต่ไม่พบข้อมูลการใช้ประโยชน์จากไผ่เนื่องจากไผ่ไม่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอยู่หลายชนิด มีการใช้ไผ่ไผ่แห้งเป็นสมุนไพรในการแพทย์แผนอินเดีย (Ayurveda) และการบริโภคชากจากไผ่ในประเทศจีนมาอย่างยาวนาน สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในไผ่ได้แก่ สารประกอบฟลาโวนอยด์(Flavonoid compounds) ซึ่งเป็นกลุ่มหนึ่งของสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีอะกลัยโคนเป็นองค์ประกอบ ส่งผลให้ไผ่ได้รับความสนใจในการพัฒนาให้เป็นอาหารฟังก์ชัน (Functional

food) ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดังเช่น ชาใบไผ่ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดประเทศจีน และเกาหลี [5] – [6]อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากไผ่ในทางยาและอาหารโภชนเภสัช (Nutraceuticals) ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากไผ่ในธรรมชาติทั่วโลกมีหลากหลายสายพันธุ์ แต่ผลการศึกษายังได้คัดเลือกศึกษาเฉพาะเพียงบางสายพันธุ์เท่านั้น[7] – [13] การวิเคราะห์ศักยภาพของไผ่ในทางยาและอาหารโภชนเภสัชให้ชัดเจนจึงยังคงต้องได้รับศึกษาพัฒนาเพิ่มเติมโดยงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของไผ่ชาง*Dendrocalamus sp.* ที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่หมู่บ้านป่าขางวิวัฒน์เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานสำคัญจำเป็นต่อการพัฒนาต่อยอดให้เป็นผลิตภัณฑ์ชาใบไผ่ชาง โดยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของไผ่ชาง*Dendrocalamus sp.* ในส่วนยอดอ่อนและใบแก่ ตลอดจนการศึกษาเปรียบเทียบผลของการอบแห้งที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยได้ใช้ ABTS Assay และคำนวณเป็นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสัมพันธ์กับสารมาตรฐาน Trolox (Trolox Equivalent Antioxidative Capacity, TEAC)[14] – [17]

2. วิธีดำเนินการศึกษา

2.1 การเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างไผ่ชาง *Dendrocalamus sp.* จากกอไผ่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาจำนวน 4 จุด จัดแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ยอดอ่อนไผ่ (X) และใบไผ่แก่ (Y) (ดังรูปที่ 1) ล้างใบไผ่ตัวอย่างให้สะอาดและผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แบ่งตัวอย่างออกเป็นส่วนยอดอ่อนใบไผ่และใบไผ่แก่ แบ่งยอดอ่อนใบไผ่และใบไผ่แก่นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เตรียมสารละลายตัวอย่างโดยชั่งตัวอย่างไผ่ที่บดเป็นแล้ว จำนวน 5 g เติมน้ำกลั่นร้อนและปรับปริมาตรให้ครบ 250 mL กรองสารละลายตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1



รูปที่ 1 การเก็บตัวอย่างใบไม้ส่วนยอดอ่อน (x) และใบแก่ (y)

2.2 การหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยABTS Assay

เตรียมสารละลาย 7 mM ABTS โดยชั่ง ABTS ปริมาณ 0.0360 g ละลายในน้ำกลั่นปราศจากไอออน และปรับปริมาตรให้ครบ 10 mL ผสมสารละลาย 7 mM ABTS จำนวน 10 mL กับสารละลาย 2.45 mM $K_2S_2O_8$ จำนวน 14.28 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 12 – 16 ชั่วโมง เก็บไว้ในตู้เย็น และนำมาเจือจางด้วยเอทานอลจนได้สารละลายที่มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm อยู่ในช่วง 0.7 – 0.9 (สารละลาย ABTS^{•+} working solution)

ปิเปตสารละลายตัวอย่างจำนวน 20 μ L ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมเอทานอล จำนวน 80 μ L และสารละลาย ABTS^{•+} working solution จำนวน 2 mL เขย่าและตั้งไว้เป็นเวลา 3 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm คำนวณค่า % Scavenging คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารต้านอนุมูลอิสระ Trolox

$$\% \text{ Scavenging} = (A_C - A_S) \times 100 / A_C(1)$$

เมื่อ A_C คือค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

A_S คือค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะทำการทดสอบซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (\pm SD) เปรียบเทียบผลด้วย t - test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วย Pearson Correlation โดยใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ

3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไม้ของ *Dendrocalamus sp.* ที่สกัดด้วยน้ำร้อน และทดสอบด้วย ABTS assay พบว่าใบไม้สดส่วนยอดอ่อนและใบแก่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระคำนวณเป็นค่า TEAC อยู่ในช่วง 5.13–8.54 และ 6.32– 9.31 mg/g ตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไม้สดระหว่างยอดอ่อนและใบแก่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{stat} = -2.522$) แต่ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ต่อกันเชิงบวกในระดับสูง ($r = 0.865$) ในขณะที่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไม้อบแห้งส่วนยอดอ่อนและใบแก่คำนวณเป็นค่า TEAC อยู่ในช่วง 6.32– 9.31 และ 8.05 – 10.95 mg/g ตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไม้สดระหว่างยอดอ่อนและใบแก่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{stat} = -2.104$) และตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ต่อกันเชิงบวกในระดับต่ำ ($r = 0.336$) โดยธรรมชาติใบไม้แม้มักมีการสะสมปริมาณสารพฤกษเคมีได้มากกว่ายอดอ่อน [18] แต่ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างใบไม้ส่วนยอดอ่อนและใบแก่จากกิ่งเดียวกัน จึงไม่พบความแตกต่างของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แต่เนื่องจากใบไม้สดส่วนยอดอ่อนมีความชื้นสูงกว่าใบไม้แก่ ความเข้มข้นของสารสำคัญต่างๆ จึงน้อยกว่าในใบไม้แก่ และเมื่อนำใบไม้ทั้งสองส่วนไปอบแห้ง ความเข้มข้นของสารสำคัญต่างๆ ในใบไม้ส่วนยอดอ่อนและใบไม้แก่จึงไม่แตกต่างกันมากนัก ความสัมพันธ์ต่อกันเชิงบวกของตัวแปรดังกล่าวจึงลดลง

ตารางที่ 1ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไม้ของ*Dendrocalamus sp.* ที่สกัดด้วยน้ำร้อน และทดสอบด้วยABTS assay
TEAC(mg/g) (mean \pm SD)^a

Sample	ยอดอ่อน		ใบแก่	
	ใบสด	อบแห้ง	ใบสด	อบแห้ง
A	5.13 \pm 0.63	7.52 \pm 0.64	9.86 \pm 0.23	8.05 \pm 0.28
B	7.36 \pm 0.67	6.32 \pm 0.70	8.19 \pm 0.70	8.45 \pm 0.32
C	8.54 \pm 0.21	9.31 \pm 0.89	12.49 \pm 0.73	9.57 \pm 0.12
D	6.40 \pm 0.93	7.50 \pm 0.22	8.48 \pm 0.54	10.95 \pm 0.81

^an=3

เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไม้ก่อนและหลังการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนพบว่า การอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°Cเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05ทั้งในใบไม้ส่วนยอดอ่อน ($t_{stat} = -0.416$)

4.สรุปผลการศึกษา

ใบไม้ของ*Dendrocalamus sp.* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มีศักยภาพเพียงพอต่อการพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารโภชนเภสัชในรูปแบบใบไม้ ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เมื่อพิจารณาจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะพบว่าใบไม้ของ *Dendrocalamus sp.* ทั้งในส่วนยอดอ่อนและใบแก่ นอกจากจะสามารถนำมาชงในน้ำร้อนได้โดยตรง ยังสามารถนำไปอบแห้งเพื่อพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์อาหารโภชนเภสัชที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ชุมชนในท้องถิ่นได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของใบไม้หมู่บ้านป่าซางวิวัฒน์ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณกองทุนสนับสนุนการวิจัยเพื่อการพัฒนา

และใบแก่ ($t_{stat} = 0.040$) แต่การอบแห้งใบไม้ส่วนยอดอ่อนจะมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ($r = 0.647$) มากกว่าการอบแห้งใบไม้แก่ ($r = 0.000$) ทั้งนี้เป็นผลจากความชื้นที่แตกต่างกันดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหมู่บ้านป่าซางวิวัฒน์ที่ได้ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธัญทิสิษฐ์ พวงจิก (2556). ไม่พืชมหัศจรรย์จริงหรือ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 21(2): 179-185.
- [2] Satya, S., Singhal, P., Mohan Bal, L. and Sudhakar, P. (2011). Bamboo shoot: a potential source of food security. *Mediterr J NutrMetab*5:1-10.
- [3] Goyal, A. K. and Brahma, B. K. (2014). Antioxidation and Nutraceutical potential of bamboo: an overview. *Int. J. Fund. Appl. Sci.* 3(1): 2-10.
- [4] สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร (2561). โครงการผลิตไม้และหวายเพื่อความยั่งยืน. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มกราคม 2562 จาก

- <http://www.agriman.doae.go.th/home/agri1/agri1.1/.pdf>
- [5] ปฏิวัติลอยทิพย์ (2555). การประเมินความสามารถด้านออกซิเดชันรวมในหลอดทดลอง. *J Sci Technol MSU*. 31(2): 164-170.
- [6] Nirmala, C. and Bisht, M.S. (2015). A prospective ingredient for functional food and nutraceuticals. 10th World Bamboo Congress Proceedings. 17-22 September 2015, Korea.
- [7] Nakajima, Y.; Yun, Y. S.; Kunugi, A. 2003. Six new flavonolignans from *Sasaveitchii* (Carr.) Rehder. *Tetrahedron*, 59(40), 8011-8015.
- [8] Wang, J., Yue, Y.D., Tang, F. and Sun, J. (2012). TLC screening for antioxidant activity of extracts from fifteen bamboo species and identification of antioxidant flavone glycosides from leaves of *Bambusa. textilis* McClure. *Molecules*, 17, 12297-12311.
- [9] Kweon, M.H., Hwang, H.J. and Sung, H.C. (2001). Identification and antioxidant activity of novel chlorogenic acid derivatives from bamboo (*Phyllostachys. edulis*). *J. Agric. Food Chem.*, 10, 4646-4655.
- [10] Wang, J., Yue, Y.D., Jiang, H. and Tang, F. (2012). Rapid screening for flavone C-glycosides in the leaves of different species of bamboo and simultaneous quantitation of four marker compounds by HPLC-UV/DAD. *Int. J. Anal. Chem.*, 205101:1-205101:8.
- [11] Hoyweghen, L.V., Karalic, I., Calenbergh, S.V., Deforce, D. and Heyerick, A. (2010). Antioxidant flavone glycosides from the leaves of *Fargesia. robusta*. *J. Nat. Prod.*, 9, 1573-1577.
- [12] Zhang, Y., Bao, B., Lu, B., Ren, Y., Tie, X. and Zhang, Y. (2005). Determination of flavone C-glycosides in antioxidant of bamboo leaves (AOB) fortified foods by reversed-phase high-performance liquid chromatography with ultraviolet diode array detection. *J. Chromatogr. A*, 2, 177-185.
- [13] Zhang, Y., Jiao, J., Liu, C., Wu, X. and Zhang, Y. (2008). Isolation and purification of four flavone C-glycosides from antioxidant of bamboo leaves by macroporous resin column chromatography and preparative high-performance liquid chromatography. *Food Chem.*, 3, 1326-1336.
- [14] ปฐมพงษ์ เมื่อกลี, ภาณุรัฐ เดชขยันต์, จิตพิสุทธิ์ จันทร์ทองอ่อน และอรุณพร อัฐรัตน์ (2561).ฤทธิ์ต้านการแพ้ ฤทธิ์ต้านการอักเสบและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลมะตูมอ่อน. *Thammasat Medical Journal* 18(3): 349-357.
- [15] วรานนท์ ทองอินลา, ชลธิชา วรรมวิมลรักษ์ และภาวดี ช่วยบำรุง (2557). ความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลไม้จากกรวี่เคราะห์ด้วยวิธี DMPD กับปริมาณฟีนอลิก วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* 19(2): 93-104.
- [16] Vaidya, B.N., Brearley, T.A. and Joshee, N. (2013). Antioxidant Capacity of Fresh and Dry Leaf Extracts of Sixteen Scutellaria Species. *Journal of Medicinally Active Plants* 2(3): 42-49.
- [17] Youssef, K.M. and Mokhtar, S.M. (2014). Effect of Drying Methods on the Antioxidant Capacity, Color and Phytochemicals of *Portulacaoleracea* L. Leaves. *J Nutr Food Sci* 4: 322. doi: 10.4172/2155-9600.1000322.

- [18] ภาณุวัฒน์ สีพันธ์, สกฤตกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง และชฎาพร เสนาคูณ (2560). ระยะพัฒนาการต่อ ปริมาณสารพิษเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในใบมะนาวโห่. แก่นเกษตร 45(ฉบับพิเศษ 1): 336-34

การใช้ประโยชน์จากเปลือกสับประดุกแลเหลือทิ้งเพื่อพัฒนาเป็นสูตรอาหารโค

ผศ.บรรพต จอมสุวรรณ^๑, อาจารย์ปิยดา ยศสุนทร^๒, ปิยพร ศรีสม^๓

^{1,2,3}คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรอาหารหมักสำหรับโคจากเปลือกสับประดุกแล โดยอาหารหมักมีส่วนผสมต่างๆ กัน จำนวน 5 สูตร คือ F1) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ F2) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ F3) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ มันสำปะหลังบด 5 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ F4) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ มันสำปะหลังบด 10 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ F5) เปลือกสับประดุกแล 2 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 2 เปอร์เซ็นต์ มันสำปะหลังบด 15 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ หมักเป็นเวลา 21 วัน แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหมัก ผลการวิจัยพบว่า สูตรอาหารหมัก F1 มีวัตถุแห้ง (DM) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) และพลังงาน (Energy) สูงที่สุด สูตรอาหารหมัก F2 มีเถ้า (Ash) และโปรตีน (CP) สูงที่สุด และสูตรอาหารหมัก F1 มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) สูงที่สุด และปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า เยื่อใย ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย และพลังงานของสูตรอาหารหมักทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณโปรตีนที่ได้จากการหมักพบว่าสูตรอาหารหมัก F2 มีปริมาณโปรตีนสูงสุด 29.5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสูตรอาหารหมัก F2 จึงเหมาะสำหรับเป็นสูตรอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงโค

คำสำคัญ: เปลือกสับประดุกแล, อาหารโคหมัก, อาหารเสริมโปรตีน

Abstract

The aim of this research was to develop a fermented feed formula for cattle from Phu Lae pineapple peel. In which the fermented food contains 5 different ingredients including: F1) pineapple peel, 2 % of molasses, and 0.5 % of yeast. F2) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, and 0.5 % of yeast. F3) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, 5 % of mashed cassava, and 0.5 % of yeast. F4) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, 10 % of mashed cassava, and 0.5 % of yeast. and F5) pineapple peel, 2 % of molasses, 2 % of ammonium sulfate, 15 % of mashed cassava, and 0.5 % of yeast; The results revealed that the F1 fermented food contains the highest amount of Dry matter (DM), Crude fiber (CF), Ether extract (EE) and Energy. The F2 fermented food contains the highest amount of Ash and Crude protein (CP). And the F5 Fermented food contains the highest amount of Nitrogen free extract (NFE). All contents of DM, Ash, CF, EE, CP, NFE, and Energy of the 5 fermented food recipes were statistically significant differences ($P < 0.05$). When considering only the protein content of fermentation, it was found that the F2 fermented food had the highest protein content of 29.5 percent. Therefore, F2 fermented food was suitable as a protein supplement for cattle raising.

Keywords: Phu Lae pineapple peel, cattle fermented feed, protein supplement

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

บทนำ

สับปะรดภูเก็ต ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สำคัญของจังหวัดเชียงราย ที่เป็นสินค้าหลักและสร้างชื่อเสียงให้จังหวัดเชียงรายเป็นอย่างมากและยังเป็นสินค้าที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications, GI) ของจังหวัดเชียงราย โดยสับปะรดภูเก็ตเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในเมืองไทยและต่างประเทศ จึงทำให้มีหน่วยงานหลายแห่ง เช่น กรมพัฒนาที่ดิน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การท่องเที่ยว หน่วยงานด้านการเกษตร พัฒนาชุมชน เป็นต้น เข้ามามีส่วนร่วมในการส่งเสริมและพัฒนา ผลผลิตสับปะรด ส่วนในพื้นที่มีหน่วยงานหลักที่ให้การส่งเสริมการผลิตสับปะรด คือเทศบาลตำบลนางแลรวมทั้งจังหวัดเชียงราย ในการปลูกสับปะรดภูเก็ต จะพบว่าหมู่บ้านแม่ปุกคา เป็นหมู่บ้านอันดับแรกๆที่เป็นพื้นที่ปลูกสับปะรด มีจุดเริ่มต้นจากคนที่อาศัยในหมู่บ้านแม่ปุกคา ที่มีการนำสับปะรดจากจังหวัดภูเก็ตมาปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

ในพื้นที่เกษตรกรรมต่างๆ ของจังหวัดเชียงราย นิยมขยายพื้นที่ปลูกและบริโภค สับปะรดภูเก็ตเป็น จำนวนมาก เนื่องจากในพื้นที่มีรายได้จากการขายสับปะรดภูเก็ตเพื่อการส่งออก จากการเติบโตทางเศรษฐกิจดังกล่าว พบปัญหาที่สำคัญคือ เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด ยังขาดความรู้แบบบูรณาการด้านการผลิตสับปะรด คือ เกษตรกรมุ่งผลิตสับปะรดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากเป็นสำคัญและทำการจัดตั้งโรงงานแปรรูปสับปะรดและส่งออกสับปะรด โดยขาดความสนใจต่อวัสดุเหลือใช้ นอกจากเนื้อผลสับปะรดคือ เปลือกสับปะรด ชักสับปะรด จุกสับปะรด และตาสับปะรด ซึ่งเกษตรกรได้ทิ้งไว้ให้เกิดกลิ่นเหม็นทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเรื่องกลิ่นของขยะจากเศษเหลือสับปะรดสร้างความเดือดร้อนให้กับชุมชนตามมา ในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์และสหรัฐอเมริกา ฯลฯ ได้นำเปลือกสับปะรดไปใช้เป็นอาหารสัตว์ชนิดอื่น (จินดา : 2547) ได้ผลดีมาแล้ว โดยเฉพาะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม และแกะ ฯลฯ โดยสามารถใช้ได้หลายรูปแบบ คือ ในสภาพสด หมักและแห้ง สำหรับในประเทศไทยได้มีนักวิชาการหลายท่านได้รายงานผลงานวิจัยการใช้เปลือกสับปะรดเป็นอาหารเลี้ยงโค ในลักษณะต่างๆกัน (สุมน : 2555) รวมทั้งผลพลอยได้ เช่น ใบ จุก และต้น จากข้อมูลทางวิชาการพบว่ามีแหล่งปลูกสับปะรดหลายพื้นที่ปลูกเพื่อส่งเข้าโรงงานสับปะรดกระป๋อง มีการใช้เศษเหลือสับปะรดสำหรับเลี้ยงโคเนื้อและโคนมในช่วงฤดูแล้ง เพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์ ในปัจจุบันเกษตรกรตื่นตัวมีการเลี้ยงโคนมและโคเนื้อกันมากทั้งเป็นอาชีพเสริมและอาชีพหลัก กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ (2562) รายงานว่าในประเทศไทยมีจำนวนโคนมทั้งหมด 666,311 ตัว และโคเนื้อทั้งหมดประมาณ 5,871,807 ตัว แต่ทุ่งหญ้าธรรมชาติและพื้นที่จัดสร้างทุ่งหญ้ามักจำกัด ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์มากขึ้นส่งผลให้สัตว์ซูบผอม ผลผลิตต่ำและโตช้า ในขณะที่มีผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมหลายชนิดและมีจำนวนมาก ได้ถูกนำมาใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อทดแทน แต่ก็ยังเกิดประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ อาจเนื่องจากการขาดองค์ความรู้ ความชำนาญ และวิธีการนำมาใช้อาจยุ่งยาก จึงมีนักวิชาการเข้ามาศึกษาวิจัยการนำผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมมาเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะเป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วงแล้งเป็นเวลานานประมาณ 4-6 เดือน โดยใช้ผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรที่มีศักยภาพสูงและมีแพร่หลายทั่วไปเช่น ฟางข้าว ยอดอ้อย ต้นข้าวโพด เปลือกและต้นถั่วเหลือง ผลพลอยได้และเศษเหลือจากสับปะรด เป็นต้น ซึ่งจากการเข้าไปในพื้นที่ภายใต้โครงการหมู่บ้านแม่ข่ายทางวิทยาศาสตร์ โครงการหมู่บ้านสับปะรดนางแล – ภูแลของ ธนุศักดิ์ (2557) พบว่า เกษตรกรบางส่วนได้นำเอาเปลือกสับปะรดมาเลี้ยงโคทดแทนหญ้าเนเปียร์ที่มีราคาสูง ด้วยการทิ้งเปลือกสับปะรดไว้ให้หมักเป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงให้โคกินเนื่องจากโคชอบเปลือกสับปะรดหมักมากกว่าเปลือกสับปะรดสด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งหวังที่จะนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนารูปแบบการหมักเปลือกสับปะรดภูเก็ตเพื่อเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณภาพสำหรับโค

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรอาหารโคหมักจากเปลือกสับประดุกแล
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอาหารหมักสำหรับโค

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ใช้เปลือกสับประดุกแลเหลือทิ้งจากตำบลท่าสุต ตำบลนางแล และตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ศึกษาผลของยีสต์และระยะเวลาในการหมัก

นำเปลือกสับประดุกหมักโดยการใช้ยีสต์ 0.5% (Y1-Y4) และไม่ใช้ยีสต์ (NY1-NY4) เปรียบเทียบกัน โดยใช้ระยะเวลาหมัก 7, 14, 21 และ 28 วัน เมื่อครบเวลาหมักแล้วแล้วทำการเก็บตัวอย่างอบแห้ง หาความชื้น บดให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (DM) เถ้า (Ash) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) โปรตีน (CP) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) และพลังงาน (Energy)

ศึกษาสูตรอาหารหมักสำหรับโค

นำเปลือกสับประดุกแลมาพัฒนาเป็นสูตรอาหารหมักสำหรับโค ซึ่งมีส่วนผสมที่ประกอบด้วย เปลือกสับประดุกแล กากน้ำตาล แอมโมเนียมซัลเฟต มันสำปะหลังบด และ ยีสต์ ด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน จำนวน 5 สูตร (F1-F5) ดังนี้

F1 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2% และ ยีสต์ 0.5%

F2 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2% และ ยีสต์ 0.5%

F3 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2%, มันสำปะหลังบด 5%, และ ยีสต์ 0.5%

F4 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2%, มันสำปะหลังบด 10%, และ ยีสต์ 0.5%

F5 : เปลือกสับประด , กากน้ำตาล 2%, แอมโมเนียมซัลเฟต 2%, มันสำปะหลังบด 15%, และ ยีสต์ 0.5%

ทำการหมักเป็นเวลา 21 วัน เมื่อครบเวลาหมักแล้วแล้วทำการเก็บตัวอย่างอบแห้ง หาความชื้น บดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (DM) เถ้า (Ash) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) โปรตีน (CP) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) และพลังงาน (Energy) โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ T-test โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS Version 17.0

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

พบว่าเมื่อนำเปลือกสับประดุกแลมาผ่านกระบวนการหมักโดยการใช้ยีสต์ 0.5% (Y1-Y4) และไม่ใช้ยีสต์ (NY1-NY4) ที่ระยะเวลา 0 (W0), 7 (Y1, NY1), 14 (Y2, NY2), 21 (Y3, NY3) และ 28 (Y4, NY4) วัน แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 1

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของสับประรดภูแลที่ผ่านกระบวนการหมักที่ระยะเวลาต่างๆ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ)

ระยะเวลาหมัก	DM (%)	Ash (%)	CF (%)	EE (%)	CP (%)	NFE (%)	Energy (cal/g)
W0	90.77	7.17	9.58	1.47	7.9	64.7	3,564.19
Y1	88.89	8.70	12.27	2.05	12.7	53.2	3,626.96
Y2	88.45	9.07	14.72	1.82	12.4	50.4	3,630.07
Y3	88.57	9.09	14.72	2.41	13.0	49.3	3,628.71
Y4	89.25	9.26	15.79	2.33	12.2	49.7	3,704.23
NY1	90.68	7.76	14.90	2.26	7.2	58.6	3,650.18
NY2	88.87	8.72	15.72	1.91	9.8	52.7	3,636.26
NY3	89.67	9.30	15.79	2.39	10.1	52.1	3,625.71
NY4	90.68	9.21	17.36	2.46	8.7	52.9	3,698.53

จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณวัตถุดิบ (DM) เถ้า (Ash) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) โปรตีน (CP) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) และพลังงาน (Energy) ที่หมักโดยการใช้อีซีดี และไม่ใช้อีซีดี ในระยะเวลาต่างๆ กัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้การหมักโดยการใช้อีซีดีจะให้ปริมาณโปรตีน (CP) สูงกว่าการหมักแบบไม่ใช้อีซีดี ซึ่งสอดคล้องกับ พืชขาดและคณะ (2557) ได้ศึกษามูลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักอีซีดีและต้นอ้อยสับต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคขุนคุณภาพ พบว่าการใช้อีซีดีหมักสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในมันสำปะหลังได้ ซึ่งการหมักโดยใช้อีซีดีเป็นเวลา 21 วันจะได้ปริมาณโปรตีนสูงที่สุด 13.0% ดังนั้นในขั้นตอนการพัฒนาเป็นสูตรอาหารหมักสำหรับโคจึงใช้อีซีดีหมักเป็นเวลา 21 วัน

เมื่อนำเปลือกสับประรดภูแลมาพัฒนาเป็นสูตรอาหารหมักสำหรับโค ซึ่งมีส่วนผสมที่ประกอบด้วย เปลือกสับประรดภูแล กากน้ำตาล แอมโมเนียมซัลเฟต มันสำปะหลังบด และ อีซีดี ด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน จำนวน 5 สูตร (F1-F5) ทำการหมักเป็นเวลา 21 วัน แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีอาหารหมักสำหรับโค (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ)

สูตรอาหารหมัก	DM (%)	Ash (%)	CF (%)	EE (%)	CP (%)	NFE (%)	Energy (cal/g)
F1	90.77	8.65	18.56	2.76	9.6	53.9	3,995.55
F2	88.89	8.67	13.57	2.34	29.5	34.8	3,508.84
F3	88.45	6.63	9.94	1.90	23.2	46.8	3,509.31
F4	88.57	4.68	6.78	1.41	18.3	57.4	3,579.64
F5	89.25	4.05	4.87	1.34	14.4	64.6	3,607.82

จากตารางที่ 2 พบว่า สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณวัตถุดิบมากที่สุดคือ F1(90.77%) รองลงมาคือ F2(88.89%) และลำดับสามคือ F4(88.57%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณแกล้มมากที่สุดคือ F2(8.67%) รองลงมาคือ F1(8.65%) และ

ลำดับสามคือ F3(6.63%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณเยื่อใยมากที่สุดคือ F1(18.56%) รองลงมาคือ F2(13.57%) และลำดับสามคือ F3(9.94%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ F1(2.76%) รองลงมาคือ F2(2.34%) และลำดับสามคือ F3(1.90%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุดคือ F2(29.5%) รองลงมาคือ F3(23.2%) และลำดับสามคือ F4(18.3%) สูตรอาหารหมักที่มีปริมาณพลังงานมากที่สุดคือ F1(3,995.55 cal/g) รองลงมาคือ F5(3,607.82 cal/g) และลำดับสามคือ F4(3,579.64 cal/g) สูตรอาหารหมัก F1 มีวัตถุแห้ง (DM) เยื่อใย (CF) ไขมัน (EE) และพลังงาน (Energy) สูงที่สุด สูตรอาหารหมัก F2 มีเถ้า (Ash) และโปรตีน (CP) สูงที่สุด และสูตรอาหารหมัก F5 มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) สูงที่สุด และสูตรอาหารหมักทั้ง 5 สูตร มีปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า เยื่อใย ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย และพลังงาน ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณโปรตีนที่ได้จากการหมักจะเห็นได้ว่าสูตรอาหารหมัก F2 มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 29.5% ทั้งนี้เพราะมีการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับยีสต์ในสูตร F2 ถึง F5 ซึ่งสอดคล้องกับณัฐพงษ์ (2560) พบว่าการเพิ่มแหล่งไนโตรเจนแก่ยีสต์ช่วยให้การหมักด้วยยีสต์สร้างโปรตีนสูงขึ้น แต่ปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารหมัก F3 F4 และ F5 กลับมีปริมาณลดลงทั้งนี้อาจเนื่องจากการเติมมันสำปะหลังบดลงไปทำให้ความชื้นในอาหารหมักลดลงด้วยจึงมีผลทำให้การเจริญของเชื้อยีสต์ลดลงและทำให้ยีสต์สร้างโปรตีนได้น้อยลงตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้ครั้งนี้สามารถนำไปใช้พัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงโคโดยการหมักเปลือกสับประรดที่มีส่วนผสมประกอบด้วย เปลือกสับประรด กากน้ำตาล 2% แอมโมเนียมซัลเฟต 2% และ ยีสต์ 0.5% ซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติมในกรณีนำไปเลี้ยงโคควรพิจารณาถึงอัตราการกินได้ต่อวัน และอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว เป็นต้น

เกษตรกรที่จะทำการผลิตอาหารหมักจากเปลือกสับประรดควรมีฟาร์มเลี้ยงสัตว์อยู่ไม่ห่างไกลจากโรงงานเปลือกสับประรดมากเกินไปเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และในการนำอาหารหมักจากเปลือกสับประรดไปเลี้ยงโคควรคลุกเคล้ากับฟางข้าวด้วยเพื่อลดความชื้นและจะช่วยให้โคกินอาหารได้ดีขึ้น

สรุป

การหมักเปลือกสับประรดโดยใช้ยีสต์จะให้ปริมาณโปรตีน (CP) สูงกว่าการไม่ใช้ยีสต์ สูตรอาหารหมักทั้ง 5 สูตร มีปริมาณองค์ประกอบต่างๆ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และสูตรอาหารหมักสำหรับโค F2 ซึ่งมีส่วนผสมที่ประกอบด้วย เปลือกสับประรด กากน้ำตาล 2% แอมโมเนียมซัลเฟต 2% และ ยีสต์ 0.5% จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเหมาะสำหรับเป็นสูตรอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงโค

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษา และกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเป็นอย่างสูงที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กองแผนงาน กรมปศุสัตว์. (2562). **ประมวลสถิติประจำปี 2562**. ค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก <http://ict.dld.go>.

