



หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2569

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

คำนำ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569) ได้ปรับปรุงจากหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2564) โดยการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ได้ปรับปรุงเนื้อหารายวิชาให้มีความทันสมัยต่อสถานการณ์ของโลกปัจจุบันซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงหลักสูตรเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับนักศึกษาในการประกอบอาชีพภายหลังสำเร็จการศึกษา

หลักสูตรฉบับนี้มีองค์ประกอบหลัก 9 หมวดสำคัญ ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไป 2) คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา 3) ปรัชญา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ 4) โครงสร้างหลักสูตร 5) การจัดกระบวนการเรียนรู้ 6) ความพร้อมและศักยภาพหลักสูตร 7) การประเมินผลการเรียนและเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา 8) การประกันคุณภาพหลักสูตร 9) ระบบและกลไกการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งการนำหลักสูตรไปใช้ในการสอน ควรพิจารณาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถผลิตบัณฑิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

สารบัญ

หมวดที่	หน้า	
1	ข้อมูลทั่วไป	1
2	คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา	18
3	ปรัชญา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้	20
4	โครงสร้างหลักสูตรและรายวิชา	30
5	การจัดกระบวนการเรียนรู้	64
6	ความพร้อมและศักยภาพหลักสูตร	65
7	การประเมินผลการเรียนและเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา	70
8	การประกันคุณภาพหลักสูตร	71
9	ระบบและกลไกการพัฒนาหลักสูตร	79
ภาคผนวก		
ก.	คำอธิบายรายวิชา	82
ข.	สำเนาคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร/คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร/ กรรมการวิพากษ์หลักสูตร	119
ค.	ประวัติของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน	128
ง.	ตารางเปรียบเทียบหลักสูตร	138
จ.	ตารางเปรียบเทียบแผนการศึกษา	183
ฉ.	สำเนาข้อบังคับ ประกาศ ระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	192
ช.	สำเนาผลงานวิชาการตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน	218
ซ.	กลยุทธ์และวิธีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้และ การบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (CLOs)	331

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
(Bachelor of Science Program in Agro-Environmental Technology)
หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2569

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา
คณะ/วิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หมวดที่ 1
ข้อมูลทั่วไปของหลักสูตร

1. ชื่อหลักสูตร

รหัสหลักสูตร : 25481431101069
ภาษาไทย : หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
ภาษาอังกฤษ : Bachelor of Science Program in Agro-Environmental Technology

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็ม (ไทย) : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม)
ชื่อย่อ (ไทย) : วท.บ. (เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม)
ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Science (Agro-Environmental Technology)
ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.S. (Agro-Environmental Technology)

3. วิชาเอก (ถ้ามี)

ไม่มี

4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร

ไม่น้อยกว่า 122 หน่วยกิต

5. รูปแบบของหลักสูตร

5.1 รูปแบบ

เป็นหลักสูตรระดับปริญญาตรี (4 ปี) ตามประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565

5.2 ประเภทหลักสูตร

หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ

5.3 ภาษาที่ใช้

- จัดการเรียนการสอนเป็นภาษาไทย
 จัดการเรียนการสอนเป็นภาษาต่างประเทศ
 จัดการเรียนการสอนเป็นภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ

5.4 การรับเข้าศึกษา

- รับเฉพาะนักศึกษาไทย
- รับเฉพาะนักศึกษาต่างชาติ
- รับทั้งนักศึกษาไทยและนักศึกษาต่างชาติที่สื่อสารภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) ได้ดี

5.5 ความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาอื่น ๆ หรือ หน่วยงานภายนอก

- เป็นหลักสูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
- เป็นหลักสูตรตกลงร่วมผลิตกับ
(รายละเอียดตามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือในภาคผนวก)
- เป็นหลักสูตรที่ร่วมมือกับมหาวิทยาลัย.....
โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เป็นผู้ให้ปริญญา
- เป็นหลักสูตรที่ร่วมมือกับมหาวิทยาลัย.....
และรับปริญญาของทั้งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และมหาวิทยาลัย

5.6 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

กรณีเป็นหลักสูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

- หลักสูตรเดียว ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว
- หลักสูตรตกลงร่วมผลิตกับ.....

กรณีเป็นหลักสูตรร่วมกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น

- หลักสูตรที่ให้ปริญญาคู่ (Double Degree)
- หลักสูตรที่ให้ปริญญาร่วม (Joint Degree)

6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2569 ปรับปรุงจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2564

สภาวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้พิจารณาให้ความเห็นชอบในการประชุม ครั้งที่ 12/2568 เมื่อวันที่ 14 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2568

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้พิจารณาให้ความเห็นชอบในการประชุม ครั้งที่ / เมื่อวันที่ เดือน พ.ศ.