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

th/webnew/index.php/th/service-ict/report/323-report-thailand-livestock/reportservey2562/1371-2562-country.

จินดา สนิทวงศ์ณ อยุธยา. (2547). **การใช้เศษเหลือและผลพลอยได้จากสับประรดเป็นอาหารสำหรับ สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. รายงานผลประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์. 562-581.

ธนศักดิ์ ธาระสาร. (2557). **รายงานผลการดำเนินการ ปีงบประมาณ 2557 หมู่บ้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมู่บ้านสับประรดกุล-นางแล**. เชียงราย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

พิชิตา เขจรศาสตร์ , ภาณุวัฒน์ คัมภีร์วัฒน์ , นายสัตวแพทย์ วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร . (2557). **ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์และต้นอ้อยสับต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคขุนภูพาน**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพงษ์ หม้อทอง และถวิล เคนวงศ์. (2560). **ผลของการใช้กากมันหมักยีสต์ทดแทนอาหารชั้นเพื่อขุนโคพื้นเมืองอีสาน**. อุดรธานี : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์อุดรธานี.

สุมน โพธิ์จันทร์. (2555). **การใช้ผลพลอยได้จากสับประรดเป็นอาหารโคเนื้อ-โคนม**. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2563, จาก http://expert.dld.go.th/attachments/article/166/pine_ap.pdf.

**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)**

ชื่อ - สกุล

.....
นายวสันต์ มะโนเรือง

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)

ประวัติการศึกษา

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง พ.ศ. 2554

วท.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2539

คบ. (ชีววิทยา) วิทยาลัยครูเชียงใหม่ พ.ศ. 2535

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2556 – 2562	ประธานโปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2550 – 2556	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

ภรภัทร สอนศรี ประนอม แก้วระคน และ วสันต์ มะโนเรือง. (2561). ความหลากหลาย ของ
จุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนบางแห่งในจังหวัดเชียงราย. *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
นำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 18 และ
ลำปางวิจัย ครั้งที่ 4 (กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. วันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2561.
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, หน้า 780 – 789.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. BIO2302 สรีรวิทยาของสัตว์
2. BIO3301 ความหลากหลายสัตว์
3. BIO3303 กีฏวิทยาและแมลงเศรษฐกิจ
4. BIO3305 นิเวศวิทยาและพฤติกรรมสัตว์



**รายงานสืบเนื่อง
จากการประชุมวิชาการ
(Proceedings)**

นำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ

เครือข่ายบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 18
และลำปางวิจัย ครั้งที่ 4

กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**บูรณาการงานวิจัย
สู่การพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน**

ณ อาคารโอฟาร ไร่จน์หิรัญ
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง | 20 กรกฎาคม 2561

ความหลากหลายของจุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนบางแห่งในจังหวัดเชียงราย Diversity of microorganisms in some hot springs located in Chiang Rai Province

ภรภัทร สอนศรี (PorapatSonsri) ประพนอม แก้วระคน วสันต์ มะโนเรือง
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนบางแห่งในจังหวัดเชียงราย เพื่อสำรวจและจัดจำแนกประเภทของจุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท อำเภอเมือง และน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย นำมาจำแนกออกเป็นไอโซเลทของแบคทีเรีย รา ยีสต์ แอคติโนมัยซีท ไฮยาโนแบคทีเรีย และโพรโทซัว และเพื่อคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์ งานวิจัยดำเนินการโดยเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์จากน้ำพุร้อน 2 แห่งในจังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558 ในระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ นำน้ำตัวอย่างไปเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการแล้วจัดจำแนกจุลินทรีย์ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์ด้วยโคโคโตมัสคี

ผลการศึกษาพบประชากรจุลินทรีย์ทั้งหมด 49 ไอโซเลทจุลินทรีย์ประเภทเด่นที่พบคือ แอคติโนมัยซีท จำนวน 23 ไอโซเลท รองลงมาคือเชื้อรา ยีสต์ โพรโทซัว แบคทีเรีย และ ไฮยาโนแบคทีเรีย จำนวน 16, 4, 1 และ 1 ไอโซเลท ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายเมื่อใช้สูตรของ Shannon-Wiener Diversity Index บริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์ คือแอคติโนมัยซีทโพรโทซัว ยีสต์ เชื้อรา แบคทีเรีย และไฮยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 2.44, 1.04, 0.98, 0.85, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ และบริเวณน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์ คือแอคติโนมัยซีท เชื้อรา ยีสต์ โพรโทซัว แบคทีเรีย และไฮยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 3.01, 2.45, 1.30, 1.25, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ

คำสำคัญ: จุลินทรีย์ จุลินทรีย์ทนร้อน ความหลากหลาย น้ำพุร้อน น้ำพุร้อนจังหวัดเชียงราย

Abstract

This research studied was performed on the diversity of microorganisms in some hot springs located in Chiang Rai Province. The objective was to create a scientific knowledge. The purpose to explore the diversity of microorganisms. By surveying and classifying microorganisms in Pong Phrabat hot springs, Muang district

and Pong PuFueang hot spring, Mae Suai district in Chiang Rai Province. It is classified as an isolate of bacterial, fungi, yeast, actinomycetes, cyanobacterial and protozoa. And to find the index of microbial diversity in Pong Phrabat hot springs, Muang district and Pong PuFueang hot spring in Mae Suai district, Chiang Rai province. Samples of microorganisms from 2 hot springs in Chiang Rai province were collected from April to June 2015 at a depth of 30 centimeters from the surface. The samples were taken in laboratory and classified as microbes at the isolate level. Using morphology and analysis by Dichotomous key.

The results were found total of 49 microbial populations. The dominant were found actinomycetes, 23 isolates, followed by fungi, yeast, protozoa, bacterial and cyanobacterial, were 16, 4, 4, 1 and 1 isolates, respectively. This Shannon-Wiener Diversity Index in Pong Phrabat hot springs was found to be the diversity index of the microorganisms were actinomycetes, 23 isolates, followed by fungi, yeast, protozoa, bacterial and cyanobacterial. Were 12.44, 1.04, 0.98, 0.85, 0.00 and 0.00 respectively. And the index of microbial diversity in Pong PuFueang hot spring was found to be the diversity index of the microorganisms were actinomycetes, 23 isolates, followed by fungi, yeast, protozoa, bacterial and cyanobacterial. Were 3.01, 2.45, 1.30, 1.25, 0.00 and 0.00 respectively.

Keywords: Microorganisms, Thermophile, Diversity, Hot springs, Hot springs in Chiang Rai province

บทนำ

น้ำพุร้อน เป็นแหล่งที่ให้พลังงานความร้อนได้พิภพ ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานนี้เป็นอย่างมาก ทั้งทางธรณีวิทยาซึ่งนำพลังงานความร้อนได้พิภพไปใช้ทดแทนพลังงานอื่น ๆ ที่กำลังจะหมดลง รวมทั้งการนำไปใช้เป็นแหล่งเศรษฐกิจแหล่งท่องเที่ยว นันทนาการเชิงสุขภาพต่าง ๆ ซึ่งได้รับความนิยมในสังคมไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเชื่อว่าการอาบน้ำแร่ จะช่วยในการบำบัดรักษาโรคภัย ทำให้สุขภาพดีขึ้น และยังใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ ซึ่งทั้งในและต่างประเทศก็ได้มีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าทางด้านชีววิทยาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในน้ำพุร้อน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาประโยชน์และโทษจากจุลินทรีย์เหล่านี้

จังหวัดเชียงราย มีแหล่งน้ำพุร้อนอยู่ในหลายพื้นที่ของจังหวัด ซึ่งกระจายอยู่หลายอำเภอ แต่ละแห่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป และมีการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย โดยเฉพาะการใช้

ประโยชน์โดยตรงกับมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ เช่นพบว่ามีการใช้น้ำร้อนเพื่อบำบัดโรคผิวหนัง แผลเปื่อยจากเบาหวาน โรคภูมิแพ้ เป็นต้น โดยการไปใช้บริการแช่เท้าหรืออวัยวะส่วนที่มีอาการในน้ำพุร้อน แต่ในขณะเดียวกันในน้ำพุร้อนยังพบว่ามีจุลินทรีย์ทนร้อนหลายประเภทที่สามารถเจริญได้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงเช่น พวก Thermophile ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส บางชนิดเจริญเติบโตได้ที่ 250 องศาเซลเซียส หลายชนิดเป็นจุลินทรีย์ประเภทสร้างสปอร์ (Spore-forming bacteria) เช่น *Bacillus* และ *Clostridium* เป็นต้น ผู้วิจัยจึงอยากทราบว่า จะพบจุลินทรีย์ในน้ำพุร้อนประเภทใดบ้าง เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำพุร้อนต่าง ๆ ยังมีน้อย ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะสุ่มศึกษาจากแหล่งน้ำพุร้อนในจังหวัดเชียงรายที่อยู่ใกล้พื้นที่และมีผู้ใช้บริการมาก ได้แก่ น้ำพุร้อนโป่งพระบาท และน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำพุร้อนที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวและมีการใช้บริการในด้านต่าง ๆ ของจังหวัดเชียงราย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจและจำแนกประเภทของจุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อน จังหวัดเชียงราย ได้แก่ น้ำพุร้อนโป่งพระบาท อำเภอเมือง และน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย โดยจำแนกเป็นของแบคทีเรีย รา ยีสต์ แอคทิโนมัยซีท ไฮยาโนแบคทีเรีย หรือโพรโทซัว
2. เพื่อหาดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท อำเภอเมือง และน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ในน้ำพุร้อน 2 แห่งของจังหวัดเชียงราย มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. การกำหนดจุดสำรวจใช้การเลือกจุดสำรวจแบบเจาะจงจากแหล่งน้ำพุร้อนที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวใกล้ตัวเมืองหรือเป็นทางผ่านของการสัญจรและมีผู้ใช้บริการมาก 2 แห่ง ได้แก่
 - 1.1 น้ำพุร้อนโป่งพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เป็นจุด A โดยกำหนดจุดสำรวจออกเป็น 3 จุด ได้แก่ A 1 บริเวณบ่อน้ำพุร้อน A 2 บริเวณบ่อแช่ตัว และ A 3 บริเวณบ่อแช่เท้า มีอุณหภูมิเฉลี่ย 42.67, 36.77 และ 38.60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความความเป็นกรดเป็นด่าง 8.68, 8.06 และ 8.65 ตามลำดับ
 - 1.2 น้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย เป็นจุด B โดยกำหนดจุดสำรวจออกเป็น 3 จุด ได้แก่ B 1 บริเวณบ่อน้ำพุร้อน B 2 บริเวณบ่อแช่ตัว และ B 3 บริเวณบ่อแช่

เท่า มีอุณหภูมิเฉลี่ย 51.10, 48.73 และ 43.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความความเป็นกรดเป็นด่าง 8.07, 7.53 และ 8.20 ตามลำดับ

2. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อน

2.1 เตรียมอุปกรณ์เพื่อเก็บตัวอย่างทำการทออลูมิเนียมฟอยล์ไว้และทำการรอบฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้

2.2 แกะอลูมิเนียมฟอยล์ออกจากกระบอกย และใช้กระบอกยตักน้ำจากจุดสำรวจที่กำหนด คือจุด A บริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ได้แก่ A1 บริเวณบ่อน้ำพุร้อน A2 บริเวณบ่อแช่ตัว และ A3 บริเวณบ่อแช่เท้า และ จุด B บริเวณน้ำพุร้อนโป่งปูเฟือง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ได้แก่ B1 บริเวณบ่อน้ำพุร้อน B2 บริเวณบ่อแช่ตัว และ B3 บริเวณบ่อแช่เท้า โดยจุ่มกระบอกยกลงไปในน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร ใส่ในขวดแก้วสีชา ปิดฝาขวดตัวอย่างน้ำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการปนเปื้อนโดยเชื้ออื่น ๆ ทำการเขียนฉลากติดขวดเก็บตัวอย่างจุดสำรวจให้เรียบร้อย

2.3 เก็บขวดตัวอย่างน้ำพุร้อนที่ได้ใส่ในกระติกน้ำร้อนหรือกล่องโฟมเพื่อรักษาอุณหภูมิ

2.4 นำตัวอย่างกลับห้องปฏิบัติการภายใน 1 - 2 ชั่วโมง เพื่อทำการตรวจหาและเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์โดยเร็วที่สุด หลังเก็บตัวอย่างทิ้งไว้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง สำหรับแบคทีเรียและรา ถ้าไม่เสร็จในระยะเวลาติดต่อกันสามารถเก็บรักษาไว้ในที่มีแสงได้จุลินทรีย์ที่สามารถตรวจหาได้ทันที ได้แก่ โพรโทซัว ไชยาโนแบคทีเรีย ยีสต์ และ เชื้อรา

3. วิธีการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์

3.1 โดยการนำตัวอย่างน้ำพุร้อนมาทำการเจือจางครั้งละ 10 เท่า ด้วยวิธี Serial dilution technique ให้ได้ระดับความเจือจางที่ 10^{-4} , 10^{-5} และ 10^{-6}

3.2 นำตัวอย่างน้ำที่ระดับความเจือจางที่ 10^{-4} , 10^{-5} และ 10^{-6} มา Spread plate ในอาหารร่วน NA และ PDA ที่ผิวหน้าแห้งแล้ว จานละ 0.1 มิลลิลิตร

3.3 ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่จุ่มแอลกอฮอล์ลงในไฟแกว่งให้เย็น แล้วนำมาควาดให้ทั่วจานอาหาร เพื่อให้ตัวอย่างน้ำกระจายให้ทั่วจานอาหาร

3.4 นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อตรวจหาแบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีท ส่วนเชื้อราและยีสต์จะนำไปบ่มเชื้อที่ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

4. วิธีการจำแนกจุลินทรีย์

4.1 จำแนกจุลินทรีย์ที่ศึกษา ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรีย รา ยีสต์ แอคติโนมัยซีท ไชยาโนแบคทีเรีย และโพรโทซัว โดยมีแนวทางในการจำแนกดังนี้

4.1.1 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียและจัดจำแนกโดยพิจารณาจากลักษณะรูปร่าง ขนาด สีของโคโลนี การติดสีแกรม การจัดเรียงตัวของเซลล์

4.1.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของราและยีสต์และจัดจำแนกโดยพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของเส้นใย การจัดเรียงตัวของเซลล์ การแตกหักของเส้นใย ลักษณะสปอร์ ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยการย้อมสี Lactophenol cotton blue

4.1.3 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคทีโนมัยซีทและจัดจำแนกโดยพิจารณาจากลักษณะรูปร่างโคโลนี สีโคโลนี ขอบโคโลนี การยกตัวโคโลนี ผิวหน้าโคโลนี และลักษณะเซลล์ที่ปรากฏจากการย้อมสีแกรม

4.1.4 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไซยาโนแบคทีเรียและจำแนกตามโครงสร้างของทาลัส การจัดเรียงตัวของเซลล์ การแตกแขนงของสาย ลักษณะของคลอโรพลาสต์

4.1.5 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโพรโทซัวและจำแนกตามโครงสร้าง รูปร่าง ขนาด อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ นิวเคลียส ไสโทพลาสซึม โครมาโตฟอร์ ไทรินอยด์ ไสโทโลโดรม และคอนแทรคไทล์แควีโอล

4.1.6 จัดจำแนกโดยการเปรียบเทียบกับรูปภาพและรายละเอียดทางสัณฐานวิทยาโดยอ้างอิงจากคู่มือหลักในการจำแนกจุลินทรีย์ ดังต่อไปนี้

1) ประพนอม แก้วระคน. (2558). ปฏิบัติการอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์. เชียงราย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

2) ประพนอม แก้วระคน. (2558). เอกสารคำสอนอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์. เชียงราย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

3) Rodney, M. D. & Janice C. (n.d.). The microbial world: Surprising and awesome. Jones & Bartlett Learning, LLC. Retrieved from http://samples.jbpub.com/9781284023473/9781284057164_CH01_Secure.pdf.

4.2 หลังจากการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญบนจานอาหารแล้ว ทำการจำแนกประเภทของจุลินทรีย์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำข้อมูลเชิงพรรณนาประกอบ

5. การจัดทำข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.1 นับจำนวนโคโลนีจุลินทรีย์แต่ละประเภทแล้วนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือการวิเคราะห์ตัวแปรเดียว (Univariate analysis) ได้แก่ การหาค่าดัชนีความหลากหลายของแบคทีเรีย ยีสต์ เชื้อรา แอคทีโนมัยซีท ไซยาโนแบคทีเรียและโพรโทซัวโดยคำนวณได้ ดังนี้

5.1.1 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index) การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายหรือดัชนีความแตกต่างของจุลินทรีย์เพื่อประกอบการพิจารณาความหลากหลายของกลุ่ม

ประชากรและลักษณะคุณภาพของแหล่งน้ำ ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยใช้สูตรของ Shannon-Wiener Diversity Index ดังนี้ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554)

$$H' = -\sum pi (\log pi)$$

โดย H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด (ไอโซเลทของจุลินทรีย์)

pi คือ สัดส่วนความหนาแน่นของไอโซเลทที่ i ในจุดสำรวจนั้น โดยคำนวณได้จากสูตร

$$pi = ni/N$$

ni คือ จำนวนตัวของไอโซเลทที่ i

N คือ ผลรวมจำนวนไอโซเลททั้งหมดของจุลินทรีย์ทุกชนิดที่พบในจุดสำรวจนั้น

คำนวณได้จากสูตร

$$N = \sum_{i=1}^k ni$$

$i = 1, \dots, k$

k คือ จำนวนไอโซเลทที่พบในแต่ละจุดสำรวจ

5.1.2 ความชุกชุมทางชนิด (Species Richness หรือ Richness Index) เป็นค่าที่พิจารณาจากจำนวนไอโซเลททั้งหมดของจุลินทรีย์ที่พบในตัวอย่าง (S) ส่วนใหญ่ชนิดมักขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่างที่เก็บในการสำรวจ ถ้าเก็บตัวอย่างมากก็มักจะพบจำนวนชนิดมากขึ้น การศึกษาใช้วิธีของ Margalef's index ดังนี้ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554)

$$d = (S - 1) / \log(N)$$

โดย d คือ ค่าดัชนีมาร์กาเลฟ

S คือ จำนวนไอโซเลททั้งหมด

N คือ จำนวนโคลีนิทั้งหมด

5.1.3 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ใช้บ่งชี้การกระจายตัวของชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในจุดสำรวจต่าง ๆ กัน เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าสูง แสดงว่าที่จุดสำรวจนั้น ๆ ประกอบด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลทต่าง ๆ ที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่เหมือน ๆ กัน ใช้วิธีของ Pielou's evenness index ดังนี้ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554)

$$J' = H' / H' \max$$

โดย J' คือ ดัชนีความสม่ำเสมอ

H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ

H' max คือ ค่าความหลากหลายทางชนิดที่มีค่ามากที่สุดที่จะเป็นไปได้เมื่อจูลินทรีย์ตัวอย่างทุกไอโซเลทมีความชุกชุมเท่ากันหมด ($= \log S$)

ผลการวิจัย

1. จากการสำรวจและจำแนกประเภทของจูลินทรีย์โดยจำแนกเป็นแบคทีเรีย รา ยีสต์ แอคทีโนมัยซีท ไฮยาโนแบคทีเรีย และโพรโทซัว การวิจัยพบดังตาราง 1

ตาราง 1 รวมจำนวนไอโซเลทและโคโลนีของจูลินทรีย์ทั้งหมดที่พบบริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท อำเภอเมือง และน้ำพุร้อนโป่งปูเฟื่อง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

ประเภทของ จูลินทรีย์	น้ำพุร้อนโป่งพระบาท		น้ำพุร้อนโป่งปูเฟื่อง	
	จำนวนไอโซ เลท	จำนวนโคโลนี	จำนวนไอโซ เลท	จำนวนโคโลนี
แบคทีเรีย	0	0	1	31
แอคทีโนมัยซีท	13	1,110	21	1,733
เชื้อรา	8	427	12	411
ยีสต์	3	164	4	140
ไฮยาโนแบคทีเรีย	0	0	1	3
โพรโทซัว	3	8	4	16
รวม	27	1,709	43	2,334

จากตาราง 1 บริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท พบจูลินทรีย์ประเภทแอคทีโนมัยซีท มากที่สุด จำนวน 13 ไอโซเลท จำนวน 1,110 โคโลนี รองลงมาคือ รา ยีสต์ และ โพรโทซัว จำนวน 8, 3 และ 3 ไอโซเลท จำนวน 427, 164 และ 8 โคโลนี ตามลำดับ แต่ไม่พบแบคทีเรีย และไฮยาโนแบคทีเรีย ส่วนบริเวณน้ำพุร้อนโป่งปูเฟื่อง พบจูลินทรีย์ประเภทแอคทีโนมัยซีทมากที่สุด จำนวน 21 ไอโซเลท จำนวน 1,733 โคโลนี รองลงมาคือ รา ยีสต์ และโพรโทซัว จำนวน 12, 4 และ 4 ไอโซเลท จำนวน 411, 140 และ 16 โคโลนี ตามลำดับ และที่พบน้อยที่สุดคือแบคทีเรียและไฮยาโนแบคทีเรีย จำนวนอย่างละ 1 ไอโซเลทเท่านั้น จำนวน 31 และ 3 โคโลนี ตามลำดับ

2. ผลการวิจัยพบว่าค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของจูลินทรีย์ที่สำรวจนั้นเป็นการรวมค่าความชุกชุมและความสม่ำเสมอของชนิดไว้ให้เป็นค่าเดียวกันเพื่อใช้ในการประเมิน

เปรียบเทียบความหลากหลายระหว่างสังคมาค่าที่พิจารณาจากจำนวนไอโซเลททั้งหมดของจุลินทรีย์ที่พบในตัวอย่างเมื่อคำนวณแล้วได้ค่าสูง แสดงว่าที่จุดสำรวจนั้น ๆ ประกอบด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลทต่าง ๆ ที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่เหมือน ๆ กัน ดังตาราง 2 และ 3

ตาราง 2 ค่าดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่พบบริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาทอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ประเภทของ จุลินทรีย์	ดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท		
	ค่าความหลากหลาย (H')	ค่าความชุกชุมชนิด (d)	ค่าความสม่ำเสมอ (J')
แบคทีเรีย	0.00	0.00	0.00
แอกทีโนมัยซีท	2.44	81.40	0.95
เชื้อรา	0.85	40.84	0.96
ยีสต์	0.98	14.67	0.70
ไซยาโนแบคทีเรีย	0.00	0.00	0.00
โพรโทซัว	1.04	6.24	0.75
รวม	6.45	143.15	2.66

จากตาราง 2 บริเวณน้ำพุร้อนโป่งพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จากค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้วิธีของ Shannon-Wiener Diversity Index พบแอกทีโนมัยซีทมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.44 รองลงมาคือ โพรโทซัว ยีสต์ เชื้อรา แบคทีเรีย และไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 1.04, 0.98, 0.85, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ ค่าความชุกชุมทางชนิดพบแอกทีโนมัยซีทมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 81.40 รองลงมาคือ เชื้อรา ยีสต์ โพรโทซัว แบคทีเรีย และไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 40.84, 14.67, 6.24, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ และค่าความสม่ำเสมอพบเชื้อรามากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.96 รองลงมาคือ แอกทีโนมัยซีทโพรโทซัว ยีสต์ แบคทีเรีย และไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 0.95, 0.75, 0.70, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ

ตาราง 3 ค่าดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่พบบริเวณน้ำพุร้อนโป่งปุเพื่องอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

ประเภทของ จุลินทรีย์	ดัชนีความหลากหลายของจุลินทรีย์บริเวณน้ำพุร้อนโป่งปุเพื่อง		
	ค่าความหลากหลาย (H')	ค่าความชุกชุมชนิด (d)	ค่าความสม่ำเสมอ (J')
แบคทีเรีย	0.00	0.00	0.00
แอกทีโนมัยซีท	3.01	89.50	1.18
เชื้อรา	2.45	42.13	0.99
ยีสต์	1.30	14.83	0.94
ไซยาโนแบคทีเรีย	0.00	0.00	0.00
โพรโทซัว	1.25	8.83	0.90
รวม	8.01	155.28	3.06

จากตาราง 3 บริเวณน้ำพุร้อนโป่งปุเพื่องอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย จากค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้วิธีของ Shannon-Wiener Diversity Index พบแอกทีโนมัยซีทมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.01 รองลงมาคือ เชื้อรา ยีสต์ โพรโทซัว แบคทีเรีย และไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 2.45, 1.30, 1.25, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับค่าความชุกชุมทางชนิดพบแอกทีโนมัยซีทมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 89.50 รองลงมาคือ เชื้อรา ยีสต์ โพรโทซัว แบคทีเรีย และไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 42.13, 14.83, 8.83, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ และค่าความสม่ำเสมอพบแอกทีโนมัยซีทมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.18 รองลงมาคือ เชื้อรา ยีสต์ โพรโทซัว แบคทีเรีย และไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าเท่ากับ 0.99, 0.94, 0.90, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

ข้อเสนอแนะ


1. ควรศึกษาทางเคมีถึงชนิด โครงสร้าง และปริมาณของจุลินทรีย์แต่ละชนิด เพื่อบ่งบอกชนิดและคุณประโยชน์หรือโทษที่อาจใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ
2. ควรมีการศึกษาจากแหล่งน้ำพุร้อนทั้งหมดในจังหวัดเชียงราย เพื่อขยายผลไปยังสถานที่อื่น ๆ

3. ควรมีการศึกษาจุลินทรีย์ในแต่ละเดือนให้ครบทั้งปี น่าจะเป็นสัญญาณบ่งบอกถึงลักษณะทางสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย


เอกสารอ้างอิง


- ประนอม แก้วระคน. (2558). ปฏิบัติการอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์. เชียงราย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- ประนอม แก้วระคน. (2558). เอกสารคำสอนอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์. เชียงราย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2554). ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนฝั่งอ่าวไทยและอันดามันตอนล่าง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
- Rodney, M. D.& Janice, C. (n.d.). The microbial world: Surprising and awesome. Jones & Bartlett Learning, LLC. Retrieved from http://samples.jbpub.com/9781284023473/9781284057164_CH01_Secure.pdf.

**Proceedings: The 2nd International and National Conference
on Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century**



The Graduate School
BS BANSOMDEJCHAOPRAYA
RN RAJABHAT UNIVERSITY
March 20, 2021



 (Building 1), Floor 4, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand
 Tel : +66 2473 7000 Ext. 1811, 1814 | Mobile : +66 66153 6645
 Email : grad@bsru.ac.th | Website : <http://grad.bsru.ac.th/>

การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำประปา
ผศ.ประเสริฐ ไวยะกา¹, อาจารย์สุนทรี กรโอชาเลิศ², บรรทด จอมสวรรค์³
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับทดสอบคุณภาพน้ำประปาจำนวน 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณคลอรีนอิสระ และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย การเตรียมชุดตรวจสอบอาศัยคุณสมบัติการเปลี่ยนสีของสารละลายและเกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคเพื่อการเฝ้าระวัง กรมอนามัย พ.ศ. 2563 พบว่าการใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง Neutral red และ Phenol red ให้ผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีความเหมาะสม ส่วนการตรวจสอบปริมาณคลอรีนอิสระใช้วิธีดัดแปลง Orthotolidine arsenite method มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับการตรวจสอบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่าอินดิเคเตอร์ที่มีความเหมาะสมที่สุดในการชี้ถึงการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือ Bromocresol purple และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3 คือ Modified lactose broth (No.2) ชุดตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่างง่ายให้ผลการตรวจสอบมีความสอดคล้องที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำด้วยวิธีมาตรฐาน ส่วนการทดสอบอายุในการใช้งานของชุดตรวจสอบอย่างง่ายทั้ง 3 พารามิเตอร์ พบว่าชุดทดสอบที่เก็บรักษาในตู้เย็น(4-8 °C) และที่อุณหภูมิห้องสามารถนำมาใช้ทดสอบได้ในระยะเวลา 60 วัน

คำสำคัญ: ชุดตรวจสอบอย่างง่าย, คุณภาพน้ำประปา, โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

Abstract

Test kit development is to evaluate water quality of tap water with three parameters such as pH, free residual chlorine and coliform bacteria relies on discoloration properties of solution and drinking water quality criteria of health department (2020). The results indicated that mixed indicator solution of Neutral red and Phenol red was used to appropriately evaluate pH parameter and the most suitable analyzed free residual chlorine parameter was modified Orthotolidine arsenite method. Moreover, the most specification of indicator for detecting coliform bacteria was Bromocresol purple and modified culture media formula 3 (modified lactose broth No.2) showed the best condition which can indicate the coliform bacteria growth. The test kit efficiency was correlated at 95% when compare with coliform bacteria testing by using the standard method. The test kit's working life test with three parameters found that the test kit stored in the refrigerator (4-8 °C) and room temperature were able to be tested for 60 days.

Keywords: Test kit, Tap water quality, Coliform bacteria

บทนำ

น้ำประปามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การใช้น้ำเกิดขึ้นเป็นประจำทุก ๆ วัน เพื่อการอุปโภคและบริโภค ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือน้ำประปาที่นำมาใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านอุปโภคและบริโภคมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน โดยเฉพาะชุมชนที่ตั้งอยู่นอกตัวเมือง อันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตน้ำประปาไม่ได้มาตรฐาน ทำให้น้ำประปาที่ผลิตขึ้นมาไม่ได้มาตรฐานเกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคเพื่อการเฝ้าระวัง กรมอนามัย พ.ศ. 2563 (กรมอนามัย,

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

2563) ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาก่อนนำมาใช้ประโยชน์จึงมีความจำเป็น แต่การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปากระทำได้ยาก การใช้ชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test-kit) สำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาจึงเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เนื่องจากชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายผลิตขึ้นมาเพื่อให้ใช้งานได้สะดวกมีกระบวนการและขั้นตอนในการตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อน ผู้ใช้น้ำประปาโดยทั่วไปสามารถนำไปตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาได้เอง การวิจัยในครั้งนี้จึงได้การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำประปา เพื่อเป็นการช่วยให้ประชาชนสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้ด้วยตนเอง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและทราบถึงคุณภาพของน้ำก่อนที่จะพิจารณานำมาใช้ประโยชน์

วัตถุประสงค์การวิจัย

จัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายเพื่อตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณคลอรีนอิสระ และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำประปา

วิธีการวิจัย

การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำประปา เน้นการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของการเปลี่ยนสีสารละลายและเกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคเพื่อการเฝ้าระวัง กรมอนามัย พ.ศ. 2563 (กรมอนามัย, 2563)เป็นแนวทางในการจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

การตรวจสอบค่าความเป็นกรด - ด่าง

เลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่มีช่วงของการเปลี่ยนสีที่สอดคล้องกับ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำประปาตามเกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคเพื่อการเฝ้าระวัง กรมอนามัย พ.ศ. 2563 (กรมอนามัย, 2563) จำนวน 3 ชนิด ทดสอบสารละลายอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีที่สอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างมาตรฐานของน้ำประปา

การตรวจสอบปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำ

ทดสอบวิธีการหาปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำโดยวิธี Iodometric method เลือกวิธีการที่ชั้ระยะเวลาในการตรวจสอบที่น้อย และให้ผลการตรวจสอบที่มีความชัดเจน นำวิธีการที่เหมาะสมมาจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำประปา

การตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เลือกใช้อินดิเคเตอร์จำนวน 3 ชนิด ที่มีช่วงของการเปลี่ยนสีใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยผสมอินดิเคเตอร์ลงในอาหาร Lauryl tryptose broth สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้น เทียบกับการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียมาตรฐานในระบบ 5-5-5 (Clesceri, Greenberg and Eaton, 1999) ใช้เชื้อ *Escherichia coli* ในการทดสอบบ่มที่อุณหภูมิ 35 °C สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เลี้ยงเชื้อมาตรฐานทั้ง 3 ชนิด ใช้อาหาร Lauryl tryptose broth ในระบบ 5-5-5 ใช้เป็นชุดควบคุม ส่วนการทดลองใช้อาหารดัดแปลงสำหรับตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวน 3 สูตร โดยแต่ละสูตรจะใช้อินดิเคเตอร์เป็นตัวชี้ถึงการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เลือกสูตรที่ให้ผลการตรวจสอบใกล้เคียงกับชุดควบคุม นำไปจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ทดสอบอายุในการใช้งานของชุดตรวจสอบอย่างง่าย

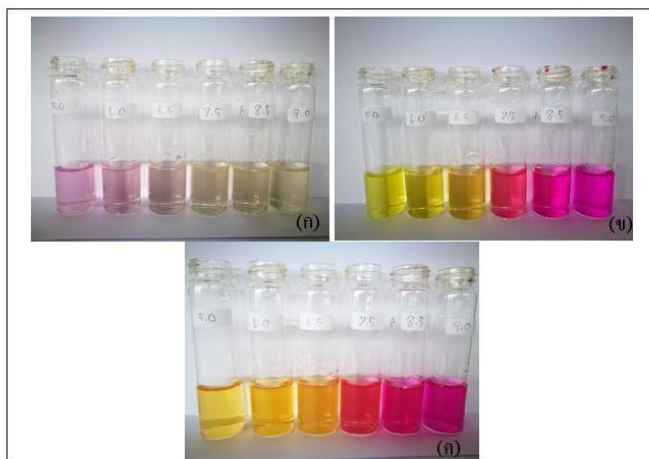
เก็บรักษาชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำ และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน 2 บริเวณ คือบริเวณที่หนึ่งคือเก็บรักษาในตู้เย็น (4-8 °C) ส่วนบริเวณที่สองคือเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในทุก ๆ 15 วัน นำชุดตรวจสอบอย่างง่ายทั้ง 3 ชนิดมาใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำ จำนวน 5 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐานทำการทดสอบต่อเนื่องจนครบ 60 วัน

ผลการวิจัย

การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำประปา มีผลการศึกษาดังนี้

การตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง

การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ Neutral red จะเห็นความแตกต่างของสีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0 ไปเป็น 6.5 ความเข้มของสีม่วงจะลดลง ส่วนการเปลี่ยนสีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 8.5 ไปเป็น 9.0 การเปลี่ยนสีเกิดขึ้นแต่เห็นความต่างได้ไม่ชัดเจน สำหรับเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ Phenol red จะเห็นความแตกต่างของสีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0 ไปเป็น 6.5 ความเข้มของสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น ส่วนการเปลี่ยนสีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 8.5 ไปเป็น 9.0 เกิดการเปลี่ยนสีจากม่วงแดงไปเป็นสีม่วง ส่วนการใช้อินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง Neutral red และ Phenol red พบว่าการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0 ไปเป็น 6.5 ความเข้มของสีเหลืองจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนการเปลี่ยนสีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 8.5 ไปเป็น 9.0 เกิดการเปลี่ยนสีจากม่วงแดงไปเป็นสีม่วงได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่เลือกใช้ในการทดลอง

(n) Neutral red (ข) Phenol red (ค) Neutral และ Phenol red

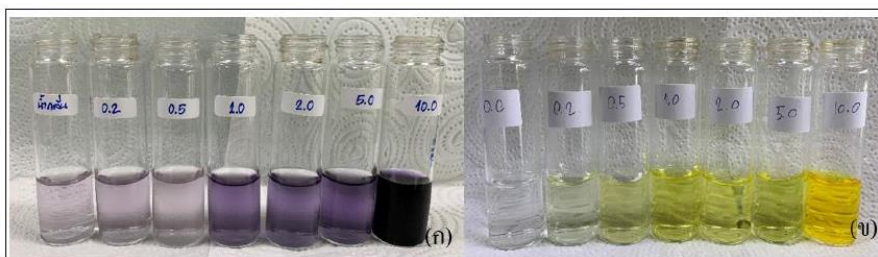
การตรวจสอบปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากวิธีวัดแปลง Starch-iodide end point ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของสารละลายคลอรีนมาตรฐานเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินออกม่วง โดยสีน้ำเงินออกม่วงจะเห็นตั้งแต่ในชุดควบคุมและสีจะเข้มขึ้นตามปริมาณคลอรีนมาตรฐานที่เพิ่มมากขึ้น สำหรับวิธีวัดแปลง Orthotolidine arsenite method เริ่มสังเกตการเปลี่ยนแปลง

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

ที่เกิดขึ้น โดย สีของสารละลายมาตรฐานจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรและสีจะเข้มข้นตามปริมาณคลอรีนมาตรฐานที่เพิ่มมากขึ้น (รูปที่ 2)

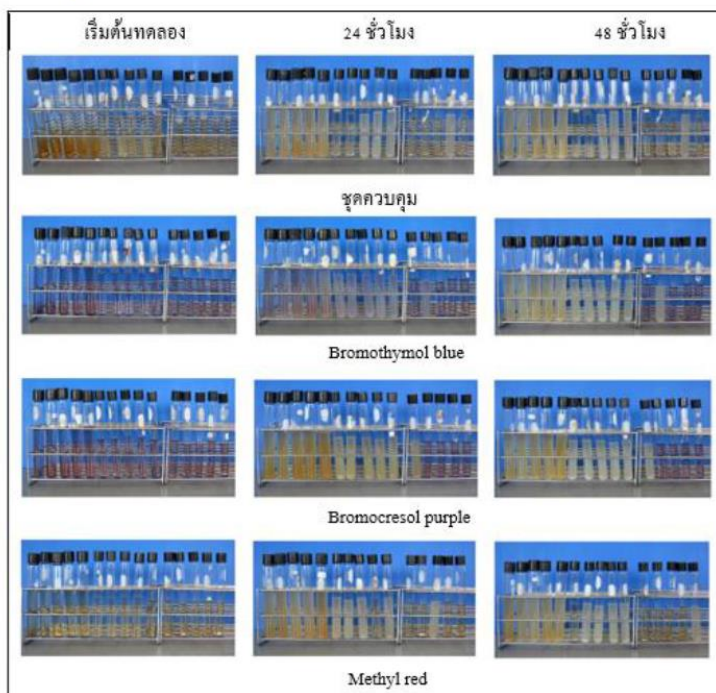


รูปที่ 2 การเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นโดยวิธีการตรวจสอบปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำ

(ก) Starch-iodide end point (ข) Orthotolidine arsenite method

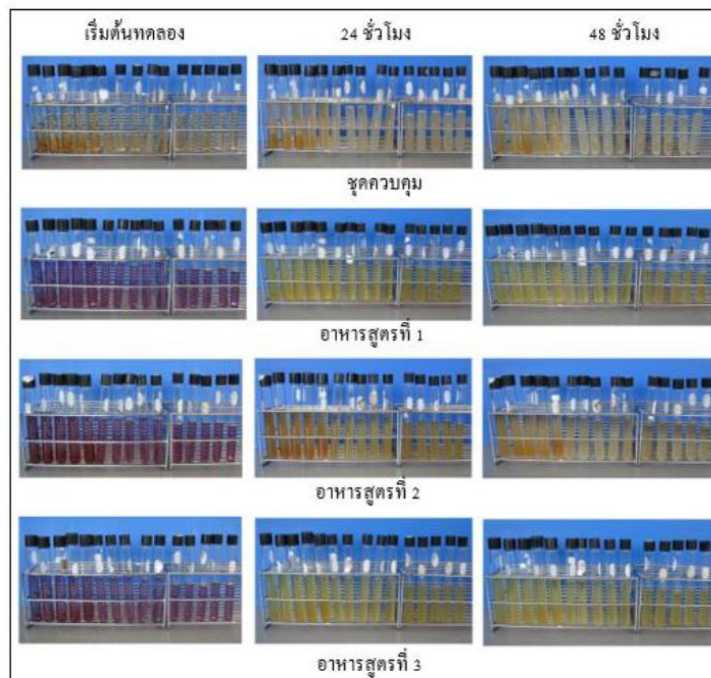
การตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ความเหมาะสมของอินดิเคเตอร์กับการเจริญของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อภายหลังที่เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิดการเจริญเติบโตที่พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.03-6.80 อินดิเคเตอร์ที่มีการเปลี่ยนสีในช่วงดังกล่าวจำนวน 3 ชนิดได้แก่ Methyl red, Bromocresol purple และ Bromothymol blue พบว่า Bromocresol purple จะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมากกว่า อินดิเคเตอร์อีกสองชนิดที่ถูกใช้ในการทดลองหลังจากเลี้ยงเชื้อ 24 ชั่วโมง สีของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม Bromocresol purple จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่ชัดเจนมากกว่า อินดิเคเตอร์อีกสองชนิด (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 การทดสอบอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เลี้ยงเชื้อมาตรฐานทั้ง 3 ชนิด เชื้อ *Escherichia coli* สามารถใช้อาหารสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ได้ดี ทำให้สีของอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสีม่วงอ่อนกลายเป็นสีเหลือง เชื้อ *Escherichia coli* สามารถใช้อาหารสูตรที่ 2 ได้ เปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงอ่อนเป็นสีเหลืองอมม่วง (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 การใช้เชื้อ *Escherichia coli* ทดสอบสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับจัดทำชุดตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่างง่าย

จัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จากการทดสอบสูตรอาหารทั้ง 3 สูตร ได้แก่ อาหารสูตรที่ 1 คือ Modified lactose broth (No.1) อาหารสูตรที่ 2 คือ Modified lauryl tryptose broth และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3 คือ Modified lactose broth (No.2) หรือ CRU coliform broth โดยการเลี้ยงเชื้อมาตรฐานทั้ง 3 ชนิด คือ *En. aerogenes*, *E. coli* และ *Ps. aeruginosa* เมื่อพิจารณาความสามารถในการเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ จากช่วงระยะเวลาเริ่มต้นจนกระทั่งเชื้อโคลิฟอร์มมีการเจริญเติบโต สูตรอาหารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนได้แก่ อาหารสูตรที่ 3 จึงเลือกใช้ในการจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย โดยบรรจุลงในขวดฝาเกลียวขนาดบรรจุ 15 มิลลิลิตร ปริมาตรต่อขวดเท่ากับ 10 มิลลิลิตรโดยผลการตรวจสอบมีความถูกต้องที่ 95% เมื่อเทียบกับการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำด้วยวิธีมาตรฐาน (รูปที่ 5)

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)



รูปที่ 5 ชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ

ทดสอบอายุในการใช้งานของชุดตรวจสอบอย่างง่าย

การเก็บรักษาชุดตรวจสอบอย่างง่ายทั้ง 3 พารามิเตอร์ในที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันคือสถานที่แรกคือเก็บรักษาในตู้เย็น (4-8 °C) ส่วนอีกสถานที่หนึ่งคือเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในทุก ๆ 15 วัน นำมาใช้ทดสอบน้ำประปาจำนวน 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบต่อเนื่องจนครบ 60 วัน พบว่าชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรียบางชุดพบการเจริญของเชื้อรา ส่วนชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำ ยังคงลักษณะเหมือนเดิม ส่วนการทดสอบทุก ๆ 15 วัน และทดสอบต่อเนื่องจนครบ 60 วัน พบว่าทั้งชุดตรวจสอบอย่างง่ายทั้ง 3 พารามิเตอร์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและเก็บรักษาในตู้เย็นยังสามารถใช้ทดสอบคุณภาพน้ำประปาได้

อภิปรายผลการวิจัย

การจัดทำชุดตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคเพื่อการเฝ้าระวัง กรมอนามัย พ.ศ. 2563 กำหนดให้มีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 (กรมอนามัย, 2563) พบว่าอินดิเคเตอร์ที่มีช่วงของการเปลี่ยนสีที่สอดคล้องกับเกณฑ์เสนอแนะมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ Neutral red (6.7-8.0), Phenol red (6.7-8.4) และ m-Nitrophenol (6.7-8.6) (ไพฑูริย์, 2563) แต่ในช่วงระยะเวลาในการศึกษาไม่สามารถจัดซื้อ m-Nitrophenol ได้ จึงทำให้การทดสอบสารละลายอินดิเคเตอร์ได้จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ Neutral red และ Phenol red การเปลี่ยนสีของสารละลายอินดิเคเตอร์ Phenol red จะเห็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 6.5-8.5 ได้ดีกว่าการเปลี่ยนสีของสารละลายอินดิเคเตอร์ Neutral red และหากใช้อินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง Neutral red และ Phenol red พบว่าการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0 ไปเป็น 6.5 ความเข้มของสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น ส่วนการเปลี่ยนสีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 8.5 ไปเป็น 9.0 เกิดการเปลี่ยนสีจากม่วงแดงไปเป็นสีม่วงได้อย่างชัดเจน

การจัดทำชุดตรวจสอบปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำ จากการศึกษาวิธีการตรวจสอบปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำโดยวิธี Iodometric method พบว่า วิธีการตรวจสอบที่นิยมใช้กันคือ Starch-iodide end point และ Orthotolidine arsenite method (กรรณิการ์, 2549) วิธีดัดแปลง Starch-iodide end point ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของสารละลายคลอรีนมาตรฐานเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินออกม่วง ซึ่งจะสังเกตเห็นสีม่วงตั้งแต่ชุดทดลองควบคุมที่ไม่ได้เติมสารละลาย

คลอรีนมาตรฐาน จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการตรวจสอบการปนเปื้อนของคลอรีนอิสระในน้ำประปา โดยการประปาส่วนภูมิภาคได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาให้มีปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำอยู่ที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (การประปาส่วนภูมิภาค, 2563) สำหรับวิธีดัดแปลง Orthotolidine arsenite method เริ่มสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยสีของสารละลายมาตรฐานจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรและสีจะเข้มข้นตามปริมาณคลอรีนมาตรฐานที่เพิ่มมากขึ้น

การจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ ได้ดัดแปลงอาหารเลี้ยงเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียขึ้นจำนวน 3 สูตร ได้แก่ อาหารสูตรที่ 1 คือ Modified lactose broth (No.1) อาหารสูตรที่ 2 คือ Modified lauryl tryptose broth และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3 คือ Modified lactose broth (No.2) โดยใช้ Bromocresol purple เป็นอินดิเคเตอร์ซึ่งถึงการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่าอาหารสูตรที่ 3 ชี้ให้เห็นการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ชัดเจนที่สุด จึงเลือกมาทำเป็นชุดตรวจสอบอย่างง่าย โดยบรรจุลงในขวดขนาด 15 มล ปริมาณของอาหารที่ใช้เท่ากับ 10 มล และเมื่อนำปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจสอบโดยวิธีมาตรฐานและปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจสอบโดยชุดตรวจสอบอย่างง่ายมาคำนวณค่าสหสัมพันธ์ ได้ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .443 จำนวนข้อมูล 30 ค่า และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .014 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่าค่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นั่นคือปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจสอบโดยวิธีมาตรฐานให้ผลการตรวจสอบสอดคล้องกับปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจสอบโดยชุดตรวจสอบอย่างง่าย โดยผลการตรวจสอบมีความสอดคล้องกันที่ 95%

อาหารสูตรที่ 1 คือ Modified lactose broth (No.1) และอาหารสูตรที่ 2 คือ Modified lauryl tryptose broth ดัดแปลงมาจาก Lactose broth และ Lauryl tryptose broth ตามลำดับ โดยเปลี่ยนแปลงจากใช้น้ำกลั่นในการเตรียมเป็นสารละลาย Phosphate buffer solution (PBS) แทน สาเหตุที่ใช้ Phosphate buffer solution เนื่องจาก Phosphate buffer solution จะช่วยในการรักษาระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อ (เนงลักษณ์ สุวรรณเพ็ญและปรีชา สุวรรณเพ็ญ, 2552) แต่หากมีการเจริญของเชื้อในกลุ่มที่ให้กรดในขณะที่มีการเจริญเติบโต เช่น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย Phosphate buffer solution จะไม่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างได้ นอกจากนั้น Phosphate buffer solution ยังมีส่วนช่วยการปรับตัวของเชื้อที่ได้รับการถ่ายเชื้อลงในอาหาร ส่วนอาหารสูตรที่ 3 ได้ดัดแปลงมาจากอาหาร Lactose broth โดยเปลี่ยนจากการใช้น้ำกลั่นในการเตรียมเป็นใช้สารละลาย Phosphate buffer solution แทนและได้เพิ่ม Sodium lauryl sulfate ลงไปในอาหาร สาเหตุที่เพิ่ม Sodium lauryl sulfate เข้าไปเนื่องจาก Sodium lauryl sulfate มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อกลุ่มอื่นที่ไม่ใช่โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งต่อไปควรจะศึกษาการจัดทำชุดตรวจสอบที่สามารถบอกจำนวนการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ทราบเพียงมีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียหรือไม่เท่านั้นและควรศึกษาระยะเวลาในการใช้งานของชุดตรวจสอบอย่างง่ายทั้งที่เก็บอุณหภูมิห้องและในตู้เย็นให้มากขึ้นกว่าการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อจะทราบอายุการใช้งานของชุดตรวจสอบอย่างง่ายที่แท้จริง

สรุป

การจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับทดสอบคุณภาพน้ำประปา ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณคลอรีนอิสระและโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ การใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง Neutral red และ Phenol red มีความเหมาะสมที่ใช้ในการจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายสำหรับตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ส่วนการตรวจสอบ

The 2nd International and National Conference

(Multidisciplinary Innovation Development in the 21st Century)

ปริมาณคลอไรด์ในน้ำวิธีดัดแปลง Orthotolidine arsenite method มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับการตรวจสอบการปนเปื้อนของ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ พบว่าอินดิเคเตอร์ที่มีความเหมาะสมที่สุดในการชี้ถึงการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียคือ Bromocresol purple และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3 คือ Modified lactose broth (No.2) มีความเหมาะสมที่ใช้ในการจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย. (2563). **เกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคเพื่อการเฝ้าระวัง** กรมอนามัย พ.ศ. 2563. ค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2563, จาก http://foodsafety.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=4112&filename=water_index18.
- กรรณิการ์ สิริสิงห. (2549). **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- การประปาส่วนภูมิภาค. (2563). **มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา**. ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://www.pwa.co.th/download/pwastandard50-1.pdf>.
- นงลักษณ์ สุวรรณเพ็ญ และ ปรีชา สุวรรณเพ็ญ. (2552). **จุลชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูริย์ หมายมั่นสมสุข. (2563). **การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเบื้องต้น**. ค้นเมื่อ 4 พฤศจิกายน 2563, จาก <http://www2.diw.go.th/research/เอกสารเผยแพร่/3-Temp-pH-w.pdf>

**ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร
(แขนงวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางชีววิทยา)**

ชื่อ - สกุล
นางสาวสุนทรี กรโอชาเลิศ

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2555

วท.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2549

วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2546

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน	รองคณบดี รับผิดชอบงานจัดการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2555 – 2563	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

สุนทรี กรโอชาเลิศ ปิยพร ศรีสม วลีพรรณ รกิติกุล จินดา ศิริตา ปิยดา ยศสุนทร
บรรทด จอมสุวรรณค์ ประเสริฐ ไวยะกา และ สุภาวดี แก้วพามา. (2564). การพัฒนานวัตกรรม
การผลิตขาไบโไฟเชิงคุณภาพสูงเพื่อวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าซางวิวัฒน์ ตำบลนางแล อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงราย. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. วันที่ 24 - 25 มิถุนายน พ.ศ. 2564.
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, หน้า 1051 – 1056.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. BIO2201 พฤษศาสตร์
2. BIO3201 พฤษเคมีและการประยุกต์ใช้
3. BIO3202 สรีรวิทยาของพืช

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1
The 1st CRRU National Conference on Local Development
“วิถีชีวิตใหม่กับการพัฒนาท้องถิ่น”
New Normal and Local Development Perspectives
วันที่ 24-25 มิถุนายน 2564

การพัฒนานวัตกรรมการผลิตชาใบไม้ชางคุณภาพสูงเพื่อวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าขางวิวัฒน์ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

Innovative production of Psang bamboo leaves tea for Pa PsangWiwat community, Nang Lae sub-district, Muang district, Chiang Rai Province

สุนทรี กรโอชาเลิศ^{1*}, ปิยพร ศรีสม², วลีพรรณ รกติกุล², จินดา ศิริตา², ปิยดา ยศสุนทร², บรรพต จอมสวรรค์², ประเสริฐ
ไวยะกา¹ และ สุภาวดี แก้วพามา²
Soonthre Kornochalert^{1*}, Piyaporn Srisom², Waleepan Rakitkul², Jinda Sirta², Piyada Yodsoontorn²,
Banthot Chomsawan², Prasert Waiyaka¹ and Supawadee Kaewpama²

¹สังกัด (สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย)

²สังกัด (สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย)

*Corresponding author. E-mail: kornochalert@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนานวัตกรรมการผลิตชาใบไม้ชางคุณภาพสูงเพื่อวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าขางวิวัฒน์ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยออกแบบและจัดทำตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และทดสอบประสิทธิภาพ พัฒนาระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ และทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ พบว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการอบ 71.34 เปอร์เซ็นต์ (วันที่สภาพอากาศไม่ค่อยมีแสงแดด) และมีประสิทธิภาพในการอบสูงถึง 97.91 - 99.98 เปอร์เซ็นต์ (วันที่สภาพอากาศมีแสงแดดมาก) และนำใบไม้ชางที่แห้งแล้วมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบดั้งเดิม (ทั้งใบ) แบบสับหยาบ และ แบบผง (ใส่ซองพร้อมซอง) เมื่อทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ โดยการตรวจหา *Salmonella* spp. และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่าไม่มีโคโลนีที่มีลักษณะต้องสงสัยว่าเป็น *Salmonella* spp. และมีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 3 MPN/กรัม และไม่พบการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* เมื่อสอบถามความพึงพอใจจากผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถาม พบว่าผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางแบบดั้งเดิมมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (4.07)

คำสำคัญ: ชาใบไม้ชาง นวัตกรรมการผลิตชา บ้านป่าขางวิวัฒน์

Abstract

Innovative production of the Psang bamboo leaves tea was developed for Pa PsangWiwat community at Nang Lae sub-district, Muang district, Chiang Rai Province. The processes was performed by design and construct the solar energy oven, testing the performance of the oven, development of the transforming processes and testing the product. It was found that, the efficiency of solar energy oven was about 71.34% in cloudy day and about 97.91 - 99.98% in sunny day. Dried Psang bamboo leaves was transformed to tea products by 3 processes consisting of (1) using the whole leaves (original process) (2) cutting leaves to middle size and (3) griding leaves to be powder. Biological testing of products was performed by determining *Salmonella* spp. and Coliform bacteria. It was revealed that *Salmoella* spp. and *Escherichia coli* were not found in the product but Coliform bacteria was found

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1
The 1st CRRU National Conference on Local Development
“วิถีชีวิตใหม่กับการพัฒนาท้องถิ่น”
New Normal and Local Development Perspectives
วันที่ 24-25 มิถุนายน 2564

about less than 3 MPN/g. From respond of the satisfaction survey form customer, the original product (using the whole leaves) get the highest total score from the customer.

Keywords: Psang bamboo leaves tea, Innovative production of tea, Pa PsangWiwat community

บทนำ

บ้านป่าขางวิวัฒน์ ตั้งอยู่ในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบเชิงเขาติดกับป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยนางแล ป่าดอยยาว และป่าดอยพระบาท ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของอุทยานแห่งชาติลำนากก ในอดีตพื้นที่หมู่บ้านมีไม้ชางขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก จึงเป็นที่มาของชื่อหมู่บ้าน “ป่าขางวิวัฒน์” จึงถือได้ว่าไม้ชางเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นเอกลักษณ์ดั้งเดิมของหมู่บ้าน และจากข้อมูลเชิงพื้นที่พบว่าบริเวณชายป่าติดกับหมู่บ้านป่าขางวิวัฒน์ยังคงมีไม้ชางเติบโตตามธรรมชาติอยู่เป็นจำนวนมาก นับได้ว่าเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวนจากสารเคมีอันเนื่องมาจากกิจกรรมทางการเกษตร

ไม้ มีศักยภาพสูงในการผลิตเป็นอาหารเนื่องจากมีโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และแร่ธาตุหลายชนิด (Chongtham, *et al.*, 2011) สารสกัดจากใบไม้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งจุลินทรีย์ ด้านการอักเสบ ด้านมะเร็ง ป้องกันโรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ ลดอาการอ่อนล้า ลดไขมัน และด้านการเกิดความอ้วน (Goyal and Brahma, 2014) ผลการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไม้ชางในพื้นที่หมู่บ้านป่าขางวิวัฒน์พบว่าใบไม้ชางมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยความแตกต่างของส่วนที่เก็บ (ยอดอ่อนและใบแก่) และการอบแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ปิยพร และคณะ, 2562) การศึกษาดังกล่าวสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาต่อยอดให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพตามแผนงาน “ศักยภาพและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากไม้เพื่อความยั่งยืนของบ้านป่าขางวิวัฒน์” ภายใต้โครงการ “หนึ่งคณะ หนึ่งพื้นที่ หนึ่งนวัตกรรม (Triple One)” ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ชาใบไม้ (Bamboo leaf tea) แบบบริสุทธิ์มีสีเขียวอมเหลืองทอง มีรสหวานโดยธรรมชาติ และมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูงในกลุ่มผู้รักสุขภาพที่หลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำตาลและคาเฟอีน หมู่บ้านป่าขางวิวัฒน์มีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติไม้ชางที่มีศักยภาพสูงเหมาะสมสำหรับการพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางคุณภาพสูงได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากในปัจจุบันกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้มีการใช้เตาอบแห้งที่ใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานจากแก๊สหุงต้ม ซึ่งแม้ว่าจะสะดวกและรวดเร็วกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติ แต่การอบใบไม้ร่วมกับวัตถุดิบอาหารชนิดอื่น ๆ ในเตาอบ จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของกลิ่นในชาใบไม้ อีกทั้งการขาดกระบวนการแปรรูปที่ชัดเจนและแน่นอน จะส่งผลโดยตรงต่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะลดความเชื่อมั่นของผู้บริโภคได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการผลิตชาใบไม้ชางคุณภาพสูง

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1
The 1st CRRU National Conference on Local Development
“วิถีชีวิตใหม่กับการพัฒนาท้องถิ่น”
New Normal and Local Development Perspectives
วันที่ 24-25 มิถุนายน 2564

2. เพื่อศึกษากระบวนการแปรรูปสำหรับการผลิตซาโปไม้มะขามคุณภาพสูงสำหรับวิสาหกิจชุมชน
3. เพื่อทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ซาโปไม้มะขาม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ออกแบบและจัดทำตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
2. ทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
3. พัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์ซาโปไม้มะขาม
4. การทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์
 - 4.1 การทดสอบทางชีวภาพ จะตรวจหา *Salmonella* spp. ในซาโปไม้มะขาม โดยวิธี Standard Conventional Method (Andrews, et al., 2021) และตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) ในซาโปไม้มะขาม โดยวิธี Multiple tube fermentation technique
 - 4.2 การสอบถามความพึงพอใจจากผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้บริโภค จำนวน 30 คน โดยแต่ละคนจะได้ชิมผลิตภัณฑ์ซาโปไม้มะขามทั้ง 3 รูปแบบ ซึ่งมีระดับการให้คะแนน ได้แก่ 1 = ชอบน้อยที่สุด 2 = ชอบน้อย 3 = ชอบปานกลาง 4 = ชอบมาก และ 5 = ชอบมากที่สุด โดยทำการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นและรสชาติ และความชอบโดยรวม และนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและจัดทำตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ (ภาพที่ 1) ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้เกิดการสะสมของความร้อนที่ได้มาจากพลังงานแสงอาทิตย์ ตัวตู้ทำมาจากอลูมิเนียมแผ่นเรียบ ส่วนโครงสร้างของตู้ทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว แสงจะผ่านแผ่นอะคริลิกกระจายแสง หน้า 3 มิลลิเมตร เกิดการสะสมของความร้อนภายในตู้ ความร้อนจะถูกนำมาใช้ในการอบซาโปไม้มะขาม โดยภายในตู้จะทำชั้นสำหรับการใส่ตัวอย่างซาโปไม้มะขาม จำนวน 2 ชั้น ช่วงเวลากลางวันการหมุนเวียนความร้อนและการถ่ายเทอากาศเข้าและออกจากตู้จะใช้พัดลมขนาดเล็กจำนวน 2 ตัว ที่ได้พลังงานมาจากแผงโซลาร์เซลล์ ส่วนพลังงานที่เหลือจะถูกเก็บในแบตเตอรี่ ใช้สำหรับการถ่ายเทอากาศภายในตู้ในช่วงเวลากลางคืน เมื่อทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำซาโปไม้มะขามซึ่งนำหนักก่อนและหลังการอบที่อุณหภูมิ 31 – 57 องศาเซลเซียส (ขึ้นกับสภาพอากาศ) เป็นเวลา 7 – 8 ชั่วโมง และหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ตู้สามารถกำจัดออกจากซาโปไม้มะขาม พบว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถกำจัดความชื้นออกจากซาโปไม้มะขามได้ 41.38 – 57.99 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นกับสภาพอากาศ) ซึ่งโดยปกติซาโปไม้มะขามมีความชื้นประมาณ 58.00 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในวันที่สภาพอากาศไม่ค่อยมีแสงแดด ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการอบ 71.34 เปอร์เซ็นต์ และวันที่สภาพอากาศมีแสงแดดมาก ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการอบสูงถึง 97.91 – 99.98 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) จากนั้นนำซาโปไม้มะขามที่แห้งแล้วจากการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ซาโปไม้มะขามได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบดั้งเดิม (ทั้งใบ)

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1
The 1st CRRU National Conference on Local Development
“วิถีชีวิตใหม่กับการพัฒนาท้องถิ่น”
New Normal and Local Development Perspectives
วันที่ 24-25 มิถุนายน 2564

แบบสับหยาบ และ แบบผง (ใส่ซองพร้อมซอง) (ภาพที่ 2) นอกจากนี้เมื่อทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ โดยการตรวจหา *Salmonella* spp. โดยพิจารณาลักษณะของโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS agar และ XLD agar พบว่าไม่มีโคโลนีที่มีลักษณะต้องสงสัยว่าเป็น *Salmonella* spp. และเมื่อตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่ามีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด น้อยกว่า 3 MPN/กรัม และไม่พบการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* และเมื่อสอบถามความพึงพอใจจากผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถาม พบว่าผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางแบบดั้งเดิมมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (4.07) และกลิ่นมากที่สุด (3.93) ซึ่งคะแนนของกลิ่นนี้เท่ากับผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางแบบสับหยาบ ขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางแบบสับหยาบมีคะแนนของรสชาติมากที่สุด (4.20) ส่วนผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางแบบผงมีคะแนนของลักษณะที่ปรากฏและสีมากที่สุด (3.93 และ 3.93 ตามลำดับ) ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางทั้ง 3 แบบ มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง 3.73 – 4.07



ภาพที่ 1 ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ก. ด้านหน้า ข. ด้านหลัง



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์ชาใบไม้ชางรูปแบบต่าง ๆ ก. แบบดั้งเดิม (ทั้งใบ) ข. แบบสับหยาบ และ ค. แบบผง (ใส่ซองพร้อมซอง)

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1
The 1st CRRU National Conference on Local Development
“วิถีชีวิตใหม่กับการพัฒนาท้องถิ่น”
New Normal and Local Development Perspectives
วันที่ 24-25 มิถุนายน 2564

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์กับสภาพแสงแดด

เวลา (น.)	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	อุณหภูมิ (°C)	สภาพแสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	สภาพแสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	สภาพแสงแดด
8.00	30.0	แดดอ่อน	30.0	แดดอ่อน	29.0	แดดอ่อน
9.00	34.0	แดดปกติ	45.0	แดดดี	29.0	ไม่มีแดด มีเมฆ
10.00	31.0	ไม่มีแดด มีเมฆ	51.5	แดดแรงดี	45.0	แดดปกติ
11.00	39.0	แดดปกติ	51.5	แดดแรงดี	46.0	แดดดี
12.00	35.0	แดดอ่อน มีเมฆ	52.0	แดดดี	48.0	แดดดี
13.00	42.0	แดดดี	50.0	แดดดี	49.0	แดดดี
14.00	37.0	แดดอ่อน	57.5	แดดแรงดีมาก	51.5	แดดดีมาก
15.00	32.0	แดดอ่อน มีเมฆ	57.0	แดดแรงดีมาก	52.0	แดดดีมาก
16.00	34.0	แดดอ่อน	55.0	แดดแรงดี	51.0	แดดดี
17.00	32.0	แดดอ่อน มีเมฆ	52.0	แดดปกติ	45.0	แดดอ่อน

อภิปรายผลการวิจัย

จากกระบวนการแปรรูปสำหรับการผลิตชาใบไผ่ชาครั้งนี้ได้ผลิตภัณฑ์ชาใบไผ่ชา 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบดั้งเดิม (ทั้งใบ) แบบสับหยาบ และ แบบผง (ใส่ซองพร้อมซอง) ที่มีความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้น สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ ทำให้ใบไผ่ชาที่มีความแห้งที่สม่ำเสมอ ซึ่งต่างจากการตากแห้งตามธรรมชาติ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ชาใบไผ่ชาจัดเป็นชาสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งการอบแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ปิยพร และ คณะ, 2562) และจากการสอบถามความพึงพอใจจากผู้บริโภค ยังพบว่าการยอมรับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ชาใบไผ่ชาในกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ชาใบไผ่ชาแบบดั้งเดิม โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับนี้ คือ กลิ่น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นิรมล และ คณะ (2550) ที่กล่าวว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรของผู้บริโภค คือ กลิ่น รสชาติ และความรู้สึกหลังกลืน อีกทั้งการให้ข้อมูลเชิงวิชาการเรื่องความปลอดภัย และสรรพคุณของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรอย่างชัดเจน ส่งผลต่อผู้บริโภคที่มีค่านิยมดูแลสุขภาพเชิงป้องกันมากขึ้น และให้ความสนใจเครื่องดื่มชาสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพมากยิ่งขึ้นด้วย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย และข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ควรเพิ่มประสิทธิภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์โดยเพิ่มเติมจำนวนชั้นสำหรับใส่ตัวอย่าง เพื่อเพิ่มปริมาณตัวอย่างในการอบแต่ละครั้ง และเพิ่มเครื่องควบคุมเวลา (Timer) เพื่อให้กระบวนการอบใบไผ่ชาทำได้อย่างต่อเนื่องทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1
The 1st CRRU National Conference on Local Development
“วิถีชีวิตใหม่กับการพัฒนาท้องถิ่น”
New Normal and Local Development Perspectives
วันที่ 24-25 มิถุนายน 2564

เอกสารอ้างอิง

- นิรมล อุดมอ่าง กัญญารัตน์ สุทธิภักดี และ วิชुर ปริญาวิวัฒน์กุล. (2550). ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรของผู้บริโภคโดยใช้เทคนิคโลจิสติกส์เกรสชัน. ใน วิถีวิจัยสู่สังคมร่มเย็นและเป็นสุข. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปิยพร ศรีสม วลีพรรณ รกติกุล จินดา ศิริดา ปิยดา ยศสุนทร และ สุภาวดี แก้วพามา. (2562). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบไผ่ชาง (*Dendrocalamus* sp.). ใน การประชุมวิชาการการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- Andrews, W. H., Wang, H., Jacobson, A., Ge, B., Zhang, G. and Hammack. (2021). BAM Chapter 5: *Salmonella*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella>
- Chongtham, N., Bisht, M. S. and Haorongbam, S. (2011). Nutritional Properties of Bamboo Shoot: Potential and Prospects for Utilization as Health Food. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 10. 153 – 169.
- Goyal, A. K. and Brahma, B. K. (2014). Antioxidation and Nutraceutical potential of bamboo: an overview. *Int. J. Fund. Appl. Sci.*, 3(1), 2 - 10.



ความเป็นมาของปัญหา

ข้าวเหนียว (Glutinous rice) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกมากในแถบภาคอีสานและภาคเหนือของประเทศไทย ทั้งนี้เป็นเพราะข้าวเหนียวมีความเกี่ยวข้องกับความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนในภูมิภาคดังกล่าว ข้าวเหนียวที่เกษตรกรนิยมปลูกส่วนใหญ่เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ไวต่อช่วงแสง ทำให้เกิดข้อจำกัดในการปลูกคือเกษตรกรสามารถปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง อย่างไรก็ตาม ข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองยังคงมีข้อได้เปรียบกว่าข้าวเหนียวพันธุ์ลูกผสมที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ทั้งในเรื่องของรสชาติ ความนุ่มรวมถึงราคาตลาดในปัจจุบัน ข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกของไทยได้แก่ ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง ก่ำพวยและหางยี เป็นต้น

ข้าวเหนียวเขียววงสายพันธุ์ GS.No. 8974 (Kiaw Ngu glutinous rice GS.No. 8974) เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณภาพสายพันธุ์หนึ่งของจังหวัดเชียงรายที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยศูนย์วิจัยข้าวเชียงรายและขึ้นทะเบียนพันธุ์ ในปี พ.ศ. 2555 ถึงแม้ว่าข้าวเหนียวเขียววงจะมีลักษณะเด่นด้านการมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในรูปของวิตามินอีและมีใยอาหารสูงกว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 และมีราคาขายสูงกว่าข้าวเหนียวพันธุ์สายพันธุ์ทั่วไป แต่จากข้อจำกัดที่เป็นข้าวไวต่อช่วงแสงทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องหาวิธีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหนียวพันธุ์เขียววงให้มีลักษณะการให้ผลผลิตที่ดีขึ้น (พ่ายพิบูลย์เศวร์, 2555)

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีชีวภาพ (plant biotechnology) เข้ามามีบทบาทในงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวอย่างมากเช่น การใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอในการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ข้าว การสร้างข้าวดัดแปลงพันธุกรรมโดยใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม เป็นต้น (บุญหงษ์, 2560) ในจำนวนเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในปัจจุบัน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (plant tissue culture) เป็นเทคโนโลยีแบบหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อย่นระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์ให้ลดลงและทำให้ได้พันธุ์ข้าวสายพันธุ์ใหม่ที่ทันต่อความต้องการใช้ของเกษตรกร (เผติมและคณะ, 2532; ประภาและคณะ, 2539; สุรียนต์และคณะ, 2540; สุลักษณ์และคณะ, 2555; Libin *et al.*, 2012) อย่างไรก็ตาม เผติม และคณะ (2556) กล่าวว่า ข้อจำกัดของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวคือ ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีการ

ตอบสนองต่ออาหารสังเคราะห์และองค์ประกอบภายในอาหารสังเคราะห์ที่แตกต่างกัน ทำให้ในเวลาที่ผ่านมา มีกลุ่มนักวิจัยหลายท่านมุ่งให้ความสนใจไปที่การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มปริมาณต้นข้าวให้เพียงพอต่อการนำไปใช้ รวมไปถึงเพื่อให้ได้ต้นข้าวที่มีคุณภาพและเหมาะสมต่อการนำไปใช้สำหรับงานปรับปรุงพันธุ์ข้าว (Phopgao *et al.*, 2013; พันธวิภาและขวัญเดือน, 2560; เบญจมาศ และคณะ, 2561) แนวทางหนึ่งที่จะทำให้สูตรอาหารสังเคราะห์มีความเหมาะสมต่อการนำไปเพิ่มปริมาณของต้นข้าวคือ การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนินลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสารไซโตไคนินที่ได้รับคความนิยมนำมาใช้ในการทำให้เกิดต้นและเพิ่มปริมาณต้นเช่น BA (N6 - Benzyladenine), BAP (6 Benzylaminopurine) และ Kn (Kinetin) เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกใช้ชนิดและความเข้มข้นของสารไซโตไคนินที่เหมาะสมจึงเป็นหัวข้อสำคัญของการวิจัยนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของไซโตไคนินต่อการเพิ่มปริมาณต้นของข้าวเหนียวเขียววงสายพันธุ์ GS.No. 8974

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ด้านเกษตรศาสตร์ (เทคโนโลยีชีวภาพ)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์เขียววงสายพันธุ์ GS.No. 8974 ที่มีอายุเก็บเกี่ยว 1 ปี และอยู่ในสภาพความสมบูรณ์ ไม่มีส่วนที่แตกหักหรือมีร่องรอยการแกะทะของแมลงที่จะส่งผลกระทบต่อการงอก ของเมล็ดข้าวและถูกผลิตและคัดเลือกโดยศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย จังหวัดเชียงราย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ทำการวิจัยที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้



3.1 การเตรียมชิ้นส่วนข้าว

นำเมล็ดข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 มาแกะเปลือกออก จากนั้นนำเมล็ดไปฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวโดยแช่เมล็ดในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาทีต่อการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวอีกครั้งด้วยสารละลายคลอโรกซ์ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้น นำเมล็ดไปล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 3 นาที นำเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (MS) medium ที่เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เลี้ยงในสภาพไม่ให้แสง อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน เมล็ดข้าวที่งอกและมีปลายยอดเกิดขึ้น (ภาพที่ 1) จะถูกนำไปใช้สำหรับการทดลองต่อไป



ภาพที่ 1 ลักษณะต้นของข้าวเหนียวเขียว อายุ 3 วัน หลังการเพาะเมล็ด

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

นำเมล็ดข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 อายุ 3 วันหลังการเพาะเลี้ยงและมีการงอกของยอดมาตัดแยกให้ได้เฉพาะส่วนปลายยอดและมีขนาดชิ้นส่วนที่เท่ากัน (5.0 มิลลิเมตร) จากนั้นนำยอดที่ตัดแยกได้ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนินที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ BAP (6-Benzyl aminopurine), Kn (Kinetin) และ TDZ (Thidiazuron) โดย แต่ละชนิดมีการแปรผันความเข้มข้นอีกชนิดละ 4 ระดับ คือ 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีกรรมวิธีที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นกรรมวิธีควบคุมรวมทั้งสิ้น 13 กรรมวิธี ทำการเลี้ยงไว้ในที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อครบ 4 สัปดาห์ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การเกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งต้น ร้อยละการเกิดรากและร้อยละการเกิดแคลลัส

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดลองจำนวน 30 ซ้ำต่อหน่วยการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด (Complete Randomized Design, CRD) ข้อมูลการทดลองที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ 0.05) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัย

หลังจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารไซโตไคนินที่แตกต่างกันจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ BAP, Kinetin และ TDZ ซึ่งแต่ละชนิดแปรผันความเข้มข้นของสารไซโตไคนินอีกชนิดละ 4 ระดับ ได้แก่ 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทำการเลี้ยงไว้ในที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. การเกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้น

จากการทดลองพบว่า ชนิดและความเข้มข้นของสารไซโตไคนินมีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นเฉลี่ยของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าปริมาณต้นเฉลี่ยของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

กรรมวิธีที่	สูตรอาหาร	ชนิดสาร	ความเข้มข้น (mg/L)	จำนวนต้นต่อชิ้นส่วน
Control	MS	free Hormone	0.0	1e
2	MS	BAP	2.0	3d
3	MS	BAP	4.0	3d
4	MS	BAP	6.0	6.3c



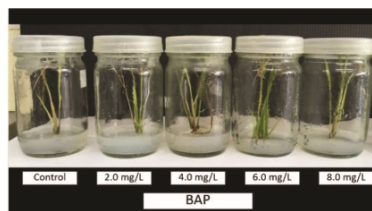
การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏเลยวิชาการ ครั้งที่ 6 ประจำปี 2562
"วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน"
 วันศุกร์ที่ 22 มีนาคม 2562

ตารางที่ 1 (ต่อ)

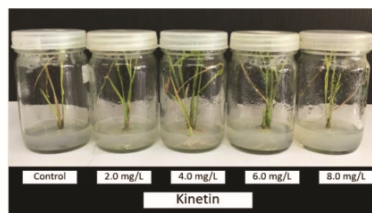
กรรมวิธีที่	สูตรอาหาร	ชนิดสาร	ความเข้มข้น (mg/L)	จำนวนต้นต่อ ชิ้นส่วน
5	MS	BAP	8.0	3d
6	MS	Kinetin	2.0	3d
7	MS	Kinetin	4.0	4d
8	MS	Kinetin	6.0	3.4d
9	MS	Kinetin	8.0	3.6d
10	MS	TDZ	2.0	7.2c
11	MS	TDZ	4.0	6.2c
12	MS	TDZ	6.0	11.6a
13	MS	TDZ	8.0	9.6b
		CV		24.94

อักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

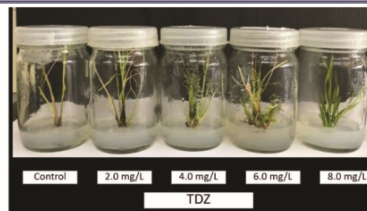
จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ในทุกกรรมวิธีของการเติมสารไซโตไคนินลงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนยอดของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 เกิดต้นและมีปริมาณต้นเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ยกเว้นในกรรมวิธีควบคุม (control) ที่ไม่เติมสารไซโตไคนิน ที่สามารถทำให้ชักนำให้ยอดข้าวเหนียวเขียวงอกต้นใหม่ได้แต่ไม่สามารถเพิ่มปริมาณต้นได้ (ภาพที่ 2)



ก.



ข.

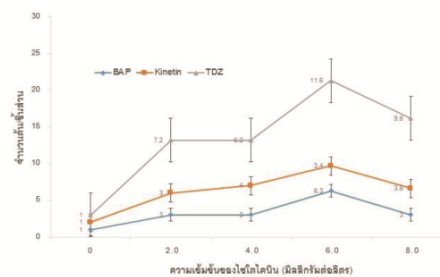


ค.