สภาวิชาชีพ..... (ถ้ามี) รับรองหลักสูตรเมื่อวันที่ เดือน พ.ศ.

เปิดสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569 (เดือน มิถุนายน)

ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม มีความพร้อมในการเผยแพร่คุณภาพและมาตรฐานตามกฎกระทรวง มาตรฐานการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565 และประกาศ คณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 ในปีการศึกษา 2571 หลังทำการเปิดสอน 2 ปี

7. ระบบการจัดการศึกษา

7.1 ระบบ

- ระบบบทยุทธศาสตร์ โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษา และ 1 ภาคการศึกษาปกติ มีระยะเวลาการศึกษาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์
- ระบบจัดเป็นหน่วยการศึกษา (Module)
- ระบบการศึกษาตลอดปี (ไม่น้อยกว่า.....สัปดาห์)

7.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

- กำหนดให้มีการจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 9 สัปดาห์ต่อภาคการศึกษา
- ไม่จัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

7.3 รูปแบบการศึกษา

- แบบเข้าชั้นเรียน
- แบบผสมผสานโดยการเข้าชั้นเรียน (On site) และผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-learning)
- แบบทางไกลผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อหลัก (E-learning)
- แบบทางไกลผ่านสื่อแพรมภาพและเสียงเป็นหลัก
- แบบทางไกลผ่านสื่อสิ่งพิมพ์เป็นหลัก
- แบบทางไกลทางอินเทอร์เน็ต
- อื่น ๆ (ระบุ).....

7.4 การดำเนินการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตร

วัน – เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

- วัน – เวลาราชการปกติ
- นอกวัน – เวลาราชการ (เสาร์-อาทิตย์)

ภาคเรียนที่ 1 เดือน มิถุนายน – ตุลาคม

ภาคเรียนที่ 2 เดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์

ภาคเรียนฤดูร้อน เดือนมีนาคม – พฤษภาคม

8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

- (1) เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดทางสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางอุตสาหกรรม และขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล
- (2) นักวิชาการด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม
- (3) นักวิจัยทางด้านเกษตรสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และท้องถิ่น
- (4) นักวิทยาศาสตร์ หรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน
- (5) ผู้สอนในสถาบันการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน
- (6) ประกอบอาชีพอิสระด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม
- (7) เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานอุตสาหกรรมเกษตร เช่น การทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร ในด้านการวางแผนการผลิต การควบคุมการผลิต การควบคุมและประกันคุณภาพ การสุขาภิบาล และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เกษตร
- (8) นักกระบวนการชุมชนด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม
- (9) นักพัฒนานวัตกรรมเกษตรและสิ่งแวดล้อม

9. เหตุผลและความจำเป็นในการปรับปรุงหลักสูตร “องค์ความรู้ที่นำเสนอโดยหลักสูตร”

9.1 มิติโดยรวมขององค์ความรู้ที่หลักสูตรนำเสนอและความโดดเด่น

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม เปิดสอนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564 โดยผลิตบัณฑิตที่มีความรู้และทักษะในด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียว (Green economy) ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) และสนับสนุนการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนตามการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งสหประชาชาติครั้งที่ 28 (Conference of Parties 28; COP28) การปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2569 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลกโดยครอบคลุมด้านปัญหามลพิษข้ามพรมแดน การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ชุมชน และสังคม รวมทั้งพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เทคโนโลยีด้านพลังงานสะอาด และการจัดการของเสียอย่างยั่งยืน เพื่อให้เข้าใจถึงผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมต่อชุมชนและสังคม และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้บูรณาการองค์ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและการเกษตรเข้าด้วยกัน เพื่อพัฒนากำลังคนที่มีความรู้และทักษะสหวิทยาการในการวิเคราะห์และจัดการปัญหาทางสิ่งแวดล้อมและเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนในด้านการเกษตร มุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ด้านเกษตรสมัยใหม่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเน้นการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรในการวางแผนและจัดการพื้นที่เกษตรกรรมอย่างเหมาะสม รวมถึงการจัดการของเสียจากภาคเกษตรด้วยวิธีที่ยั่งยืน หลักสูตรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อม เกษตรกรรม และชุมชน พร้อมทั้งสามารถประเมินและวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมที่มีต่อระบบนิเวศ เกษตรกรรม และวิถีชีวิตของประชาชนในระดับพื้นที่ รวมถึงการออกแบบและเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาและพัฒนากิจกรรมที่ยั่งยืนควบคู่กับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หลักสูตรนี้จึงมีความโดดเด่นในการสร้างบัณฑิตที่สามารถเข้าใจปัญหาเชิงระบบของสิ่งแวดล้อมและการเกษตร สามารถใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อพัฒนารูปแบบเกษตรกรรมที่ยั่งยืน และมีศักยภาพในการเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาและนโยบายที่เกี่ยวข้องในระดับชุมชนและระดับประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.2 การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อองค์ความรู้ที่จัดการเรียนการสอนโดยหลักสูตร

ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติเพื่อบรรลุการพัฒนาที่ยั่งยืนในด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะเป้าหมายที่ 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป้าหมายที่ 14 อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเลและทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และเป้าหมายที่ 15 ปกป้อง พันฟู และส่งเสริมการใช้ระบบนิเวศบนบก จัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน หยุดยั้งการรุกรานของทะเลทราย หยุดและย้อนกระบวนการเสื่อมโทรมของดิน หยุดยั้งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ภายในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งสอดคล้องกับข้อตกลงอาเซียนเรื่องมลพิษจากหมอกควันข้ามแดน (ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution; AATHP) ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนด้านการอุดมศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศ พ.ศ. 2564-2570 รวมทั้ง แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 พ.ศ. 2566-2570 ในหมุดหมายการพัฒนาที่ 1 ซึ่งตั้งเป้าหมายให้ประเทศไทยเป็นประเทศชั้นนำด้านสินค้าเกษตรและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง มุ่งให้ไทยเป็นผู้นำด้านสินค้าเกษตรและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง เชื่อมโยงกับ 5 เป้าหมายของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 13 และสอดคล้องกับ 3 ด้านของยุทธศาสตร์ชาติ ได้แก่ การแข่งขันทางเศรษฐกิจ การลดความเหลื่อมล้ำ และการเติบโตอย่างยั่งยืน โดยเน้นนวัตกรรม ยกระดับคุณภาพเกษตร เสริมเศรษฐกิจฐานราก และรักษาสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ต้องมีการพัฒนาหลักสูตรด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เพื่อเตรียมบุคลากรให้สามารถทำงานร่วมกับภาคส่วนต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานสะอาด การลดการปนเปื้อนของสิ่งแวดล้อม และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และจากบริบทการเปลี่ยนแปลงของโลกในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อองค์ความรู้และการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตทางการเกษตร ความผันผวนของฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายทางชีวภาพ และภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นถี่ขึ้นและรุนแรงขึ้น ส่งผลให้ต้องมีการปรับปรุงองค์ความรู้ให้สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการเกษตร ในการวางแผนการผลิตและจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ หลักสูตรจึงต้องพัฒนาให้สามารถถ่ายทอดความรู้ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมควบคู่กับความเข้าใจในมิติสังคม เศรษฐกิจ และนโยบายด้านการเกษตร เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้รอบด้าน พร้อมปรับตัวและเป็นผู้นำในการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศในยุคเศรษฐกิจฐานชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG Economy) รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้ที่ต้องการเรียนในระดับอุดมศึกษาสามารถเสริมทักษะและพัฒนาการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) พร้อมยกระดับสมรรถนะของกำลังคนเพื่อตอบสนองการพัฒนาประเทศตามโมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (BCG model) โดยมีการเรียนการสอนที่นอกเหนือจากการเรียนการสอนภาคปกติทั้งรูปแบบสะสมหน่วยกิต (Pre-degree) และหลักสูตรระยะสั้น (Non-Degree) รวมทั้งสร้างทักษะใหม่ที่จำเป็นต่อการทำงาน (Newskill) พัฒนาทักษะเดิม (Upskill) หรือการเพิ่มทักษะใหม่ (Reskill) เพื่อพัฒนาทักษะความสามารถของผู้เรียนให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาของประเทศและตลาดแรงงานของโลก

9.3 การวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างองค์ความรู้ของหลักสูตรและโอกาส (Gap Analysis and Opportunity)