ภาพที่ 2 การเจริญของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 อายุ 4 สัปดาห์

- ก. บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP
 ข. บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม Kinetin
 ค. อาหารสูตรสังเคราะห์ MS ที่เติม TDZ

นอกจากนี้ จากการทดลองพบว่า กรรมวิธีการเติม TDZ ในทุกระดับความเข้มข้นให้ผลการชักนำให้เกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นสูงกว่ากรรมวิธีการเติม BAP และ Kinetin และจากภาพที่ 3 ซึ่งแสดงค่าแนวโน้มปริมาณต้นเฉลี่ย ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 2.0 ถึง 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณต้นเฉลี่ยของกรรมวิธีที่มีการเติมไซโตไคนินแต่ละชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีการเพิ่มความเข้มข้นของ BAP และ TDZ ที่เติมลงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS จาก 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็น 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถให้ผลการเพิ่มปริมาณต้นเฉลี่ยไปในทิศทางเดียวกันคือสามารถเพิ่มปริมาณต้นเฉลี่ยได้ถึง 2 เท่าจาก (3 ต้นต่อชิ้นส่วน เป็น 6.3 ต้นต่อชิ้นส่วนในกรณีของ BAP และ 6.2 ต้นต่อชิ้นส่วน เป็น 11.6 ต้นต่อชิ้นส่วนในกรณีของ TDZ) ในขณะที่ไม่พบการเพิ่มปริมาณต้นในลักษณะดังกล่าวในกรรมวิธีการเติม Kinetin



ภาพที่ 3 แนวโน้มปริมาณต้นเฉลี่ยของข้าวเหนียวเขียว สายพันธุ์ GS.No. 8974 บนอาหารสังเคราะห์ สูตร MS ที่เติมสารไซโตไคนินแต่ละชนิดในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน



อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลอง สามารถสรุปได้ว่า กรรมวิธีการเติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ยอดของข้าวเหนียวเขียวเกิดต้นและเพิ่มปริมาณต้นใหม่ได้มากที่สุดเท่ากับ 11.6 ต้นต่อชิ้นส่วน รองลงมาคือ กรรมวิธีการเติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ให้ผลการเกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นใหม่เท่ากับ 9.6 ต้นต่อชิ้นส่วน

2. น้ำหนักสด (Fresh weight; FW) และน้ำหนักแห้ง (Dry weight; DW)

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า ชนิดและความเข้มข้นของสารไซโตไคนินมีผลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

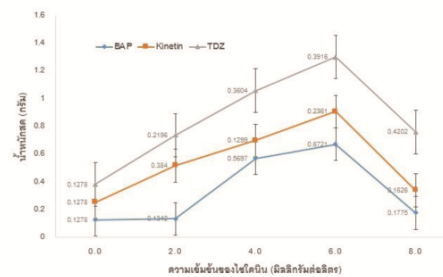
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งต้นของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974

กรรมวิธีที่	สูตรอาหาร	ชนิดสาร	ความเข้มข้น (mg/L)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	MS	-	-	0.1278d	0.0342def
2	MS	BAP	2.0	0.1342cd	0.0330def
3	MS	BAP	4.0	0.5697a	0.0837ab
4	MS	BAP	6.0	0.6721a	0.0935a
5	MS	BAP	8.0	0.1775cd	0.0384cdef
6	MS	Kinetin	2.0	0.3840b	0.0402bcde
7	MS	Kinetin	4.0	0.1299d	0.0282ef
8	MS	Kinetin	6.0	0.2361c	0.0413bcd
9	MS	Kinetin	8.0	0.1626cd	0.0267f
10	MS	TDZ	2.0	0.2196cd	0.0386cdef
11	MS	TDZ	4.0	0.3604b	0.0407bcde
12	MS	TDZ	6.0	0.3916b	0.0480bc
13	MS	TDZ	8.0	0.4202b	0.0529b
		CV		28.66	23.21

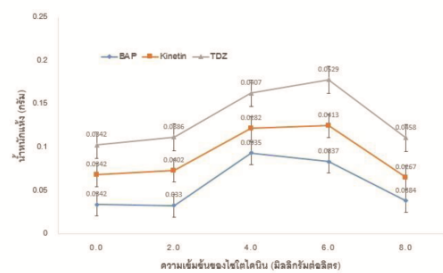
* อักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

โดยจากภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารไซโตไคนินแต่ละชนิดในช่วง ระดับความเข้มข้นของไซโตไคนิน 2.0 ถึง 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าว

เหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวเหนียวเขียวจะลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4 และภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 แนวโน้มค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 ที่เจริญบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารไซโตไคนินแต่ละชนิดในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 5 แนวโน้มค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No. 8974 ที่เจริญบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารไซโตไคนินแต่ละชนิดในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

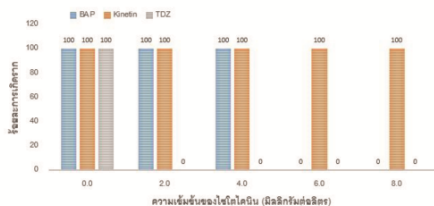
อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ภายหลังจากเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ กรรมวิธีการเติม BAP ที่ระดับความเข้มข้น 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตรให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับ 0.6721 กรัม และ 0.0935 กรัม ตามลำดับ รองลงมาได้แก่กรรมวิธีการเติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 8.0 และ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.4202 กรัม และ 0.0529 กรัม และ 0.3916 กรัม และ 0.0480 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีการเติม Kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรจะให้ค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำสุดเท่ากับ 0.1299 กรัม และ 0.0282 กรัม



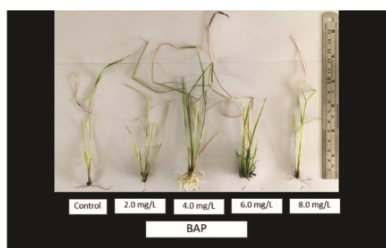
ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่
 เดิมสารไซโตโคไนน์ซึ่งให้ค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำสุด
 เท่ากับ 0.1278 กรัม และ 0.0342 กรัม ตามลำดับ

3. การเกิดรากและการเกิดแคลลัส

สำหรับผลการเกิดรากและการเกิดแคลลัส ผลการ
 ทดลองพบว่าชนิดและความเข้มข้นของไซโตโคไนน์ไม่สามารถ
 ชักนำให้ขึ้นส่วนของยอดของข้าวเหนียวเขี้ยวงูสายพันธุ์ GS.No.
 8974 เกิดแคลลัสได้ แต่สามารถชักนำให้ขึ้นส่วนของยอดของข้าว
 เหนียวเขี้ยวงูสายพันธุ์ GS.No. 8974 เกิดรากและให้ผลค่าร้อยละ
 ของการเกิดรากที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 6 โดย
 พบว่า กรรมวิธีที่สามารถชักนำให้ขึ้นส่วนของยอดของข้าวเหนียว
 เขี้ยวงูเกิดรากได้ประกอบด้วย กรรมวิธีควบคุม, กรรมวิธีการ
 เติม BAP ที่ระดับความเข้มข้น 2.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
 (ภาพที่ 7ก) และกรรมวิธีการเติม Kinetin ที่ระดับความเข้มข้น
 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 7ข) ซึ่งให้ค่า
 ร้อยละของการเกิดรากเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 100 ขณะที่กรรมวิธี
 การเติม TDZ ไม่สามารถชักนำให้เกิดรากได้ (ภาพที่ 7ค)



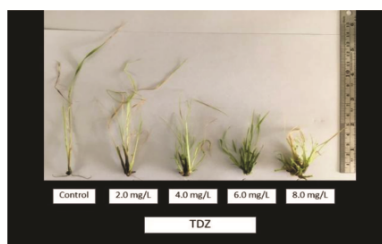
ภาพที่ 6 ร้อยละการเกิดรากเฉลี่ยของข้าวเหนียวเขี้ยวงูสายพันธุ์ GS.No. 8974 บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารไซโตโคไนน์ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน



ก.



ข.

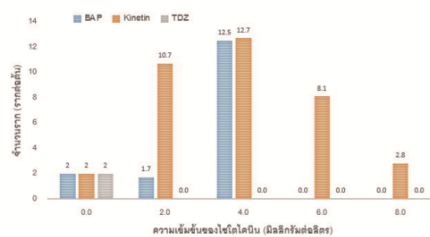


ค.

ภาพที่ 7 การเจริญของข้าวเหนียวเขี้ยวงูสายพันธุ์ GS.No. 8974 อายุ 4 สัปดาห์

- ก. บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BAP
- ข. บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม Kinetin
- ค. อาหารสูตรสังเคราะห์ MS ที่เติม TDZ

นอกจากนี้ จากผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ให้
 ปริมาณรากสูงสุดคือ กรรมวิธีการเติม Kinetin และ BAP
 ที่ระดับความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ให้ปริมาณราก
 เท่ากับ 12.7 ราก และ 12.5 ราก ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ชัก
 นำให้เกิดรากในปริมาณน้อยสุดคือ กรรมวิธีควบคุมที่ได้
 ปริมาณให้เกิดรากได้เท่ากับ 2 ราก ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 จำนวนรากเฉลี่ยของข้าวเหนียวเขี้ยวงูสายพันธุ์ GS.No. 8974 บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารไซโตโคไนน์ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน



อภิปรายผล

ปัจจุบัน สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หรือฮอร์โมนพืชถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มจำนวนการสร้างยอดใหม่ได้ดีในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มสำคัญและได้รับความนิยมคือ สารกลุ่มไซโตไคนิน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ การเจริญทางลำต้นและกิ่งก้าน การเร่งการแตกตาข้างและชะลอการแก่ของพืช โดยจากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้สารไซโตไคนินนิยมนำมาใช้ในการชักนำต้นหรือเพิ่มปริมาณต้น (Anupan and Panthitra, 2006)

จากผลการทดลองพบว่า ชนิดและความเข้มข้นของสารไซโตไคนินมีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นใหม่ และการเพิ่มปริมาณต้นเฉลี่ยของข้าวเหนียวเขี้ยวสายพันธุ์ GS.No. 8974 ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่า ในทุกกรรมวิธีของการเติมสารไซโตไคนินลงในอาหารสังเคราะห์ MS สามารถชักนำให้ขึ้นส่วนยอดของข้าวเหนียวเขี้ยวสายพันธุ์ GS.No. 8974 เกิดต้นใหม่ และมีปริมาณต้นเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ยกเว้นในกรรมวิธีควบคุมที่ไม่เติมสารไซโตไคนินซึ่งไม่สามารถทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณต้นได้ นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่า กรรมวิธีการเติม TDZ ในทุกระดับความเข้มข้นให้ผลการชักนำให้เกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นสูงกว่ากรรมวิธีการเติม BAP และ Kinetin โดยค่าแนวโน้มปริมาณต้นเฉลี่ยชี้ให้เห็นว่าที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 2.0 ถึง 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มของค่าปริมาณต้นเฉลี่ยของไซโตไคนินแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้นั้นพบว่า มีความสอดคล้องกับรายงานการวิจัยหลายฉบับก่อนหน้านี้ ตัวอย่างเช่น การวิจัยของสุริยันต์ (2540) ซึ่งรายงานว่าการเติมสาร Kinetin ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตรลงในอาหารสังเคราะห์ MS สามารถชักนำให้แคลลัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เกิดเป็นต้นได้ เช่นเดียวกับรายงานของผดิมและคณะ (2556) ที่รายงานว่าการใช้ Kinetin ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันในอาหารสังเคราะห์ สามารถชักนำให้แคลลัสของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 60 เกิดต้นใหม่เช่นกัน หรือรายงานการวิจัยของ Phopgao and others (2013) ที่ได้รายงานว่าอาหารสังเคราะห์ MS ที่เติม BA (N^6 benzyladenine) ที่ระดับเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

สามารถชักนำให้แคลลัสของข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 และข้าวเหนียวข6 เกิดต้น (ยอดและราก) ได้ในอัตรา 2.4 ต้นต่อแคลลัส หรืองานวิจัยของพันทิวาและขวัญเดือน (2560) รายงานว่า การใช้อาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA ที่ระดับความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว สามารถชักนำให้แคลลัสของข้าวเจ้าหอมนิลเกิดการสร้างต้นใหม่ได้สูงสุด 5.5 ต้นต่อแคลลัส เป็นต้น และจากการอ้างอิงดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ชนิดและความเข้มข้นของไซโตไคนินที่เหมาะสมสามารถที่จะทำให้ยอดของข้าวเหนียวเขี้ยวงอกต้นและเพิ่มปริมาณต้นได้ดี นอกจากนี้จากการทดลองนี้พบว่า กรรมวิธีการเติม TDZ ในทุกระดับความเข้มข้นให้ผลการชักนำให้เกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นสูงกว่ากรรมวิธีการเติม BAP และ Kinetin ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Mohitosh and others (2012) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลการเพิ่มปริมาณต้นของข้าวโดยใช้สาร BAP และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และรายงานสรุปได้ว่า สามารถทำให้ขึ้นส่วนยอดข้าว (*Oryza sativa* spp. *Indica*) เพิ่มปริมาณต้นได้สูงสุด 10.3 ต้นต่อขึ้นส่วนเมื่อเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือรายงานของสุลักษณ์และคณะ (2555) รายงานว่า สามารถเพิ่มปริมาณต้นข้าวหอมมะลิได้สูงสุด 8.83 ต้นต่อกอในอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารโคโคซาน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถึงแม้ว่าจะไม่มีงานวิจัยที่เปรียบเทียบผลของชนิดของไซโตไคนินต่อการเพิ่มปริมาณต้นข้าวโดยตรง แต่จากงานการวิจัยของประเทศไทยหลายฉบับพบว่า TDZ ให้ผลที่ดีต่อการชักนำให้เกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นได้ดีในพืชหลายชนิด เช่น ต้นแก่นตะวัน (วสุวิ และสุนนา, 2558) และต้นกุหลาบหนู (อัมพิกาและคณะ, 2561) เป็นต้น และจากตัวอย่างงานวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ประสบความสำเร็จในการชักนำให้ยอดข้าวมีการเพิ่มปริมาณยอดได้คือ ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างของการ BA ที่มีการใช้เพิ่มขึ้นจาก 3.0 เป็น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วสามารถเพิ่มปริมาณยอดของข้าวได้จาก 2.2 ต้นเป็น 5.5 ต้นต่อแคลลัส ถึงแม้ว่าจะเป็นข้าวคนละสายพันธุ์ก็ตาม ซึ่งให้ลักษณะแนวโน้มของผลการทดลองที่คล้ายกับงานวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า การเพิ่มระดับความเข้มข้นของ TDZ และ BAP ในอาหารสูตร MS สามารถเพิ่มปริมาณต้นของ



ข้าวเหนียวเขียวในสภาพปลอดเชื้อได้ อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้ความเข้มข้นของ kinetin ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเหนียวเขียวได้ไม่มากนัก

แม้ว่าจากผลการทดลองจะพบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและค่าน้ำหนักแห้งของกรรมวิธีการเดิม TDZ จะมีค่าน้อยกว่า BA แต่จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเหนียวเขียว ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเหนียวเขียว GS.No.8974 คือ อาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ในระดับความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลการเกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นใหม่เท่ากับ 11.6 ต้นต่อชิ้นส่วนและ 9.6 ต้นต่อชิ้นส่วน

สรุปผลการวิจัย

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดของข้าวเหนียวเขียว GS.No.8974 เพื่อศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของไซโตไคนินต่อการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No.8974 พบว่า ชนิดและความเข้มข้นของไซโตไคนิน มีผลต่อการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเหนียวเขียวสายพันธุ์ GS.No.8974 ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในทุกกรรมวิธีที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนินสามารถเพิ่มปริมาณต้นข้าวได้ ยกเว้นกรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (1 ต้นต่อชิ้นส่วนพืช) นอกจากนี้ กรรมวิธีการเดิม TDZ ให้ผลการเพิ่มปริมาณต้นดีที่สุด รองลงมาคือ BAP และ Kinetin ตามลำดับ การเพิ่มระดับความเข้มข้นของ TDZ และ BAP ในอาหารสูตร MS ในช่วงระดับความเข้มข้น 4.0 ถึง 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มปริมาณต้นของข้าวเหนียวเขียวในสภาพปลอดเชื้อได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามพบว่าในสถานการณ์เพิ่มระดับความเข้มข้นของ kinetin ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเหนียวเขียวได้

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเหนียวเขียว GS.No.8974 คือ อาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ในระดับความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ให้ผลการเกิดต้นและ

การเพิ่มปริมาณต้นใหม่เท่ากับ 11.6 ต้นต่อชิ้นส่วนและ 9.6 ต้นต่อชิ้นส่วน ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่มุ่งหาเทคนิคในการเพิ่มปริมาณต้นของข้าวเหนียวเขียว GS.No.8974 โดยอาศัยความสามารถของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มไซโตไคนินแต่ละชนิดและการใช้สารในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ สามารถคัดเลือกชนิดของไซโตไคนินและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดต้นและการเพิ่มปริมาณต้นของข้าวเหนียวเขียว GS.No.8974 ได้ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลยราย ที่สนับสนุนเงินงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เบญจมาศ หนูแป้น, ไซนีย๊ะ สะมะลา, กนกรัตน์ ไสสะอาด, กิตติมา คงทน, กนกอร ทองใหญ่ และศิริพร ทวีโรจนการ. (2561). ผลของสูตรอาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสในข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม. *วารสารแก่นเกษตร*. 46(1), 73-80.
- บุญหงส์ จงคิด. (2560). *ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ประภา ศรีพิจิตต์, อภิชาติ วรรณวิจิตร, ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ, อรอนงค์ นัยวิกุล และวิทยา แสงแก้วสุข. (2539). การคัดเลือกข้าวหอม (*Oryza sativa* L.) พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ไม่ไวต่อช่วงแสงจากแหล่งความผันแปรทางพันธุกรรมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *บทความในงานประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 26-36.



- เผติม ระติสุนทร, ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ, เสาวนีย์ สุพุทธิธาดา และสุพรรณิ แก่นสาร. (2532). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวบาสมาคี 370. **วารสารเกษตรศาสตร์**. 23(3), 205-210.
- เผติม ระติสุนทร, ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ, เสาวนีย์ สุพุทธิธาดา, สุรินทร์ ปิยะโชคณากุลและเลิศลักษณ์ เงินศิริ. (2556). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในข้าวพันธุ์ต่างๆ. **วารสารเกษตรศาสตร์ (สาขาวิทยาศาสตร์)**. 27(3), 278-285.
- พ่ายพญเบศวร์ มากกุล. 2555. การพัฒนาข้าวเหนียวเขี้ยวงู : จากธนาคารเชื้อพันธุ์สุนาเกษตรกร. **บทความในงานสัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบน และภาคเหนือตอนล่างประจำปี 2555**. พิษณุโลก: กรมการข้าว. 257-277.
- พันทิวา ที่รวมและขวัญเดือน รัตน์นา. (2560). การชักนำให้เกิดแคลลัสและต้นใหม่ของข้าวหอมมลิ. **วารสารแก่นเกษตร**. 45(ฉบับพิเศษ 1), 1052-1059.
- วสุวี สุนทร และ สุธมนานีระ. (2558). ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแก่ต้นตวันในสภาพปลอดเชื้อ. **วารสารแก่นเกษตร**. (ฉบับพิเศษ 1), 119-125.
- สุวิษัยนตร์ ฉะคูม, ศรีสม สุรวัดนานนท์, กมลพรรณ นามวงศ์พรหมและเฉลิมชัย วงศ์วัฒน์. (2540). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. **บทความในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35**. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย. 9-20.
- สุลัดักษณ์ แจ่มจำรัส สนธิชัย จันทรเปรม รงรอง หอมนวล มณฑา วงศ์มณีโรจน์ และรัตนา เอการัมย์. (2555). การใช้สารโคโตซานร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงข้าวหอมมะลิ 105. **บทความในการประชุมแห่งชาติของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 9**. กรุงเทพฯ : 2189-2197.
- อนุรักษ์ โพธิ์เยี่ยม, รัญญิการ์ ไปรหา, ราริ ชื่อนทอง, อรสา จันทิมาและแสงทอง พงษ์เจริญกิต. (2555). การชักนำให้แคลลัสและการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย ของข้าวเหนียวสายพันธุ์ขาวโป่งไครั. **บทความในการประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2182-2188.
- อัมพิกา ตีบบวาง, ศิริศัญญากร จันทรชิตราพร และกิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์. (2561). ผลของไซโตไคนินและซูโครสต่อการเพาะเลี้ยงกุหลาบหนู. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 23(2), 712-721.
- Anupan Kongbangkerd and Panthitra Kamol. (2006). Effect of Cytokinins and Auxins on Development of *Curcuma parviflora* Wall. Cultured in vitro. **NU Science Journal**. 2(2). 183-201.
- A. Libin, P.J. King, K.H. Chubo and P.Sipen. (2012). Callus induction and plant regeneration of Sarawak rice (*Oryza sativa* L.). **African Journal of Agriculture Research**. 7(30). 4260-4265.
- Mohitosh Dey, Sonvika Bakshi, Gabor Galiba, Lingaraj Sahoo and Sanjib Kumar Panda. (2012). Development of genotype independent and transformation amenable regeneration system from shoot apex in rice (*Oryza sativa* spp. *Indica*) using TDZ. **Biotechnology Journal**. 2, 233-240
- Phopgao Buddharaksa, Warut U-kong, Ruttaporn Chundet, Pheravut Wongsawad and Mondhon Sanguansermisri. (2013). Callus induction from seeds in vitro culture of rice KDML 105 and glutinous rice RD 6. **Naresuan Phayao Journal**. 6(2), 100-105.

The diversity and abundance of phytoplankton and benthic diatoms in varying environmental conditions in Kok River, Chiang Rai, Thailand as bio-indicators of water quality

TIPPAWAN PRASERTSINI^{1*}, KRITTAWIT SUK-UENG², KITTIYA PHINYO³, EKKACHAI YANA⁴

¹Biological Science Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57100, Thailand.

Tel.: +66-85-459-4633, Fax.: +66-53-702758, *email: prasertsintippawan@gmail.com

²Energy and Environment Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57100, Thailand

³Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

⁴Environmental Science and Technology Program, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100, Thailand

Manuscript received: 13 January 2021. Revision accepted: 21 March 2021.

Abstract. Prasertsin T, Suk-ueng K, Phinyo K, Yana E. 2021. The diversity and abundance of phytoplankton and benthic diatoms in varying environmental conditions in Kok River, Chiang Rai, Thailand as bio-indicators of water quality. *Biodiversitas* 22: 1853-1862. The study of living organisms was important information for bio-indicators which was utilized to assess the quality of the environment. In the river ecosystem, the algae with which one organism was interesting accordingly considered the relationship of 2 groups algae, including phytoplankton and benthic diatoms and the physical-chemical parameters of Kok River Chiang Rai, Thailand. Phytoplankton and benthic diatoms were collected from five sampling sites along the Kok River during January (cool dry), March (summer), and June (rainy season) 2018, and assessed as bio-indicators to monitor environmental factors that represent water quality across varying conditions and periods. Fifty-seven species of phytoplankton and thirty-nine species of benthic diatoms were found. The phytoplankton mainly belonged to the phylum Bacillariophyta (diatom group). Physical and chemical factors affecting the dominant phytoplankton and benthic diatom species were subjected to canonical correspondence analysis (CCA). Results showed that planktonic and benthic *Gomphonema lagenula* positively correlated with ammonium nitrogen, recording highest abundance during the rainy season. Abundance of *Achnanthydium straubianum*, a planktonic and benthic diatom, and *Navicula cincta* negatively correlated with river velocity and water conductivity, with lowest numbers during the rainy season. Water trophic status evaluated from the main parameters of the AARL-PC score indicated that during the cool dry and summer seasons all sampling sites were classified as mesotrophic, while during the rainy season they were classified as meso-eutrophic. The combination of phytoplankton and benthic diatom can be used as bio-indicators of water quality in the Kok River and other freshwater ecosystems.

Keywords: AARL-PC score, bioindicator, correlation, environmental factor, standing water

INTRODUCTION

Algae play a significant role in global ecology and ecosystem functioning as important oxygen-producing communities in aquatic environments. Based on habitats, algae can be divided into two groups, i.e. phytoplankton and benthic algae. Phytoplankton is autotrophic organism that lives near the water surface where there is sufficient light to support photosynthesis. Among the more important groups of phytoplankton are the diatoms, cyanobacteria, green algae, euglenoids and dinoflagellates. On the other hand, benthic algae are those attached to all kinds of substrata including rocks, mud, organic and inorganic particles, macrophytes and other living organisms (John et al. 2011).

Two different kinds of communities are usually recognized as microalgae and macroalgae (Lobo et al. 2016). A major group of benthic microalgae comprises the diatoms. Diatoms are abundant in marine and freshwater habitats which in all freshwater habitats including standing and running waters and planktonic and benthic habitats. They dominate both the biomass and biological diversity of the microscopic flora in many aquatic ecosystems. Diatoms

inhabit a broad array of habitats but many have specific habitat requirements and have been used as freshwater environment bioassessment indicators to monitor long-term changes in ecological conditions (Blanco and Ector 2009).

Algae is sensitive to changes in their surroundings, as such total algal biomass and certain species are often used as indicators of water quality (Omar 2010). Algae have a long history of use as bio-indicators to determine water quality. The uses of phytoplankton as indicators of water quality were investigated by Peruma et al. (2009); Stepankova et al. (2012); Järvinen et al. (2012); Borics et al. (2014). In Thailand, ecological studies on water quality and its effects on the distribution and diversity of phytoplankton were conducted by Peerapornpisa et al. (2004); Prasertsin et al. (2018) while the applicability of benthic diatom indices to assess river water quality was investigated by Pekthong (2008); Suphan and Peerapornpisa (2010); Yana et al. (2013); Leelahakriengkrai and Peerapornpisa (2014); Nakkaew et al. (2015); Leelahakriengkrai and Kunpradid (2018). While such studies present the use algae as bio-indicators of water quality, each study focused on a particular group of algae, either the phytoplankton or the benthic diatoms. No studies in Thailand have integrated

both groups of algae used as bio-indicators.

The Kok River is the main river in Chiang Rai Province, Thailand and one of the tributaries of the Mekong. The characteristics of the river vary from lentic to fast-flowing stretches and this habitat diversity attracts many animals, plants and microorganisms that can be used as bio-indicators. This study aimed to examine the diversity, distribution and abundance of phytoplankton and benthic diatoms, and to investigate their relationships with environmental factors in Kok River. Our data present the first report in Thailand that combines phytoplankton and benthic diatom data as indicators of water quality in the Kok River.

MATERIALS AND METHODS

Study area and period

The Kok River is the main waterway in Chiang Rai Province as a tributary of the Mekong. From its source in Myanmar, the Kok River runs eastward through Chiang Rai and joins the Mekong at Bann Sobkok, Chiang San District. Total length of the river is 290 km, with 114 km

running across Chiang Rai Province (Pekthong 2008). Five sampling sites along the Kok River were selected, based on the properties of the water body and environmental impact. Details and locations of each sampling site are shown in Table 1 and Figure 1. Phytoplankton, benthic diatoms and physicochemical water quality properties were determined during January (cool dry), March (summer) and June (rainy season) 2018.

Collection and identification of phytoplankton

Twenty liters of water samples were collected from each sampling site along the Kok River and filtered using a 10 µm mesh size plankton net. The samples were preserved by adding 0.7 mL of Lugol's solution to 100 mL of the sample (Eaton et al. 2005), observed under a light microscope and photographed using an Olympus Normaski Microscope. The phytoplankton specimens were identified based on relevant characteristics, such as color, cell-size, colony or filament, shape of the chloroplast, number and position of the flagella with or without the spine, as well as details of the granular characteristics of the cell wall (John et al. 2011; Prasertsin et al. 2014; Phinyo et al. 2017).

Table 1. Sampling sites locations and character of water types along the Kok River, Chiang Rai Province, Thailand

Sampling site	Location	Character of water type
Site 1 Huay Mark Liam	Doi Hang Sub-district, (19°57'49.4"N 99°40'40.1"E)	Fast-flowing
Site 2 Had Chiang Rai	Rop Wiang Sub-district, (19°55'03.8"N 99°47'37.2"E)	Fast-flowing
Site 3 Kok River bridge	Ban Rong Suea Ten, Rim Kok Sub-district, Mueang (19°55'18.4"N 99°50'45.6"E)	Almost still
Site 4 Chaloen Phrakiat I	Ban Kwae Wai, Rop Wiang Sub-district, (19°55'29.8"N 99°51'46.5"E)	Almost still
Site 5 Fai Chiang Rai	Ban PA Yang Mon, Rim Kok Sub-district, (19°55'31.4"N 99°53'49.9"E)	Slow-flowing

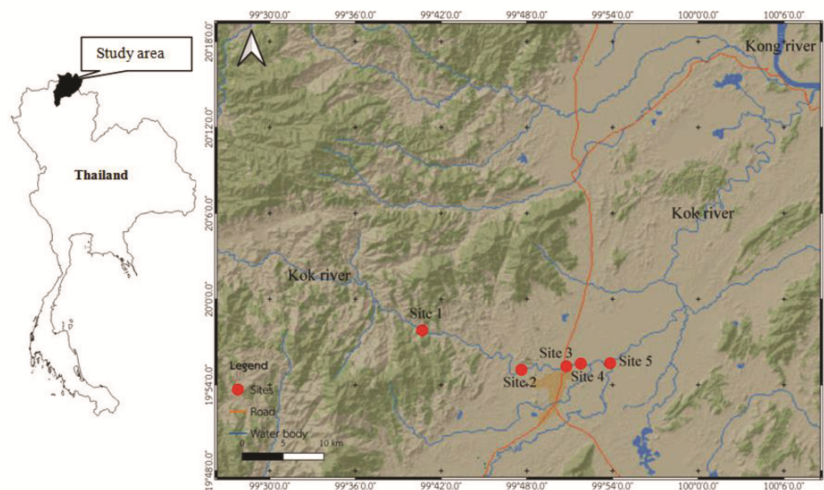


Figure 1. Map of the location of the study areas and sampling sites along the Kok River, Chiang Rai Province, Thailand

Cell enumeration of the phytoplankton species was assessed by the Lackey drop method (Phinyo et al. 2017). This is a simple method that is used to obtain results when studying the density of plankton populations. Dominance (Y) of a species was calculated by the following equation (Yang et al. 2016):

$$Y = \frac{ni \cdot fi}{N}$$

Where:

ni = the abundance of species i
fi = the occurrence frequency of species i
N = the total abundance

The occurrence frequency of a species refers to the proportion of the number of stations reporting its occurrence to the total number of sampling stations. A dominant species was defined if Y was greater or equal to 0.02.

Collection and identification of benthic diatoms

Benthic diatom samples were collected by scratching the substrate surface of cobbles and gravel with a toothbrush. The samples were placed in plastic boxes and fixed with Lugol's solution on site. Diatom samples were then taken into the laboratory and cleaned following the concentrated acid digestion method. The collected samples were boiled in hot nitric acid for 15 min, followed by hydrogen peroxide for 15 min before rinsing with distilled water (Yana and Mayama 2015). For light microscopy (LM), cleaned samples were mounted in Naphrax (SPI Supplies, West Chester, USA). All diatom specimens in each slide were counted, identified and photographed using an Olympus Normaski Microscope with a $\times 100$ oil immersion objective. Taxonomy and nomenclature were determined according to Lange-Bertalot (2001); Yana et al. (2013); Nakkaew et al. (2015)

Determination of physical and chemical properties of water

Determination of the relevant physical and chemical properties of the river water was conducted at each sampling site by measuring air temperature, water temperature, velocity, pH, conductivity and dissolved oxygen (DO). Water samples were collected in polyethylene bottles and kept in a cool box at 5-7°C for laboratory analyses of alkalinity, biochemical oxygen demand (BOD), nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and soluble reactive phosphorus (SRP) (Eaton et al. 2005).

The trophic status of water was evaluated from the main parameters (i.e. conductivity, DO, BOD, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen and soluble reactive phosphorus) by the Applied Algal Research Laboratory-Physical and Chemical score: AARL PC-score (Peerapornpisal et al. 2004).

Relationship between phytoplankton content and physical and chemical factors

Comparison between parameters in each season was estimated using ANOVA, followed by Tukey's post hoc

test at $p < 0.05$. Relationships between phytoplankton, benthic diatoms and physical and chemical factors were explored by canonical correspondence analysis (CCA) using MVSP (Multi-Variate Statistical Package for Windows ver. 3.22). The result was presented as a CCA plot.

RESULTS AND DISCUSSION

Distribution of phytoplankton and benthic diatoms in the Kok River

Four Phyla containing 57 species of phytoplankton were found in the Kok River. The most diverse Phylum was Chlorophyta (31 species), followed by Bacillariophyta (18 species), Cyanobacteria (7 species) and Euglenozoa (1 species) (Table 2). All phytoplankton species found in the Kok River were acknowledged as common species that are typically found in standing water throughout Thailand (Pollution Control Department 2010). Each species showed different distribution at the sampling sites. All species in the Phyla Chlorophyta, Cyanobacteria and Euglenozoa had the highest distribution in almost still and slowly flowing water (Sites 1, 2 and 3), while Phylum Bacillariophyta in planktonic form was found at all five sampling sites. Each species was recorded at a different percentage of relative abundance during each season. Relative abundance can be used to consider the dominant species (Yang et al. 2016). Dominant phytoplankton in the Kok River was from the Phylum Bacillariophyta (diatom group). These were found at all sampling sites and included *Achnanthes straubianum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, *Cymbella tugidula* Grunow, *Gomphonema lagenula* Kützing and *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs.

Thirty-nine species of benthic diatoms were found in the Kok River (Table 3 and Figure 2). Most were common species found in lotic ecosystems throughout Thailand (Pekthong 2008; Yana et al. 2013; Nakkaew et al. 2015; Leelahakriengkrai and Kunpradid 2018). The majority of benthic diatoms were pennate (97%), while the remaining 3% were centric diatoms. This finding concurred with Leelahakriengkrai and Peerapornpisal (2010) who noted that pennate diatoms dominated freshwater bodies, whereas centric diatoms were more abundant in marine ecosystems. *Achnanthes straubianum* (Lange-Bertalot), *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Gomphonema lagenula* Kützing, *Planothidium frequentissimum* (Ostrup) Lange-Bertalot, *Nitzschia inconspicua* Grunow, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith and *Nitzschia supralitoria* Lange-Bertalot were the seven dominant species of benthic diatoms recorded in the Kok River. *Achnanthes straubianum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot and *Gomphonema lagenula* Kützing were found in planktonic and benthic diatoms, agreeing with (Guiry and Guiry (2020), who reported that these two species occurred in all freshwater biospheres including standing and flowing waters and planktonic and benthic habitats. *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Cymbella tugidula* Grunow and *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith were the dominant species in the Kok River. This result concurred with Leelahakriengkrai and Peerapornpisal (2011) who indicated that these three species were the

dominant benthic diatoms in all the main rivers of Thailand. *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Cymbella tugidula* Grunow, *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith, *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot, *Achnanthydium exiguum* (Grunow) Czarnecki, *Seminavis strigose* (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli in Danielidis & D.G.Mann, and *Navicula germanii* J.H.Wallace were most abundant species found in the Ping River Chiang Mai Province, Thailand (Leelahakriengkrai and Kunpradid 2018).

Water quality based on physical and chemical properties

Different values of physical and chemical parameters at each sampling site along the Kok River were recorded during the cool dry, summer and rainy seasons (Table 4). Air and water temperatures ranged between 22.00±0.00 and 31.00±0.00 °C and 20.67±0.29 and 27.00±0.00 °C, respectively. The highest value occurred during the summer season at site 4, while the lowest was recorded during the cool dry season at site 1. Water turbidity gave diverse readings, ranging between 16.73±0.47 and 537.00±35.59 NTU. Highest value occurred during the rainy season at site 2, while the lowest was recorded during the summer season at site 4. Turbidity was reported at less than 10 NTU in some clean and clear headwater streams. Differences in turbidity were recorded throughout the sampling period, with maximum turbidity value at every sampling site during the rainy season. Alkalinity in the Kok River ranged between 56.67±4.16 and 142.67±4.62 mg L⁻¹. The value of alkalinity in the cool dry season indicated low impact of effluents, while during the summer and rainy seasons the impact of effluents was higher. Natural water alkalinity ranges between 50 and 100 mg L⁻¹ and is frequently less than 100 mg L⁻¹ in clean resources. The pH

in the Kok River ranged between 6.42±0.07 and 7.33±0.15. On average, all sampling sites were neutral throughout the summer and rainy seasons and slightly acid during the cool dry season. Water at all sampling sites was livable for living organisms and suitable for human consumption as it did not exceed the quality standard (6-9) of surface water (Simachaya 2000; Evans et al. 2012). Overall conductivity was between 104.43±2.68 µS cm⁻¹ and 133.13±0.95 µS cm⁻¹. All sampling sites were normal for general water resources, meaning that the water was livable for living organisms and suitable for human consumption as it did not exceed the quality standard (<300 µS cm⁻¹) of surface water. Conductivity is a quality parameter that is used to assess water status. The range for oligo-mesotrophic status is 50-100 µS cm⁻¹, with 100-250 µS cm⁻¹ for mesotrophic (Shekha et al. 2017). Value of the dissolved oxygen (DO) was between 2.73±1.08 mg L⁻¹ and 8.60±0.35 mg L⁻¹. The highest and lowest values were found during the cool dry season at sites 1 and 3 and at site 5 during the rainy season, respectively. All sampling sites met the standard of surface water quality for general water resources (2 mg L⁻¹) (Simachaya 2000). The BOD was between 1.87±1.50 and 11.53±1.29 mg L⁻¹. The highest value occurred during the rainy season at site 2, while the lowest was recorded in the cool dry season at site 1. Results showed that the standard of surface water was not exceeded (Simachaya 2000). Amounts of nutrients, such as nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and soluble reactive phosphorus, were between 0.5±0.29 and 6.4±0.75 mg L⁻¹, 0.23±0.03 and 0.87±0.32 mg L⁻¹, and 0.35±0.07 and 4.21±1.32 mg L⁻¹, respectively. The highest value occurred during the rainy season, while the lowest was recorded in the cool dry season. The levels of nitrate nitrogen and ammonium nitrogen found at all sites did not exceed the values of Thailand's prescribed surface water quality standards (Simachaya 2000).

Table 2. Distribution and abundance (%) of phytoplankton in the Kok River at each sampling site during the three seasons

Taxonomic categories	Site distribution	Abundance (%)		
		Cool dry	Summer	Rainy
Phylum Cyanobacteria/Class Cyanophyceae /Order Synechococcales				
Family Merismopediaceae				
<i>Aphanocapsa</i> sp.	1, 2, 3	0.9	0.0	0.3
Family Coelosphaeriaceae				
<i>Coelomonon pusillum</i> (Van Goor) Komárek	1, 2, 3, 4, 5	0.2	0.8	2.1
Family Merismopediaceae				
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	3, 5	0.0	0.2	0.1
Family Leptolyngbyaceae				
<i>Planktolyngbya contorta</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek	1, 3, 5	0.0	0.0	0.1
Family Pseudanabaenaceae				
<i>Pseudanabaena</i> sp.	4	0.0	0.0	2.4
Order Nostocales/Family Aphanizomenonaceae				
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszyńska) Scenayya & Subba Raju	1, 3, 4	0.0	0.0	0.5
Phylum Chlorophyta/Class Chlorophyceae/Order Chlamydomonadales				
Family Chlamydomonadaceae				
<i>Chlamydomonas gloeopara</i> Rodhe & Skuja	3, 5	0.0	0.1	0.0
Family Goniaceae				
<i>Gonium pectosale</i> O.F.Müller	2, 3, 4, 5	1.1	0.0	0.0
Family Volvocaceae				
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	1, 3	0.3	0.3	0.5
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory	1, 2, 3, 5	0.0	1.6	2.0

Order Sphaeropleales/Family Hydrodictyaceae				
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>subgranulosum</i> Raciborski	3, 4, 5	0.3	3.1	3.4
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i> Meyen	3, 4, 5	1.2	1.2	0.0
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	3, 4, 5	2.2	0.1	0.5
Class Trebouxiophyceae/Order Chlorellales/Family Chlorellaceae				
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	3, 4, 5	0.0	1.7	0.9
<i>Chlorella</i> sp.	3, 4, 5	3.3	0.0	4.5
<i>Dictyosphaerium granulatum</i> Hindák	3, 4, 5	0.2	0.4	3.4
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz	3, 4, 5	2.0	5.0	0.7
<i>Micractinium quadrisetum</i> (Lemmermann) G.M.Smith	3, 4, 5	0.5	1.1	2.0
Family Oocystaceae				
<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Komárek	3, 4, 5	0.0	0.3	1.8
<i>Nephrocytium linneticum</i> (G.M.Smith) G.M.Smith	3, 5	0.0	0.0	0.6
Order Sphaeropleales/Family Neochloridaceae				
<i>Golenkinia</i> sp.	1, 2, 3, 4	0.6	0.0	1.6
Family Selenastreae				
<i>Ankistrodesmus bibratianus</i> (Reinsch) Korshikov	3	0.0	0.4	0.0
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W.B.Turner) Lemmermann	1, 3, 4, 5	0.0	0.9	0.0
Family Selenastreae				
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	1, 2, 3, 4, 5	0.9	2.2	0.6
Family Scenedesmaeae				
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	3, 4, 5	2.2	2.8	3.1
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn	1, 2, 3, 4, 5	1.8	3.2	2.7
<i>Coelastrum</i> cf. <i>verrucosum</i> (Reinsch) Reinsch	3, 4, 5	0.0	0.7	0.1
<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i> (G.M.Smith) E.Hegewald & M.Wolf	3, 4, 5	0.6	0.9	1.5
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A.Braum	1, 5	1.0	0.2	0.4
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald	3, 4, 5	0.7	3.3	4.8
<i>Tetradismus acuminatus</i> (Lagerheim) M.J.Wynne	3, 4, 5	1.8	2.0	2.0
Class Zygnematomphyceae/Order Desmidiata/Family Closteriaceae				
<i>Closterium parvulum</i> Nägeli	1, 2, 3, 4, 5	1.2	1.1	0.9
Family Desmidiaceae				
<i>Cosmarium contractum</i> var. <i>contractum</i> Kirchner	2, 3	0.6	0.0	0.8
<i>Cosmarium askeasyi</i> Schmidle	5	0.0	0.1	0.2
<i>Euastrum turneri</i> W.West	5	0.0	0.1	0.0
<i>Staurostrum</i> cf. <i>longbrachiatum</i> (Borge) Gutwinski	2, 3, 4, 5	0.7	0.0	2.0
Phylum Euglenozoa/Class Euglenophyceae/Order Euglenida/Family Phacidae				
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	4, 5	0.2	0.1	0.0
Phylum Bacillariophyta/Class Bacillariophyceae/Order Bacillariales/Family Bacillariaceae				
<i>Nitzschia palea</i> (Kützting) W.Smith	2, 4, 5	0.0	1.1	1.1
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	3, 4, 5	1.2	0.9	0.7
Order Cocconeidales Family Achnanthidiaceae				
<i>Achnanthidium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1, 2, 3, 4, 5	7.4	7.6	6.1
Family Cocconeidaceae				
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	3, 4	0.5	0.9	0.7
Order Cymbellales/Family Cymbellaceae				
<i>Cymbella tugidula</i> Grunow	1, 2, 3, 4, 5	6.9	6.6	6.5
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	1, 2, 3, 4, 5	5.2	3.4	3.3
Family Gomphonemataceae				
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützting	1, 2, 3, 4, 5	6.8	10.4	12.5
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot	1, 2, 3, 4, 5	1.2	2.6	1.1
Order Fragilariiales/Family Fragilariaceae				
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1, 2, 3, 4, 5	5.5	2.2	3.7
Order Mastogloiales/Family Achnanthaceae				
<i>Achnanthes inflata</i> (Kützting) Grunow	2, 3, 4	0.9	0.0	0.0
Order Naviculales/Family Naviculaceae				
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	1, 2, 3, 4, 5	3.0	3.4	3.3
<i>Gyrosigma spenceri</i> (Bailey ex Quekett) Griffith & Henfrey	1, 2, 3, 4, 5	1.2	2.2	1.1
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	1, 2, 3, 4, 5	12.7	10.1	5.3
<i>Navicula germainii</i> J.H.Wallace	1, 2, 3, 4, 5	5.3	3.8	2.8
Order Surirellales/Family Surirellaceae				
<i>Surirella</i> sp.	1, 2, 3, 4, 5	4.4	2.9	2.9
Order Thalassiosiphysales/Family Catenulaceae				
<i>Amphora</i> sp.	2, 5	0.9	0.7	0.0
Class Coscinodiscophyceae/Order Melosirales/Family Melosiraceae				
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	1, 2, 3, 4, 5	3.0	3.4	4.2
Class Mediophyceae/Order Stephanodiscales/Family Stephanodiscaceae				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützting	1, 2, 3, 4, 5	3.7	3.9	3.9

Table 3. Distribution and abundance (%) of benthic diatoms in the Kok River at each sampling site during the three seasons

Taxonomic categories	Site distribution	Abundance (%)		
		Cool dry	Summer	Rainy
Phyla Bacillariophyta				
Order Bacillariales, Family Bacillariaceae				
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	1, 3, 4, 5	1.1	0.3	0.9
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	1, 2, 3, 4, 5	6.2	6.1	3.8
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch	1, 2, 3, 4, 5	0.6	0.6	0.2
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	1, 2, 3, 4, 5	2.5	7.4	9.7
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	1, 2, 3, 4, 5	7.2	4.0	6.0
<i>Tryblionella jelineckii</i> (Grunow) Mann	3	0.2	0.2	0.2
Order Cocconeidales, Family Achnanthidiaceae				
<i>Achnanthidium pseudoconspicuum</i> var. <i>yomensis</i> Yana & Mayama	1, 2, 3, 4, 5	1.4	2.1	0.9
<i>Achnanthidium straubianum</i> (Lange-Bertalot)	1, 2, 3, 4, 5	43.7	14.9	14.0
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1, 2, 3, 4, 5	5.4	7.0	4.7
<i>Planothidium rostratum</i> (Ostrup) Lange-Bertalot	1, 2, 3, 4, 5	0.8	0.9	1.1
Order Cocconeidales, Family Cocconeidaceae				
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	1, 2, 3, 4, 5	4.8	12.1	1.1
Order Cymbellales, Family Cymbellaceae				
<i>Cymbella tugidula</i> Grunow	1, 2, 3, 4, 5	0.8	2.8	2.4
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	1, 3, 4, 5	0.1	0.1	0.4
Order Cymbellales, Family Gomphonemataceae				
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	1, 2, 3, 4, 5	3.7	5.8	13.3
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot	1, 2, 3, 4, 5	0.7	4.0	1.0
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow	3, 4, 5	0.0	0.2	0.1
Order Fragilariales, Family Fragilariaceae				
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	1, 2, 3, 4, 5	0.1	2.7	0.1
Order Licmophorales, Family Ulnariaceae				
<i>Ulnaria lanceolata</i> (Kützing) Compère	1, 3, 4, 5	0.1	0.2	0.8
Order Naviculales, Family Diadesmidaceae				
<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing	1, 2, 3, 4, 5	2.4	1.4	0.7
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G.Mann	1, 2, 3, 4, 5	1.3	1.6	7.2
Order Naviculales, Family Naviculales incertae sedis				
<i>Mayamaea agrestis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	1, 2, 3, 4, 5	0.5	0.5	8.1
Order Naviculales, Family Naviculaceae				
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	1, 2, 3, 4, 5	1.0	2.4	1.0
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1, 3, 4, 5	0.0	0.5	0.1
<i>Navicula germainii</i> J.H.Wallace	1, 2, 3, 4, 5	1.4	3.5	1.6
<i>Navicula simulata</i> Manguin	1, 2, 3, 4, 5	2.0	1.9	1.7
<i>Navicula</i> sp.1	1, 2, 3, 4, 5	1.1	0.1	0.4
<i>Navicula</i> sp.2	1, 2, 3, 4, 5	2.3	0.7	1.0
<i>Navicula</i> sp.3	1, 2, 3, 4, 5	0.1	0.8	0.3
<i>Naviculadicta nanogomphonema</i> Lange-Bertalot & U.Rumrich	1, 2, 3, 4, 5	1.0	0.1	3.2
<i>Seminais strigosa</i> (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli	1, 2, 3, 4, 5	1.1	6	1.1
<i>Fallacia</i> sp.1	3	0.3	0.1	0.1
<i>Fallacia</i> sp.2	3, 4, 5	0.3	0.0	0.3
<i>Sellaphora lanceolata</i> D.G.Mann & S.Droop	1, 2, 3, 4, 5	0.1	0.0	1.4
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	1, 2, 3, 4, 5	0.2	1.6	0.5
<i>Sellaphora</i> sp.1	1, 2, 3, 4, 5	1.7	0.5	5.7
<i>Surirella fonticola</i> Hustedt	2, 3, 4	0.0	0.5	0.1
<i>Amphora montana</i> Krasske	1, 2, 3, 4, 5	1.8	0.3	3.6
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	1, 2, 3, 4, 5	2.2	5.9	1.3
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	2, 3, 4, 5	0.3	0.3	0.2

Note: Data are expressed as mean \pm standard deviation (SD) of four replicates. Different letters (a, b and c) represent statistical comparisons between groups in each row using ANOVA and Tukey's post hoc test ($p < 0.05$)

The trophic status of the Kok River water was classified as mesotrophic to meso-eutrophic. Results showed that all sampling sites during the cool dry and summer seasons were classified as mesotrophic, while during the rainy season all sites were classified as meso-eutrophic. This result concurred with Pekthong (2008) who indicated that water qualities in Kok River were mesotrophic status in

most months, with the exception of the rainy season when water quality changed to meso-eutrophic status. The physical and chemical parameters among the sampling sites showed that conductivity, BOD, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and soluble reactive phosphorus had highest values in the rainy season and lowest values in the cool dry season.

Table 4. Physical and chemical parameters of water quality (average) in Kok River, Chiang Rai Province, Thailand

Parameters	Cool dry					Summer					Rainy				
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
Water temp. (°C)	22.00±0.00 ^b	22.70±0.58 ^a	22.67±0.29 ^b	20.67±0.29 ^a	22.17±0.29 ^b	27.00±0.00 ^c	26.00±0.00 ^b	26.17±0.29 ^b	26.00±0.00 ^b	26.33±0.58 ^a	26.03±0.58 ^a	25.97±0.06 ^c	25.17±0.15 ^c	24.63±0.06 ^{bc}	26.00±0.58 ^a
Air temp. (°C)	22.00±0.00 ^b	25.33±0.58 ^b	23.87±1.76 ^{ab}	22.33±0.29 ^b	25.00±0.00 ^b	31.00±0.00 ^c	30.00±0.00 ^b	26.33±0.58 ^b	26.33±0.58 ^b	25.67±1.15 ^b	27.00±0.00 ^b	30.00±0.00 ^b	28.00±0.00 ^b	25.00±0.00 ^b	28.53±1.27 ^{bc}
Velocity (m s ⁻¹)	0.25±1.10 ^{ab}	0.30±1.50 ^{ab}	0.23±1.01 ^{ab}	0.36±0.57 ^{ab}	0.14±0.20 ^a	0.16±0.65 ^a	0.25±1.74 ^{ab}	0.15±0.29 ^a	0.29±1.90 ^{ab}	0.12±0.06 ^a	0.26±0.50 ^{ab}	0.28±2.48 ^{ab}	0.20±0.38 ^a	0.46±3.21 ^b	0.18±0.20 ^a
Turbidity (NTU)	31.10±2.93 ^b	26.77±1.91 ^{ab}	26.90±4.45 ^{ab}	24.67±3.99 ^{ab}	20.73±3.55 ^a	23.73±2.11 ^{ab}	32.23±3.93 ^b	18.27±1.05 ^a	16.73±0.47 ^a	17.73±0.91 ^a	196.67±3.06 ^d	537.00±35.59 ^e	176.00±33.18 ^d	122.67±5.86 ^c	103.00±4.58 ^c
pH	7.10±0.71 ^a	6.42±1.50 ^a	6.42±0.07 ^a	6.55±0.12 ^a	6.43±0.10 ^a	7.33±0.15 ^a	7.27±0.15 ^a	7.23±0.15 ^a	7.23±0.06 ^a	7.17±0.31 ^a	7.23±0.21 ^a	6.97±0.15 ^a	7.10±0.10 ^a	7.20±0.10 ^a	7.03±0.15 ^a
Alkalinity (mg L ⁻¹)	56.67±4.16 ^a	67.30±1.15 ^a	68.67±3.06 ^b	80.00±5.29 ^b	72.00±3.46 ^{bc}	125.33±2.31 ^c	130.67±15.14 ^d	133.33±18.04 ^d	134.67±6.11 ^{cd}	142.67±4.62 ^d	140.00±2.00 ^d	121.33±1.15 ^c	132.00±5.29 ^{cd}	123.33±3.06 ^c	133.33±5.77 ^{cd}
Conductivity (µS cm ⁻¹)*	107.70±0.30 ^a	104.77±6.88 ^a	104.57±1.78 ^a	104.43±2.68 ^a	109.27±4.48 ^a	123.10±0.95 ^{ab}	129.37±1.22 ^{ab}	126.40±0.62 ^{ab}	131.93±10.46 ^b	132.10±0.87 ^b	133.13±0.95 ^b	117.60±0.53 ^{ab}	112.03±1.70 ^a	117.47±14.01 ^{ab}	20.63±6.47 ^{ab}
DO (mg L ⁻¹)	8.60±0.00 ^c	8.30±0.27 ^c	8.60±0.35 ^c	7.27±0.31 ^{bc}	7.40±0.53 ^{bc}	6.87±0.31 ^b	6.67±0.23 ^b	6.27±0.42 ^{ab}	5.47±0.23 ^a	6.20±0.53 ^{ab}	3.27±0.06 ^a	3.20±0.00 ^a	3.10±0.20 ^a	3.03±0.21 ^a	2.73±1.08 ^a
BOD ₅ (mg L ⁻¹)*	1.87±1.50 ^b	6.90±0.64 ^b	5.27±0.81 ^{ab}	4.53±1.14 ^{ab}	3.2±0.72 ^{ab}	5.20±1.20 ^{ab}	10.93±0.83 ^c	6.53±3.61 ^b	5.87±0.23 ^{ab}	6.80±2.43 ^b	6.93±1.21 ^b	11.53±1.29 ^c	10.75±1.03 ^c	11.40±1.97 ^c	10.13±4.31 ^{bc}
Nitrate nitrogen (mg L ⁻¹)*	0.5±0.29 ^a	0.8±0.59 ^a	0.8±0.35 ^a	0.6±0.20 ^a	1.0±0.06 ^a	0.5±0.15 ^a	0.7±0.35 ^a	1.4±1.01 ^a	1.3±0.32 ^a	0.8±0.20 ^a	3.3±0.67 ^a	4.8±0.65 ^{ab}	4.1±0.74 ^{ab}	6.1±1.56 ^b	6.4±0.75 ^b
Ammonium nitrogen (mg L ⁻¹)*	0.46±0.25 ^{ab}	0.84±0.24 ^b	0.30±0.03 ^a	0.23±0.03 ^a	0.33±0.15 ^a	0.39±0.06 ^a	0.37±0.02 ^a	0.48±0.33 ^a	0.68±0.58 ^{ab}	0.33±0.03 ^a	0.35±0.09 ^a	0.87±0.32 ^b	0.55±0.20 ^{ab}	0.63±0.16 ^{ab}	0.29±0.08 ^a
Soluble reactive phosphorus (mg L ⁻¹)*	0.53±0.07 ^a	0.54±0.14 ^a	0.61±0.28 ^a	0.35±0.07 ^a	0.56±0.09 ^a	0.57±0.28 ^a	0.79±0.15 ^a	0.75±0.23 ^a	0.67±0.12 ^a	0.71±0.15 ^a	0.79±0.27 ^a	3.52±0.54 ^b	3.86±0.08 ^b	4.21±1.32 ^b	4.03±0.79 ^b
Trophic status (mg L ⁻¹)*	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Mesotrophic	Meso- eutrophic	Meso- eutrophic	Meso- eutrophic	Meso- eutrophic