จากความต้องการบุคลากรด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เช่น กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร บริษัทที่ปรึกษาทางสิ่งแวดล้อม และโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร ทางหลักสูตรเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมจึงได้ส่งเสริมการให้ความรู้ด้านการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งจำเป็นต่อทุกองค์กร และให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีการเกษตรสีเขียว (Green Agro Technology) การแก้ปัญหาหมอกพิษข้ามพรมแดนผ่านการบูรณาการความร่วมมือทางวิทยาศาสตร์และการจัดการทรัพยากรอย่างเป็นระบบ และสนับสนุนระบบการเกษตรที่เน้นความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ (Sustainable Agricultural Practices) รวมทั้งให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก และคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint of Organization) ซึ่งช่วยในการจัดการพลังงานในระดับหน่วยงานและองค์กร

นอกจากนี้ หลักสูตรยังมุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีชีวภาพและวัสดุชีวภาพเพื่อการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Bio-based agriculture) พร้อมทั้งสนับสนุนให้นักศึกษาได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (Cooperative and Work Integrated Education; CWIE) เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และเทคโนโลยีในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ผลลัพธ์สำคัญจากกระบวนการเรียนการสอนที่กล่าวมา คือ การเสริมสร้างศักยภาพของบัณฑิตให้สามารถประกอบอาชีพในหลากหลายสาขา ทั้งในหน่วยงานรัฐ เอกชน ธุรกิจเกษตรและสิ่งแวดล้อม หรือแม้แต่การเป็นผู้ประกอบการด้านเกษตรสมัยใหม่ที่มีความเข้าใจเรื่องเทคโนโลยี การจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน และสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ตอบโจทย์ความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบันและอนาคต

9.4 การดำเนินงานของหลักสูตรเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภายนอก (9.2) และ (9.3)

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2569 มีการจัดการเรียนการสอนผสมผสานระบบทวิภาค และระบบจัดเป็นหน่วยการศึกษา รวมทั้งเพิ่มโอกาสให้จบการศึกษาและทำงานได้เร็วขึ้นโดยจัดการเรียนการสอนภาคปกติทั้งรูปแบบสะสมหน่วยกิต (Pre-degree) และหลักสูตรระยะสั้น (Non-Degree) รวมทั้งสร้างทักษะใหม่ที่จำเป็นต่อการทำงาน (Newskill) พัฒนาทักษะเดิม (Upskill) หรือการเพิ่มทักษะใหม่ (Reskill) และเปิดโอกาสให้นักเรียนระดับชั้น ปวส. หรือเทียบเท่า สามารถเข้ามาศึกษาในหลักสูตรได้ และเพื่อให้นักศึกษาที่เข้าใหม่ได้มีงานทำที่ตรงสาย และตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ และผู้มีส่วนได้เสีย บัณฑิตที่จบจากสาขานี้เป็นที่ต้องการของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดทางสิ่งแวดล้อม นักวิชาการด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม และนักกระบวนการชุมชนด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม ประกอบกับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเป็นมหาวิทยาลัยเพื่อท้องถิ่น มีค่าธรรมเนียมการศึกษาที่ถูกลง และนักศึกษาสามารถกู้ยืมเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) และกองทุนเงินกู้ยืมเพื่อการศึกษาที่ผูกกับรายได้ในอนาคต (กรอ.) ได้ รวมทั้งมีศูนย์การจัดการศึกษานักศึกษาต่างชาติ (International Student Education Management Center; ISEM) จึงเพิ่มโอกาสในการรับนักศึกษาต่างชาติได้ด้วย การสร้างหลักสูตร วท.บ. เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม จึงมีความจำเป็นในปัจจุบันเนื่องจากปัจจัยหลายประการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้เกิดความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภายนอกได้ด้วยการสร้างการศึกษาที่เชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยการเน้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเกษตรใน

ภูมิภาคต่าง ๆ การปรับหลักสูตรให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในภาคการเกษตรและการรักษาสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาความรู้ใหม่ ๆ ที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีในอนาคต ดังนั้น หลักสูตรเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมจึงไม่เพียงแต่ตอบสนองความต้องการของตลาดและปัญหาทางการเกษตรในปัจจุบัน แต่ยังเป็นการเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสำคัญที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

10. ความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

10.1 การตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ชาติด้านต่าง ๆ

(1) ยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนากำลังคนของประเทศ

หลักสูตรเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมมุ่งเน้นการพัฒนากำลังคนที่มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนโดยมุ่งเน้นการบูรณาการความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและเกษตรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ หลักสูตรนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ของมหาวิทยาลัยโดยการสร้างบุคลากรที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีทักษะการทำงานเป็นทีม การตัดสินใจอย่างมีวิจารณญาณ และการพัฒนาทักษะในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด พร้อมทั้งมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