Note: * = used for assessment of AARL - PC Score

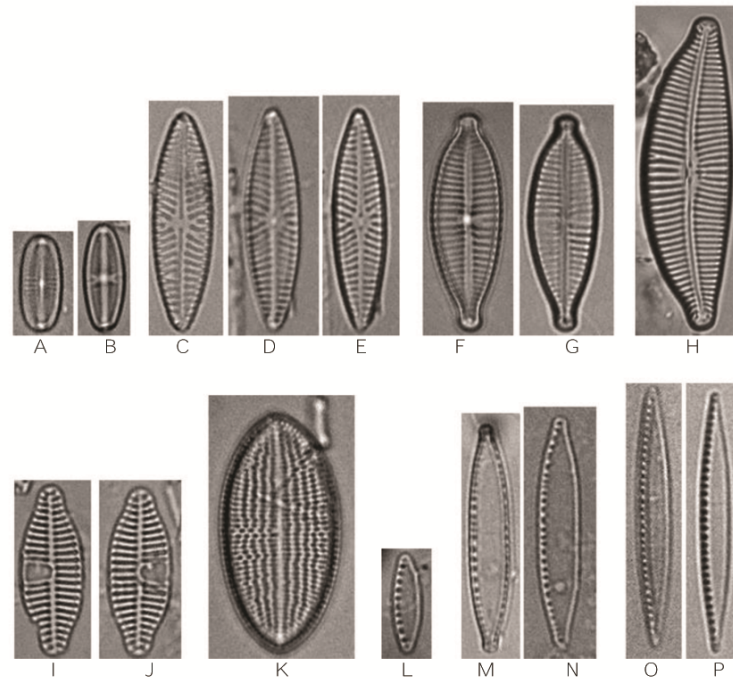


Figure 2. Light micrographs of dominant phytoplankton and benthic diatoms in the Kok River (scale bar = 10 μ m). A-B. *Achnanthes straubianum* (Lange-Bertalot)[▼], C-E. *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs^{*}, F-G. *Gomphonema lagenula* Kützing[▼], H. *Cymbella tugidula* Grunow^{*}, I-J. *Planothidium frequentissimum* (Østrup) Lange-Bertalot^{*}, K. *Cocconeis placentula* Ehrenberg[▼], L. *Nitzschia inconspicua* Grunow[▼], M-N. *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith^{*}, O-P. *Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot^{*} Note: The symbol represent to living characteristic: * Phytoplankton, ▼ Benthic diatoms and [▼] Phytoplankton and benthic diatoms

The Kok River is one of the tributaries of the Mekong, and runs for 114 km across Chiang Rai Province through the general community, restaurants, fish ponds, and agricultural activities. These conditions impact various water quality parameters including nutrient loading (Xu et al. 2015; Withers et al. 2014). Frequent rainfall occurring during June resulted in discharge of nitrogen and phosphorus from the soil and discharge of agricultural fertilizers and wastewater from the community into the water body (Sharpley et al. 2013). Flushing of inorganic nitrogen from N-enriched upper soils horizons has been suggested as the primary mechanism for increasing N concentrations during rainfall events (Howden et al. 2011). This finding was similar to results reported by Liu et al. (2014), indicating that total nitrogen and nitrate nitrogen under heavy rainfall conditions were higher than measured under conditions of moderate rainfall. Pekthong (2008) found that during the rainy season months, the Kok River water was highly turbid, with high nitrate nitrogen and ammonium nitrogen concentrations.

Correlation between phytoplankton, benthic diatoms and water quality

Many variables influence the growth of freshwater algae. Environmental factors affect stream conditions and freshwater algal seasonality. Algae possess different physical and chemical requirements, whereby each species has a different set of favorable conditions that promote its growth and reproduction (Prasertsin and Peerapornpisal 2018). Algal communities are sensitive to changes in their environment (Li et al. 2018). As a result, algae total biomass and certain designated species are often used as indicators of water quality (Järvinen et al. 2012). In a lotic ecosystem, almost all algae live as benthic forms (Bere and Tundisi 2010).

The relationship between the dominant phytoplankton, benthic diatoms and the physical and chemical characteristics of the water body are shown by the results of the CCA plot (Figure 3).

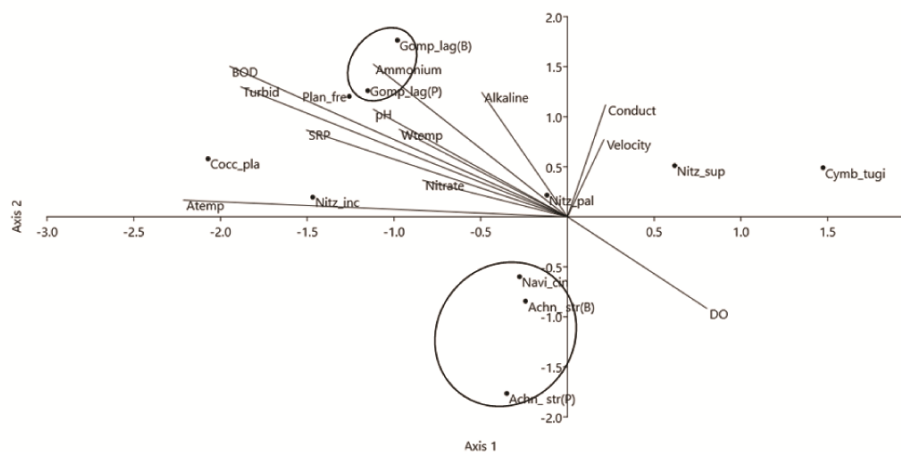


FIGURE 3. Canonical Correspondence Analysis (CCA) of the physical and chemical parameters and the phytoplankton and benthic diatoms. The results revealed a correlation between the physicochemical parameters and the dominant phytoplankton and benthic diatom in the Kok River, Chiang Rai province, Thailand (Eigenvalues percentage of axis 1 = 43.2, axis 2 = 27.62)

Gomphonema lagenula (Gomp_lag) in both planktonic and benthic forms showed a positive correlation with ammonium nitrogen. The highest percentage of abundance of this species was found during the rainy season, with the highest ammonium nitrogen. This result concurred with Leelahakriengkrai and Peerapornpisal (2010) who reported that the species occurred in moderate water quality. Moreover, *Achnanthyidium straubianum* (Achn_str) in both planktonic and benthic forms and *Navicula cincta* (Navi_cin) showed a negative correlation between velocity and conductivity. The abundance of these species was the lowest during the rainy season with the highest water velocity and conductivity, similar to Ivanov (2018) who reported that these species occurred in moderate water quality.

Nitzschia palea (Nitz_pal) also showed a positive correlation with alkalinity, while *Planorhynchium frequentissimum* (Plan_fre) had a positive correlation with pH. *Nitzschia inconspicua* (Nitz_inc) had a positive correlation with air temperature (Atemp) but a negative correlation with DO (Fig. 3). Temperature was the most important factor controlling which phytoplankton taxa were present in freshwater lakes (Lv et al. 2014). Dominant planktonic and benthic diatoms, such as *Nitzschia palea*, *Gomphonema lagenula* and *Cocconeis placentula*, were good indicator species for moderate water quality. This result was similar to Leelahakriengkrai and Peerapornpisal (2010) findings who reported that these species occurred in moderate water quality.

In conclusion, phytoplankton and benthic diatoms can be found in a wide variety of water qualities that possess different physical and chemical requirements. Water temperature, turbidity, pH, alkalinity, velocity,

conductivity, DO, BOD, ammonium nitrogen and soluble reactive phosphorus were the main factors that influenced the composition of phytoplankton and benthic diatoms in Kok River. The combination of phytoplankton and benthic diatom can be used as bio-indicators of water quality in the Kok River and other freshwater ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the National Research Council of Thailand of 2018 for financial support and the Biology Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, to provide laboratory facilities and material support. Finally, we would like to thank Mr. Peter Charge for proofreading the manuscript.

REFERENCES

- Bere T, Tundisi JG. 2010. Biological monitoring of lotic ecosystems: The role of diatoms. *Braz J Biol* 70 (3): 493-502. DOI: 10.1590/S1519-69842010005000009
- Blanco S, Ector L. 2009. Distribution, ecology and nuisance effects of the freshwater invasive diatom *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt: a literature review. *Nova Hedwigia* 88 (3-4): 347-422. DOI: 10.1127/0029-5035/2009/0088-0347
- Borics G, Görgényi J, Grigorszky I, László-Nagy Z, Tóthmérész B, Krasznai E, Várbiro G. 2014. The role of phytoplankton diversity metrics in shallow lake and river quality assessment. *Ecol Indic* 45: 28-36. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.03.011
- Eaton AD, Clesceri IS, Rice EW, Greenberg AE. 2005. Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 21st ed Virginia. American Public Health Association (APHA), Washington DC.

- Evans AEV, Hanjra MA, Jiang Y, Qadir M, Drechsel P. 2012. Water quality: Assessment of the current situation in Asia. *Int J Water Resour Dev* 28 (2): 195-216. DOI: 10.1080/07900627.2012.669520
- Guiry MD, Guiry GM. 2020. *AlgaeBase*. Worldwide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Accessed August 4, 2020.
- Howden NJK, Burt TP, Worrall F, Mathias SA, Whelan MJ. 2011. Nitrate pollution in intensively farmed regions: What are the prospects for sustaining high quality groundwater. *Water Resour Res* 47 (6): W00L02. DOI: 10.1029/2011WR010843.
- Ivanov P. 2018. Two new diatom species from family Achnanthesiaceae in Bulgaria: *Achnanthes druartii*, an invasive species in Europe and *Achnanthes straubianum*, new to Bulgarian diatom flora. *Phytol Balc* 24 (2): 195-199.
- Järvinen M, Drakare S, Free G, Lyche-solheim A, Phillips G, Skjelbred B, Mischke U, Ott I, Poikane S, Søndergaard M, Paszaleniec A, Van wichen J, Portielje R. 2012. Phytoplankton indicator taxa for reference conditions in Northern and Central European lowland lakes. *Hydrobiologia* 704 (1): 97-113. DOI: 10.1007/s10750-012-1315-6
- John DM, Whitton BA, Brook AJ. 2011. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato*, *Frustulia*. In: Lange-Bertalot H (ed) *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats Vol.2*. Gantner Verlag ARG, Ruggell KG.
- Leelahakriengkrai P, Peerapornpisal Y. 2010. Diversity of benthic diatoms and water quality of the Ping River, Northern Thailand. *Environ Asia* 3 (1): 82-94
- Leelahakriengkrai P, Peerapornpisal Y. 2011. Diversity of benthic diatoms in six main rivers of Thailand. *Int J Agric Biol* 13 (3): 309-316.
- Leelahakriengkrai P, Peerapornpisal Y. 2014. Evaluation of the trophic benthic diatom index in some main rivers of Thailand. *Adv Environ Biol* 8 (1): 248-254.
- Leelahakriengkrai P, Kunpradit T. 2018. Benthic diatoms in the ping river and its tributaries in Mae Taeng District, Chiang Mai Province, Thailand. *Biotropia* 25 (3): 181-192.
- Liu R, Wang J, Shi J, Chen Y, Sun C, Zhang P, Shen Z. 2014. Runoff characteristics and nutrient loss mechanism from plain farmland under simulated rainfall conditions. *Sci Tot Environ* 468: 1069-1077. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.09.035
- Li D, Wu N, Tang S, Su G, Li X, Zhang Y, Wang G, Zhang J, Liu H, Hecker M, Giesy JP, Yu H. 2018. Factors associated with blooms of cyanobacteria in a large shallow lake, China. *Environ Sci Eur* 30 (1): 1-5. DOI: 10.1186/s12302-018-0152-2
- Lobo EA, Heinrich CG, Schuch M, Wetzel CE, Ector L. 2016. Diatoms as Bioindicators in Rivers. In: Necchi O Jr (ed) *River Algae*. Springer Nature, Cham, Switzerland.
- Lv H, Yang J, Liu L, Yu X, Yu Z, Chiang P. 2014. Temperature and nutrients are significant drivers of seasonal shift in phytoplankton community from a drinking water reservoir, subtropical China. *Environ Sci Pollut Res Int* 21 (9): 5917-5928. DOI: 10.1007/s11356-014-2534-3
- Nakkaew S, Pekkoh J, Peerapornpisal Y. 2015. Diversity of benthic diatoms and relationship with some aspect of water properties in the Wang River, Thailand. *Int J Appl Environ Sci* 10 (1): 265-280.
- Omar WMW. 2010. Perspectives on the use of algae as biological indicators for monitoring and protecting aquatic environments, with special reference to Malaysian freshwater ecosystems. *Trop Life Sci Res* 21 (2): 51-67.
- Peerapornpisal Y, Chaiyabul C, Pekkoh J, Kraibut H, Chorom M, Wannathong P, Ngearnpat N, Jusakul K, Thammathiwat A, Chuanunta J, Inthasotti T. 2004. Monitoring of water quality in Ang Kaew Reservoir of Chiang Mai University using phytoplankton as bioindicator from 1995-2002. *Chiang Mai J Sci* 31 (1): 85-94.
- Pekthong T. 2008. *The Developing of Trophic Diatom Index for Water Quality Monitoring in Kok River Chiang Rai Province*. Mae Fah Luang University, Chiang Rai.
- Perumal NV, Rajkumar M, Perumal P, Rajaseka KT. 2009. Seasonal variations of plankton diversity in the Kaduviyar estuary, Nagapattinam, Southeast coast of India. *J Environ Biol* 30 (6): 1035-1046.
- Phinyo K, Pekkoh J, Pekkoh, Peerapornpisal Y. 2017. Distribution and ecological habitat of *Scenedesmus* and related genera in some freshwater resources of Northern and North-Eastern Thailand. *Biodiversitas* 18 (3): 1092-1099. DOI: 10.13057/biodiv/d180329
- Pollution Control Department. 2010. *Survey, Collection and Analysis of Water Samples and Living Organisms in the Standing Water*, Final report, Vol. 2. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok.
- Prasertsin T, Pekkoh J, Pathom-aree W, Peerapornpisal Y. 2014. Diversity, new and rare taxa of *Pediastrum* spp. in some freshwater resources in Thailand. *Chiang Mai J Sci* 41 (5.1): 1065-1076.
- Prasertsin T, Peerapornpisal Y. 2018. Distribution and isolation of microalgae for lipid production in selected freshwater reservoirs of Northern Thailand. *Biodiversitas* 19 (1): 343-350. DOI: 10.13057/biodiv/d190147
- Sharpley A, Jarvic HP, Buda A, May L, Spears B, Kleinman P. 2013. Phosphorus legacy: Overcoming the effects of past management practices to mitigate future water quality impairment. *J Environ Qual* 42 (5): 1308-1326. DOI: 10.2134/jeq2013.03.0098
- Shekha YA, Ali LAQ, Toma JJ. 2017. Assessment of water quality and trophic status of Duhok Lake Dam. *Baghdad Sci J* 14 (2): 335-342.
- Simachaya W. 2000. *Water Quality Management in Thailand*. Paper for the Workshop on Environmentally Sound Technology on Water Quality Management: UNEP, Mekong River Commission, November 2000.
- Stepankova J, Hasler P, Hladka M, Poulickova A. 2012. Diversity and ecology of desmids of peat bogs in the Jeseniky Mts: spatial distribution, remarkable finds. *Fottea* 12 (1): 111-126.
- Suphan S, Peerapornpisal Y. 2010. Fifty-three new record species of benthic diatoms from Mekong River and its tributaries in Thailand. *Chiang Mai J Sci* 37 (2): 326-343.
- Withers PJA, Neal C, Jarvic HP, Doody DG. 2014. Agriculture and eutrophication: Where do we go from here? *Sustainability* 6 (9): 5853-5875. DOI: 10.3390/su6095853
- Xu H, Paerl HW, Qin B, Zhu G, Hall NS, Wu Y. 2015. Determining critical nutrient thresholds needed to control harmful blooms of cyanobacteria in eutrophic lake Taihu, China. *Environ Sci Technol* 49 (2): 1051-1059. DOI: 10.1021/es503744q
- Yana E, Peerapornpisal Y, Mayama S. 2013. Diversity of benthic diatoms and correlation with water quality of Yom River, Thailand. *Int J Appl Environ Sci* 8 (15): 1935-48.
- Yana E, Mayama S. 2015. Two new taxa of *Achnanthes* and *Encyonema* (Bacillariophyceae) from the Yom River, Thailand, with special reference to the areolae occlusions implying ontogenetic relationship. *Psychol Res* 63 (4): 239-252. DOI: 10.1111/pre.12109
- Yang M, Li X, Wang H, Zhang B. 2016. Characteristic of summer microbenthic community in Adjacent sea of Yangtze River Estuary. *Stud Mar Sinica* 51: 269-278.



Journal of Food Health and Bioenvironmental Science

Journal homepage : <http://jfhb.dusit.ac.th/>

Antioxidant Activity, Total Phenolic Content and Anti-Tyrosinase Activity of Thai Colored Rice Cultivar Extracts

Wipawan Pukumpuang* & Jiraporn Seansrimon

Program of Biological Sciences, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, 57100 Thailand

Article info

Article history:

Received: 20 March 2020

Revised: 17 April 2020

Accepted: 26 April 2020

Keywords:

Antioxidant Activity, Phenolic Content, Tyrosinase, Colored Rice

Abstract

This study aimed to evaluate the antioxidant activity, total phenolic content and tyrosinase inhibitory activity of Thai colored rice. Two different colored rice cultivars (Sew-Dang and Nor-Prae) were extracted using water and 95% ethanol. Antioxidant activities of rice extracts were tested using three different methods: DPPH, ABTS and FRAP. These analyses revealed that ethanolic extracts produced stronger antioxidant activity than water extracts. The ethanolic extract of Nor-Prae rice grains contained 114.12 mg GAE/g extract, 147.55 mg TE/g extract, and 152.44 mg FeSO₄/g extract tested by DPPH, ABTS, and FRAP assays respectively which were significantly higher than Sew-Dang rice ($P < 0.05$). Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method, and the ethanolic extract had significantly greater levels of phenolics than water extracts ($P < 0.05$). Nor-Prae ethanolic extracts were determined to possess the greatest phenolic content, which was 39.18 mg GAE/g extract, relative to other extracts assessed. Tyrosinase inhibitory activities of rice extracts were determined using the dopachrome microplate method. The greatest tyrosinase inhibitory activity was produced by the ethanolic extract of Nor-Prae rice, which inhibited tyrosinase 24.19%, while all water extracts had no effect on the activity of tyrosinase. In summary, the ethanolic extract of Nor-Prae rice had the strongest antioxidant capacity, greatest total phenolic content and the greatest capacity to inhibit tyrosinase activity. This indicated the potential of colored rice as a source of natural antioxidants and tyrosinase inhibitors, which might be used for further cosmetic or pharmaceutical product development.

Introduction

Rice (*Oryza sativa* L.) belongs to the Poaceae family, and is a staple food consumed in Asia and is also the most important export of Thailand. Generally, rice contains nutraceuticals such as vitamin E, vitamin B

complex, minerals, fiber and important amino acid (Liu, 2007; Yodmanee et al., 2011). Colored rice is a good source of phytochemical components such as phenolic compounds, anthocyanins and γ -oryzanol, which has been reported to be an efficient antioxidant (Chakuton et al., 2012). Several studies have shown that colored

rice exhibits greater antioxidant activity and contains more potent antioxidant compounds, including anthocyanins and phenolic compounds, than white rice (Ahuja et al., 2007; Vichapong et al., 2010; Chakuton et al., 2012). Antioxidant compounds promote health by protecting the cells of the body from damage caused by free radicals and reactive oxygen species. Moreover, previous studies have shown that antioxidant activity correlates well with total phenolic content in rice (Yodmanee et al., 2011; Nakornriab, 2018). The most prominent phenolic compounds present in colored rice have been reported to be anthocyanins (Iqbal et al., 2005; Zhang et al., 2006; Yawadio et al., 2007). Therefore, it is important to determine the antioxidant activity and total levels of phenolic compounds in Thai colored rice cultivars.

Tyrosinase is a copper-containing enzyme involved in the production of melanin. This enzyme catalyzes the oxidation of L-tyrosine to 3-(3,4-dihydroxyphenyl)-L-alanine (L-DOPA) and oxidation of L-DOPA to produce dopachrome, which results eventually in the production of melanin pigment (Kim & Uyama, 2005). High levels of production of tyrosinase enzyme leads to a dermatological disorder such as age spots, melanoma, freckles and hyperpigmentation (Costin & Hearing, 2007; Ortonne & Bissett, 2008). Moreover, tyrosinase also is responsible for the enzymatic browning of fruits and vegetables, which results in discoloration. This is an unfavorable characteristic and results in economic and nutritional losses (Martinez & Whitaker, 1995). The identification of tyrosinase inhibitors may be important for the production of cosmetic products as well as the food industry (Wang et al., 2011; Loizzo et al., 2012). Anti-tyrosinase compounds are derived from both synthetic and natural sources such as kojic acid, hydroquinone, arbutin, ellagic acid, and ascorbic acid (Zolghadri et al., 2019). Moreover, several phenolic compounds have been reported to contain antioxidant activity along with anti-tyrosinase activity in various plant species (Rashed et al., 2016; Chatatikun & Chiabchalard, 2017). Although various Thai colored rice cultivars have been reported to have tyrosinase inhibitory activity (Jansom et al., 2010), some varieties are weak tyrosinase inhibitors (Teeranachaideekul et al., 2018). Further, there is no assessment of the bioactive activity and phytochemical components within Sew-Dang and Nor-Prae rice cultivars. Sew-Dang rice (*Oryza sativa* L. cv. Sew-Dang) and Nor-Prae rice (*Oryza sativa* L. cv. Nor-Prae) are glutinous rice cultivars

cultivated in Chiang Rai, Thailand. Both rice cultivars have a deep red bran layer (Chaichana, 2019). This study aimed to evaluate antioxidant activity using various antioxidant models. Furthermore, the total phenolic content and tyrosinase enzyme inhibition of water and ethanolic extracts of Thai rice cultivars were also determined.

Materials and Methods

1. Sample preparation

Sew-Dang (*Oryza sativa* L. cv. Sew-Dang) and Nor Prae rice (*Oryza sativa* L. cv. Nor-Prae) were collected from Chiang San district, Chiang Rai, Thailand. The rice grains were dried at 60°C. Dried samples were ground into a fine powder (100 g) and extractions were performed using distilled water and 95% ethanol (1:10 w/v) at room temperature with frequent agitation for 24 h. The mixture was filtrated through Whatman no. 1 filters. Crude rice extracts were obtained from filtrates that were evaporated using a rotary evaporator under reduced pressure and lyophilized via freeze-drying.

2. Antioxidant activity

2.1 DPPH radical scavenging assay

The DPPH radical scavenging ability of rice extracts was determined according to the modified method of Brand-Williams et al. (1995) and Ho et al. (2010). Briefly, 0.5 mL of various concentrations of plant extracts in methanol were added to 1.5 mL of 0.1 mM DPPH in methanol. The mixtures were incubated in the dark at room temperature for 20 min. Absorbance was measured at 517 nm using UV/Visible spectrophotometry (Biochrom Libra S60, UK). The percentage of free radical inhibition provided by the extract was calculated using the following equation:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A - (B - C)) / A] \times 100 \quad (1)$$

Where A is the absorbance of the control (DPPH solution), B is the absorbance of the tested sample (the plant extract with DPPH solution), and C is the absorbance of the blank sample (the plant extract without DPPH solution).

The IC₅₀ value was defined as the concentration of the sample required to scavenge 50% of DPPH radicals. The IC₅₀ was obtained from the linear regression of the dose-response curve of % inhibition versus concentration. Then, the antioxidant activity of rice extracts was reported as the gallic acid equivalent

antioxidant capacity per gram extract (mg GAE/g extract), as follows:

$$\text{Antioxidant activity (mg GAE/g extract)} = \frac{(\text{IC}_{50} \text{ gallic acid (mg/mL)})}{(\text{IC}_{50} \text{ rice extract (mg/mL)})} \times 1000 \quad (2)$$

2.2 ABTS radical scavenging assay

The ABTS radical scavenging activity was measured by assessing the color change associated with the formation of an ABTS cation radical (ABTS^{•+}), with slight modifications (Re et al., 1999). The ABTS^{•+} was generated via a reaction between 7 mM ABTS and 2.45 mM potassium persulfate (K₂S₂O₈). The mixture was incubated in the dark at room temperature for 12-16 h before used. Afterward, the ABTS working solution was diluted with 95% ethanol until the solution produced an absorbance of 0.700 ± 0.02 at 734 nm. To assess experimental replicates, 20 µL of various concentrations of rice extracts were mixed with the ABTS^{•+} working solution and incubated in the dark for 6 min before their absorbance was measured at 734 nm using UV/Visible spectrophotometry (Biochrom Libra S60, UK). Trolox solution was used as a standard. The percentage of free radical inhibition of rice extracts were calculated using the following equation:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A - (B - C)) / A] \times 100 \quad (3)$$

Where A is the absorbance of the control (ABTS solution), B is the absorbance of the tested sample (the extracts with ABTS solution), and C is the absorbance of the blank sample (the extract without ABTS solution).

The IC₅₀ value was defined as the concentration of the sample required to scavenge 50% of ABTS radicals. The IC₅₀ was obtained from the linear regression of the dose-response curve of % inhibition versus concentration. The antioxidant activity of rice extracts was reported as the trolox equivalent antioxidant capacity per gram extract (mg TE/g extract).

$$\text{Antioxidant activity (mg TE/g extract)} = \frac{(\text{IC}_{50} \text{ trolox (mg/mL)})}{(\text{IC}_{50} \text{ rice extract (mg/mL)})} \times 1000 \quad (4)$$

2.3 Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay

Reducing power was determined using a ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay described by Benzie & Strain (1996), with some modifications. Briefly, extracts were dissolved in 95% ethanol and 1.0 mg/mL concentrations of extracts were obtained. Then, an aliquot of 500 µL of rice extract was mixed with

1.5 mL FRAP reagent (10 mM TPTZ solution, 20 mM FeCl₃·6H₂O, 300 mM acetate buffer, pH 3.6 and deionized water). Next, mixtures were incubated in the dark 15 min and measured at 593 nm using a UV/Visible spectrophotometer (Biochrom Libra S60, UK). Deionized water was used as a blank solution. Reducing power was calculated from a FeSO₄ standard curve and expressed as mg FeSO₄/g extract.

3. Total phenolic compound content assay

Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method, with some modifications (Chandler & Dodds, 1983). In brief, 0.25 mL rice extract (1 mg/mL) was mixed with 1.25 mL water, 0.25 mL 95% ethanol and 0.125 mL 50% Folin-Ciocalteu reagent. Mixtures were incubated 5 min at room temperature, 0.25 mL 5% Na₂CO₃ was added and mixtures were incubated in the dark for 1 h. The absorbance of each solution was measured at 725 nm using 95% ethanol as a blank. Total phenolic content was calculated from a gallic acid standard curve and expressed as mg gallic acid equivalents (mg GAE/g extract).

4. Tyrosinase inhibitory assay

Tyrosinase inhibitory activity of rice extracts was evaluated using the dopachrome microplate method (Potduang et al., 2008). Rice extracts were diluted with 20% ethanol to a final concentration of 1 mg/mL. Then, 50 µL of each rice extract was mixed with 150 µL 20 mM phosphate buffer (pH 6.8) and 50 µL mushroom tyrosinase (313 units/mL). Mixtures were incubated at 37°C for 10 min. Afterward, 50 µL of 0.34 mM 3,4-Dihydroxy-L-phenylalanine (L-DOPA) was added to each well and incubated at 37°C for an additional 10 min. Absorbance was measured at 492 nm using a microplate reader (M965+, Metertech, Taiwan). Kojic acid (1 mg/mL) was used as a positive control. Percentage tyrosinase inhibition was calculated using the following equation:

$$\text{Tyrosinase inhibition (\%)} = [(A - B) - (C - D)] / (A - B) \times 100, \quad (5)$$

Where A is the absorbance of the control (L-DOPA, tyrosinase); B is the absorbance of the blank (L-DOPA); C is the absorbance of the sample (rice extract, L-DOPA and tyrosinase) and D is the blank for C (L-DOPA mixed with rice extract).

5. Statistical analysis

The results of three replicates were reported as a mean ± SD. Analysis of variance (ANOVA) was calculated using Duncan's new multiple range test (DMRT). Values of *P* < 0.05 were considered statistically significant.

Results and Discussion

I. Antioxidant activity

In this study, two glutinous colored rice cultivars (Sew-Dang and Nor-Prae) were extracted using water and 95% ethanol. The water and ethanolic extracts of both rice cultivars were tested for their antioxidant activity, total phenolic content, and tyrosinase inhibitory activity. Various methods have been used to analyze the antioxidant capacity in several plant materials, and since they all function based on different reaction mechanisms results of each type of test may differ (Pérez-Jiménez & Saura-Calixto, 2006). Therefore, at least two test methods should be used to produce results that reliably indicate the antioxidant activity of plant samples (Pérez-Jiménez et al., 2008). In this study, three different methods including DPPH, ABTS and FRAP were used to analyze the antioxidant capacity of rice extracts.

The DPPH method has been widely used to provide standard information regarding the antioxidant activity of various plant species. DPPH is a stable nitrogen radical species that is capable of accepting either electron or hydrogen radicals to form a stable diamagnetic molecule. Antioxidants are able to reduce stable radical DPPH to its yellow-colored, non-radical form, DPPH-H through their hydrogen donating capabilities (Cotelle et al., 1996). The results of DPPH radical scavenging activity indicated the concentration of the sample required to scavenge 50% of DPPH radicals (IC_{50}) and was expressed as the gallic acid equivalent antioxidant capacity per gram extract (mg GAE/g extract). The lower the IC_{50} value, the greater antioxidant activity it represented. As shown in Table 1, gallic acid which was used as a standard compound had the lowest IC_{50} value of 0.006 mg/mL. Among colored rice extracts, the ethanolic extract of Nor-Prae rice had the lowest IC_{50} (0.05 mg/mL), followed by the ethanolic extract of Sew-Dang rice (0.11 mg/mL) and the water extract of Nor-Prae rice (0.75 mg/mL). The highest IC_{50} was found in the water extract of Sew-Dang rice (1.39 mg/mL). For antioxidant activity, our results demonstrated that the significantly ($P < 0.05$) greatest antioxidant activity (114.12 mg GAE/g extracts) was attributed to the ethanolic extract of Nor-Prae rice, followed by the ethanolic extract of Sew-Dang rice (53.66 mg GAE/g extracts). Water extracts of both types rice were determined to contain radical scavenging activities of 7.63 and 4.11 mg GAE/g extract, respectively, which was significantly lower than activities of ethanolic extracts ($P < 0.05$).

Table 1 DPPH radical scavenging activity of water and ethanolic extracts of Sew-Dang and Nor-Prae rice cultivars

Rice cultivars	Extracts	IC_{50} (mg/mL)	DPPH radical scavenging activity (mg GAE/g extract)
Sew-Dang	Water	1.39 ± 0.067 ^a	4.11 ± 0.206 ^c
	Ethanol	0.11 ± 0.004 ^c	53.66 ± 1.996 ^b
Nor-Prae	Water	0.75 ± 0.011 ^b	7.63 ± 0.117 ^c
	Ethanol	0.05 ± 0.022 ^d	114.12 ± 4.569 ^a
Gallic acid	-	0.006 ± 0.000 ^d	-

Remark: The data are given as mean ± standard deviation (SD) of triplicate data. Values followed by different letters in column were significantly different ($P < 0.05$).

ABTS is another method that has been widely used to measure the radical scavenging activity of antioxidant compounds. ABTS can be oxidized by potassium persulfate or manganese dioxide, which gives rise to the ABTS cation radical (ABTS^{•+}). The ABTS method measures the ability of the sample to donate an electron or hydrogen to ABTS^{•+} (blue-green color) to form ABTS (colorless) (Moon & Shibamoto, 2009; Alam et al., 2013). The ABTS^{•+} radical scavenging activity in term of the extract concentration required to inhibit 50% of initial ABTS radical (IC_{50}) and was expressed as mg trolox equivalent antioxidant activity per gram of extract (mg TE/g extract). As shown in Table 2, ABTS assays revealed that the radical scavenging activities of rice extracts were similar to those of the DPPH assay. Trolox was used as a standard antioxidant compound and gave the lowest IC_{50} with 0.35 mg/mL ($P < 0.05$). Furthermore, the result showed that the IC_{50} of colored rice extracts ranged from 2.39-97.75 mg/mL. The lowest IC_{50} among colored rice extracts was found in the ethanolic extract of Nor-Prae rice with IC_{50} value of 2.39 mg/mL followed by the ethanolic extract of Sew-Dang rice with IC_{50} of 5.94 mg/mL. However, both water extracts had higher IC_{50} values with 54.57 mg/mL (Nor-Prae) and 97.75 mg/mL (Sew-Dang). The ABTS radical scavenging activity of the ethanolic extract of Nor-Prae rice was 147.55 mg TE/g extract, which was significantly stronger than the ethanolic extract of Sew-Dang rice, which was 59.23 mg TE/g extract ($P < 0.05$). The aqueous extracts of rice types, Nor-Prae and Sew-Dang, exhibited weak antioxidant activity, which was determined to be 6.45 and 3.60 mg TE/g extract, respectively.

Table 2 ABTS radical scavenging activity of water and ethanolic extract of Sew-Dang and Nor-Prae rice cultivars

Rice cultivars	Extracts	IC ₅₀ (mg/mL)	ABTS radical scavenging activity (mg TE/g extract)
Sew-Dang	Water	97.75 ± 1.329 ^a	3.60 ± 0.049 ^a
	Ethanol	5.94 ± 0.099 ^a	59.23 ± 0.998 ^b
Nor-Prae	Water	54.57 ± 1.142 ^b	6.45 ± 0.134 ^a
	Ethanol	2.39 ± 0.089 ^d	147.55 ± 5.543 ^a
Trolox	-	0.35 ± 0.002 ^e	-

Remark: The data are given as mean ± standard deviation (SD) of triplicate data. Values followed by different letters in column were significantly different ($P < 0.05$).

Also, a FRAP assay was used to measure the quantity of antioxidants or reductants present within rice extracts. Antioxidants can reduce ferric (III) ions to ferrous (II) ions via a redox-linked colorimetric reaction (Benzie & Strain, 1996; Li et al., 2006). The ferric reducing antioxidant power of colored rice is provided Fig. 1. The ethanolic extracts of Nor-Prae rice had the greatest ($P < 0.05$) ferric reducing capacity (152.44 mg FeSO₄/g extract), followed by that of the ethanolic extract of Sew-Dang rice, which was determined to be 63.24 mg FeSO₄/g extract. Again, water extracts of Nor-Prae and Sew-Dang rice had low levels of ferric reducing capacity, and values determined for the extracts were 12.64 and 9.61 mg FeSO₄/g extract, respectively. The antioxidant activities of Sew-Dang and Nor-Prae rice cultivars have not been reported. However, other colored rice cultivars demonstrated good sources of antioxidant compounds. According to the previous report, Vichit and Saewan (2015) revealed that some black and red rice cultivars gave strong antioxidant activity ranging from 0.06 - 1.36 mg AAE/mL for FRAP, IC₅₀ 0.10 - 1.12 mg/mL for DPPH and 7.57- 40.48 % for TBARS. A similar result was reported by Moko et al. (2014) that the colored rice had higher antioxidant activity than non-colored varieties. It was shown that the red rice varieties had the highest DPPH radical scavenging ability with 88.29% and also had the lowest IC₅₀ with 26.26 µg/mL.

2. Total phenolic compound content assay

Phenolic compounds are commonly found in plants and have been reported to have several biological functions including antibacterial and antioxidant activities (Soobratte et al., 2005). The main phenolics in colored rice cultivars are phenolic acids such as ferulic, coumaric, caffeic, cinnamic and gallic acids (Tian et al., 2005; Zhou et al., 2004). Also, another phenolic in colored rice is mainly anthocyanin, which has strong antioxidant

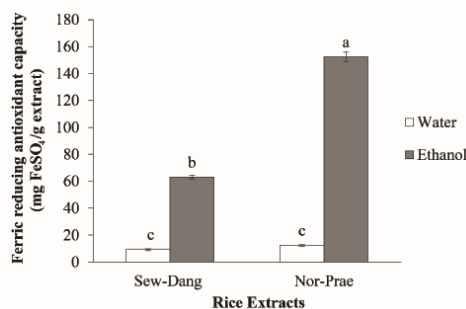


Fig. 1 Ferric reducing antioxidant power of water and ethanolic extracts of Sew-Dang and Nor-Prae rice cultivars. Each bar represents the mean of three replicates and the error bars indicate the standard error of the means. Values labelled with different letters were significantly different ($P < 0.05$).

activity (Goufo & Trindade, 2014). Phenolic compounds act as antioxidants, since they are able to scavenge free radicals, to donate hydrogen atoms or electrons and to chelate metal cations (Javanraedi et al., 2003). Previous publications have shown that antioxidant activity correlates with phenolic content in several plant species (Veliloglu et al., 1998; Zhang et al., 2006; Yawadio et al., 2007; Do et al., 2014). As shown in Fig. 2, investigations of the phenolic content of rice extracts produced similar results as the DPPH, ABTS and FRAP assays. This suggests that the antioxidant activity of colored rice likely depends on total phenolic content. The highest levels of phenols were observed in the ethanolic extract of Nor-Prae rice, followed by the ethanolic extract of Sew-Dang rice in which levels were determined to be 39.18 and 22.41 mg GAE/g extract, respectively. Additionally, water extracts of the both types of rice contained significantly ($P < 0.05$) lower levels of phenolics: 4.43 and 2.32 mg GAE/g extract, respectively. These findings are consistent with a previous report by Yodmanee et al. (2011), which showed that the antioxidant capacity of dehusked rice grain extracts were correlated with polyphenol content. Furthermore, Nakornriab (2018) reported that brown rice extracts had the highest total phenolic content and antioxidant activity. The researchers further showed that total phenol content and antioxidant activity was tightly correlated.

Solvents used to extract bioactive compounds of plants have an effect on the resulting biological activities of extracts. Most phenolic substances range from polar to

nonpolar in plants, thus the choice of solvent for extractions is very important for phenolic compounds (Do et al., 2014). A previous study reported that the majority of solvents used for extracting antioxidant compounds are comprised of mixtures of organic solvents including ethanol, methanol, and acetone. Ethanol has previously been shown to be a good solvent for extracting antioxidant compounds from plant materials. The studies also suggested that ethanol is the most suitable nontoxic solvent for extracting the compounds (Dai & Mumper, 2010). In this study, all ethanolic extracts obtained had higher antioxidant capacities than water extracts when any of the three measures of antioxidant capacity were considered. Also, ethanolic extracts had greater phenolic content than water extracts. This is consistent with a previous report, which showed that ethanolic extracts of colored rice (Sang-Yod red rice) produced strong DPPH radical scavenging activity and also had high total phenolic and flavonoid content (Hansakul et al., 2011). This finding suggests solvent used for extraction plays an important role in determining antioxidant activity and phenolic content, which is due to differences in the solubilities of compounds within samples. However, the antioxidant activity and concentration of polyphenol compounds also depend on the cultivars of colored rice used. In the present study, Nor-Prae rice extracts possessed significantly ($P < 0.05$) greater antioxidant capacities and had significantly greater levels of total phenolic content than Sew-Dang rice extracts.

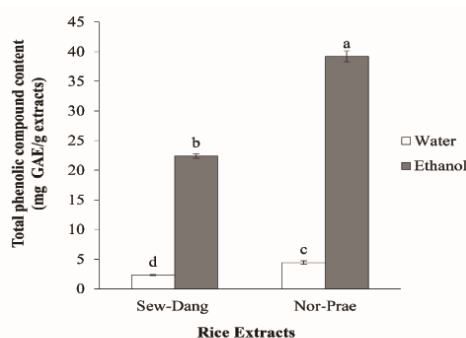


Fig. 2 Total phenolic compound content of water and ethanolic extracts of Sew-Dang and Nor-Prae rice cultivars. Each bar represents the mean of three replicates and error bars indicate the standard error. Values labelled with different letters were significantly different ($P < 0.05$).

3. Tyrosinase inhibitory assay

Tyrosinase is a polyphenol oxidase enzyme that is involved in melanin biosynthesis in organisms. Overproduction of tyrosinase leads to hyperpigmentation in human and animal skin and also affects the fruit and vegetable quality (Chang, 2009). Tyrosinase is a copper-containing enzyme that catalyzes the conversion of L-tyrosine to L-DOPA, and the oxidation of L-DOPA to dopaquinone, which are required for melanin biosynthesis (Kim & Uyama, 2005). Therefore, identification of a tyrosinase inhibitor has the potential to inhibit the process of hyperpigmentation. In our study, the ability of rice extracts to inhibit tyrosinase activity was evaluated using a dopachrome assay, and L-DOPA was used as a substrate of the tyrosinase enzyme. The results of the tyrosinase inhibitory activity assay are shown in Table 3. The tyrosinase inhibitory activity of rice extracts was influenced by rice cultivar and solvents used for extractions. Anti-tyrosinase activity of rice extracts were compared to 1 mg/mL kojic acid (positive control). At this concentration, both rice extracts had a lower inhibitory activities against tyrosinase than kojic acid, which had the significantly ($P < 0.05$) highest tyrosinase inhibitory activity assessed, with percentage inhibition of 92.74%. Among rice extracts tested, the ethanolic extracts of Nor-Prae and Sew-Dang rice displayed significant anti-tyrosinase activity while water extracts of both rice cultivars did not affect tyrosinase activity because their activities were so low. The highest level of tyrosinase inhibitory activity was determined to be associated with the ethanolic extract of Nor-Prae rice, which had a percentage inhibition of 24.19%. The ethanolic extract of Sew-Dang rice exhibited a low inhibitory activity against the tyrosinase enzyme, with a percentage inhibition value of 6.45%. This result is consistent with reports of Jansom et al. (2010), who showed that some purple glutinous rice extracts showed strong tyrosinase inhibitory activity. Similar anti-tyrosinase abilities were also reported in red rice (*Oryza nivalis*) extracts (Batubara et al., 2017). Several polyphenol compounds found in natural sources have been shown to be effective tyrosinase inhibitors including gallic acid, kaempferol, quercetin, catechin, and rhamnetin (Orhan & Khan, 2014; Lee et al., 2016; Panzella & Napolitano, 2019). Miyazawa et al. (2003) demonstrated that protocatechuic acid methyl ester isolated from black rice bran had strong tyrosinase inhibitory activity.

Table 3 Tyrosinase inhibitory activity of water and ethanolic extracts of Sew-Dang and Nor-Prae rice cultivars

Rice cultivars	Extracts	Tyrosinase Inhibition (%)
Sew-Dang	Water	ND
	Ethanol	6.45 ± 1.40 ^a
Nor-Prae	Water	ND
	Ethanol	24.19 ± 1.40 ^b
Kojic acid	-	92.74 ± 2.42 ^c

Remark: The data are given as mean ± standard deviation (SD) of triplicate data. Values followed by different letters were significantly different ($P < 0.05$), ND: Not determined at assayed concentration (consequence of low activity).

Conclusion

The present study indicates that the biological activities of colored rice extracts depend on the type of rice cultivar used and the solvent used for extractions. The ethanolic extracts had more potent antioxidant activity, greater total phenolic content and increased tyrosinase inhibitory activity relative to water extracts. The ethanolic extract of Nor-Prae rice produced the strongest antioxidant activity according to all three methods used to measure antioxidant capacity. Further, it also had the highest total phenolic content and the greatest tyrosinase inhibitory activity of all extracts examined. Therefore, this research suggests that Nor-Prae rice extracts contain potent of antioxidant compounds and tyrosinase inhibitors, which are likely phenolics. The HPLC quantitative analysis and stability test of colored rice extract should be investigated in further works in order to achieve pharmaceutical product development.

Acknowledgments

The authors are thankful to the Chiang Rai Rajabhat University for funding. We also thank the Chiang Rai Rajabhat University, Faculty of Science and Technology for providing laboratory facilities.

References

- Ahuja, U., Ahuja, S. C., Chaudhary, N., & Thakrar, R. (2007). Red rice—past, present and future. *Asian Agri-History*, 11(4), 291-304.
- Alam, M.N., Bristi, N.J., & Rafiqzaman, M. (2013). Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21(2), 143-152.
- Batubara, I., Maharni, M., & Sadiyah, S. (2017). The potency of white rice (*Oryza sativa*), black rice (*Oryza sativa* L. Indica) and red rice (*Oryza nivara*) as antioxidant and tyrosinase inhibitor. *Journal of Physic: Conference Series*, 824(1), 1-6.
- Benzie, I.F., & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C.L.W.T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Chaichana, N. (2019). Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid for callus induction of Sew Deng rice (*Oryza sativa* L. cultivars Sew Deng) and Nor Prae Rice (*Oryza sativa* L. cultivars Nor Prae). *Ramkhamhaeng Research Journal of Sciences and Technology*, 22(1), 30-36.
- Chakuton, K., Puangpronpitag, D., & Nakomriab, M. (2012). Phytochemical content and antioxidant activity of colored and non-colored Thai rice cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, 11(6), 285.
- Chandler, S.F., & Dodds, J.H. (1983). The effect of phosphate, nitrogen and sucrose on the production of phenolics and solasodine in callus cultures of *Solanum laciniatum*. *Plant Cell Reports*, 2(4), 205-208.
- Chang, T.S. (2009). An updated review of tyrosinase inhibitors. *International journal of molecular sciences*, 10(6), 2440-2475.
- Chatatikun, M., & Chiabchalard, A. (2017). Thai plants with high antioxidant levels, free radical scavenging activity, anti-tyrosinase and anti-collagenase activity. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1), 487.
- Costin, G.E., & Hearing, V.J. (2007). Human skin pigmentation: melanocytes modulate skin color in response to stress. *The FASEB journal*, 21(4), 976-994.
- Cotelle, N., Bernier, J.L., Catteau, J. P., Pommery, J., Wallet, J.C., & Gaydou, E.M. (1996). Antioxidant properties of hydroxy-flavones. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(1), 35-43.
- Dai, J., & Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313-7352.
- Do, Q.D., Angkawijaya, A.E., Tran-Nguyen, P.L., Huynh, L.H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(3), 296-302.
- Goufo, P. & Trindade, H. (2014). Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, γ -oryzanol, and phytic acid. *Food science & nutrition*, 2(2), 75-104.
- Hansakul, P., Srisawat, U., Itharat, A., & Lerdvuthisophon, N. (2011). Phenolic and flavonoid contents of Thai rice extracts and their correlation with antioxidant activities using chemical and cell assays. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 94, S122-30.
- Ho, C.H., Noryati, I., Sulaiman, S.F., & Rosma, A. (2010). In vitro antibacterial and antioxidant activities of *Orthosiphon stamineus* Benth. extracts against food-borne bacteria. *Food Chemistry*, 122(4), 1168-1172.

- Iqbal, S., Bhangar, M.I., & Anwar, F. (2005). Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chemistry*, 93(2), 265-272.
- Jansom, V., Moolkam, S., Jansom, C., Skulkhu, E., & Tappayuthpijarn, P. (2010). Anti-tyrosinase activity of purple glutinous rice Thailand local genotypes. *Thammasat Medical Journal*, 10(1), 43-51.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., & Vivanco, J.M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, 83(4), 547-550.
- Kim, Y.J., & Uyama, H. (2005). Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic sources: structure, inhibition mechanism and perspective for the future. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, 62(15), 1707-1723.
- Lee, S.Y., Baek, N., & Nam, T.G. (2016). Natural, semisynthetic and synthetic tyrosinase inhibitors. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 31(1), 1-13.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., & Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254-260.
- Liu, R.H. (2007). Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*, 46(3), 207-219.
- Loizzo, M.R., Tundis, R., & Menichini, F. (2012). Natural and synthetic tyrosinase inhibitors as antibrowning agents: An update. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(4), 378-398.
- Martinez, M.V., & Whitaker, J.R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science & Technology*, 6(6), 195-200.
- Miyazawa, M., Oshima, T., Koshio, K., Itsuzaki, Y., & Anzai, J. (2003). Tyrosinase inhibitor from black rice bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(24), 6953-6956.
- Moko, E.M., Purnomo, H., Kusnadi, J., & Ijong, F.G. (2014). Phytochemical content and antioxidant properties of colored and non colored varieties of rice bran from Minahasa, North Sulawesi, Indonesia. *International Food Research Journal*, 21(3), 1017.
- Moon, J.K., & Shibamoto, T. (2009). Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1655-1666.
- Nakornriab, M. (2018). Correlation of antioxidant activity and phytochemical profile in brown rice and brown rice products. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 11(3), 12-18.
- Orhan, I.E. & Khan, M.T.H. (2014). Flavonoid derivatives as potent tyrosinase inhibitors—a survey of recent findings between 2008-2013. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 14(12), 1486-1493.
- Ortonne, J.P., & Bissett, D.L. (2008). Latest insights into skin hyperpigmentation. In *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings* (pp. 10-14). Amsterdam, Netherlands: Elsevier.
- Panzella, L., & Napolitano, A. (2019). Natural and bioinspired phenolic compounds as tyrosinase inhibitors for the treatment of skin hyperpigmentation: Recent advances. *Cosmetics*, 6(4), 57.
- Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. (2006). Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. *Food Research International*, 39(7), 791-800.
- Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Tabernero, M., Díaz-Rubio, M.E., Serrano, J., Goñi, I., & Saura-Calixto, F. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. *Food Research International*, 41(3), 274-285.
- Potduang, B., Meeploy, M., Giwanon, R., Benmart, Y., Kaewduang, M., & Supatanakul, W. (2008). Biological activities of *Asparagus racemosus*. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 5(3), 230-237.
- Rashed, K., Medda, R., Spano, D., & Spano, F. (2016). Evaluation of antioxidant, anti-tyrosinase potentials and phytochemical composition of four Egyptian plants. *International Food Research Journal*, 23(1), 203-210.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruoma, O.I., & Bahorun, T. (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 579(1-2), 200-213.
- Teeranachaideekul, V., Wongrakpanich, A., Leanpolchareanchai, J., Thirapanmethee, K., & Sirichaovanichkarn, C. (2018). Characterization, biological activities and safety evaluation of different varieties of Thai pigmented rice extracts for cosmetic applications. *Pharmaceutical Sciences Asia*, 45(3), 140-153.
- Tian, S., Nakamura, K., Cui, T., & Kayahara, H. (2005). High-performance liquid chromatographic determination of phenolic compounds in rice. *Journal of Chromatography A*, 1063(1-2), 121-128.
- Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L., & Oomah, B.D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4113-4117.
- Vichapong, J., Sookserm, M., Srijesdaruk, V., Swatsitang, P., & Srijaranai, S. (2010). High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9), 1325-1330.
- Vichit, W., & Saewan, N. (2015). Antioxidant activities and cytotoxicity of Thai pigmented rice. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(7), 329-334.

- Wang, B.S., Chang, L.W., Wu, H.C., Huang, S.L., Chu, H.L., & Huang, M.H. (2011). Antioxidant and antityrosinase activity of aqueous extracts of green asparagus. *Food Chemistry*, 127(1), 141-146.
- Yawadio, R., Tanimori, S., & Morita, N. (2007). Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rice and their aldose reductase inhibitory activities. *Food Chemistry*, 101(4), 1616-1625.
- Yodmanee, S., Karrila, T.T., & Pakdeechanuan, P. (2011). Physical, chemical and antioxidant properties of pigmented rice grown in Southern Thailand. *International Food Research Journal*, 18(3), 901-906.
- Zhang, M.W., Guo, B.J., Zhang, R.F., Chi, J.W., Wei, Z.C., Xu, Z.H., ... Tang, X.J. (2006). Separation, purification and identification of antioxidant compositions in black rice. *Agricultural Sciences in China*, 5(6), 431-440.
- Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., & Blanchard, C. (2004). The distribution of phenolic acids in rice. *Food Chemistry*, 87(3), 401-406.
- Zolghadri, S., Bahrami, A., Hassan Khan, M.T., Munoz-Munoz, J., Garcia-Molina, F., Garcia-Canovas, F., & Saboury, A.A. (2019). A comprehensive review on tyrosinase inhibitors. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 34(1), 279-309.