(2) ยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนาเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

หลักสูตรเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมมุ่งเน้นการพัฒนากำลังคนที่มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำโดยการเน้นการพัฒนาาระบบเกษตรที่ยั่งยืน การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หลักสูตรนี้ยังส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เช่น การจัดการน้ำ อากาศ และพลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีการฝึกฝนทักษะการใช้เครื่องมือวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ และการพัฒนานวัตกรรมด้านการเกษตรที่รองรับการเปลี่ยนแปลงในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ หลักสูตรนี้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 โดยเฉพาะในหมวดหมู่ที่ 10 เศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ ซึ่งเน้นการพัฒนาเกษตรกรรมที่มีประสิทธิภาพ ลดการใช้ทรัพยากรและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อสร้างเศรษฐกิจที่ยั่งยืน นอกจากนี้ยังตอบสนองต่อหมวดหมู่ที่ 11 การลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการพัฒนาทักษะและความรู้ในด้านการประเมินความเสี่ยง การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง และการพัฒนานวัตกรรมที่สามารถจัดการภัยธรรมชาติและ ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาหลักสูตรที่เน้นทักษะทางด้านการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม และพัฒนาทักษะทางด้านเกษตรสิ่งแวดล้อมภายใต้ข้อบังคับสภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่าด้วยการประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคุม สาขาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์และการควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2557 และ 2561 ของสภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มศักยภาพบุคลากรที่มีความสามารถด้านเกษตรสิ่งแวดล้อมทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน

(3) ยุทธศาสตร์ด้านการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

การดำเนินการด้านการบูรณาการองค์ความรู้ด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประเทศและเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนต้องมีการส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอน

ต่ำ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม ที่เตรียมความพร้อมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการทรัพยากรเกษตรและสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการพัฒนาเกษตรกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เสริมสร้างทักษะคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เชื่อมโยงการเรียนรู้กับบริบทชุมชน ภาคอุตสาหกรรม และเศรษฐกิจ BCG และสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในระดับชุมชน ท้องถิ่น และระดับชาติ

(4) ยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนและการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม มีเป้าหมายเพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนโดยส่งเสริมระบบเกษตรกรรมที่ยั่งยืน มีจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างสมดุล สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพิ่มศักยภาพของประชาชนในการพึ่งพาตนเองด้วยองค์ความรู้และนวัตกรรมด้านเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

10.2 การตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาประเทศด้านต่าง ๆ (เช่น SDGs, BCG, etc)

(1) SDGs

หลักสูตรฯ ปรับปรุงใหม่ได้ดำเนินการจัดการโดยมีเป้าหมายในการพัฒนานักศึกษาให้ตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยมีเป้าหมายที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

SDGs	คำอธิบาย
เป้าหมายที่ 4 สร้างหลักประกันว่าทุกคนมีการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียม และสนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนาหลักสูตรที่ทุกคนสามารถเข้าถึงการศึกษาในระดับอุดมศึกษาด้วยหลักสูตรที่มีคุณภาพ ตอบสนองต่อชุมชนและสังคมในท้องถิ่น มีความรู้และทักษะทางด้านเทคนิคและอาชีพที่จำเป็นสำหรับส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในราคาที่สามารถจ่ายได้ และเป็นหลักสูตรที่สนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต
เป้าหมายที่ 9 สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรม ที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการเพิ่มพูนทักษะการวิจัยทางด้านเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นการยกระดับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักศึกษา เป็นการเพิ่มจำนวนผู้ทำงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ
เป้าหมายที่ 13 ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนาบัณฑิตที่เป็นกำลังคนในการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคต
เป้าหมายที่ 15 ปกป้อง ฟื้นฟู และสนับสนุนการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน จัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน ต่อสู้การกลายสภาพเป็นทะเลทราย หยุดการเสื่อมโทรมของที่ดินและฟื้นสภาพกลับมาใหม่ และหยุดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการให้ความรู้และทักษะวิชาชีพในด้านการปกป้อง และฟื้นฟูระบบนิเวศบนบก และความหลากหลายทางชีวภาพ รวมทั้งการจัดการการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

(2) BCG

หลักสูตรฯ ได้ดำเนินการจัดการโดยมีเป้าหมายในการพัฒนานักศึกษาให้ตอบสนองต่อแผนปฏิบัติการด้านการขับเคลื่อนพัฒนาประเทศไทยด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG (พ.ศ. 2564 – 2570) นำเสนอโดยกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยมียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

เป้าหมาย แผนปฏิบัติการฯ BCG	คำอธิบาย
ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาชุมชนและเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็ง ด้วยทุนทรัพยากร อัตลักษณ์ ความคิดสร้างสรรค์ และเทคโนโลยีสมัยใหม่	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการสร้างและพัฒนาบัณฑิตให้มีทักษะที่เอื้อต่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก เน้นการนำความรู้ เทคโนโลยีสมัยใหม่และนวัตกรรมไปปรับใช้หรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ โดยยึดความต้องการของพื้นที่เป็นตัวตั้ง
ยุทธศาสตร์ที่ 4 เสริมสร้างความสามารถในการตอบสนองต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนากำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อรองรับเศรษฐกิจ BCG ในอนาคต รวมถึงการวิจัยและพัฒนา ซึ่งเป็นการสร้างคุณค่าใหม่ในอนาคตด้วยการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมไปเพิ่มศักยภาพของชุมชน ผู้ประกอบการ ปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต/บริการเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาด รวมถึงสร้างการเติบโตอย่างมีคุณภาพ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคการผลิต/อุตสาหกรรมในสาขาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิต เช่น หลักสูตรเรียนล่วงหน้า (Pre-degree) แบบสะสมหน่วยกิต (Credit bank) และหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น (Non-degree)

(3) แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558 – 2593

หลักสูตรฯ ได้ดำเนินการจัดการโดยมีเป้าหมายในการพัฒนานักศึกษาให้ตอบสนองตามแนวทางการดำเนินงานภายใต้แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งนำเสนอโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) โดยมียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

แนวทางการดำเนินงาน	คำอธิบาย
แนวทางที่ 1 การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนานักศึกษาให้มีความตระหนักและมีความพร้อมต่อการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยกำหนดให้มีรายวิชานิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร กฎหมายและนโยบายทางเกษตรและสิ่งแวดล้อม และจริยธรรมวิชาชีพทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
แนวทางที่ 2 การลดก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนานักศึกษาให้เป็นผู้มีความรู้ในการลดก๊าซเรือนกระจก และส่งเสริมชุมชนและองค์กรให้มีการปล่อยคาร์บอนต่ำ
แนวทางที่ 3 การสร้างขีดความสามารถด้านการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนานักศึกษาเป็นบุคลากรที่สามารถประยุกต์ใช้หรือพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับบริบทของท้องถิ่นได้

10.3 การตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายมีการกำหนดปรัชญาการศึกษา วิสัยทัศน์ พันธกิจของมหาวิทยาลัยไว้ดังนี้

1) ปรัชญาการศึกษา

จัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การศึกษาที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้สู่การเป็นนวัตกรรมมืออาชีพ สร้างสรรค์คุณค่าสู่ท้องถิ่น

2) วิสัยทัศน์

เป็นสถาบันแห่งการบูรณาการองค์ความรู้ สร้างนวัตกรรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

3) พันธกิจ

1. ผลิตบัณฑิตเป็นนวัตกรรมมืออาชีพ เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงและตอบสนองต่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

2. ผลิตผลงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ สามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น ประเทศ และภูมิภาคอาเซียน

3. ให้บริการวิชาการแก่สังคม เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในท้องถิ่น ประเทศสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

4. สืบสานและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมอันดีงามของท้องถิ่น และของชาติ

5. พัฒนามหาวิทยาลัยให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่มีความสุข มีคุณภาพ และมีธรรมาภิบาล

การปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมมีความสอดคล้องและการตอบสนองต่อประเด็นยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 5 ประเด็น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนยุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยและประเด็น ยุทธศาสตร์	รายละเอียดของประเด็น ยุทธศาสตร์	ความสอดคล้องและการตอบสนอง
แผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยระยะที่ 5 (2565-2569)		
ยุทธศาสตร์ที่ 1 (S1)	การยกระดับคุณภาพการศึกษา	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการผลิตบัณฑิตที่มีทักษะ ความรู้ ความสามารถ ที่ทันสมัยรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต เน้นการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อมไปปรับใช้โดยยึดความต้องการของชุมชนในพื้นที่
ยุทธศาสตร์ที่ 3 (S3)	การพัฒนางานวิจัย นวัตกรรมและงานสร้างสรรค์	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการผลิตบัณฑิตที่มีทักษะการใช้องค์ความรู้ทางเกษตรและสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ปัญหาด้วยแนวทางการวิจัยอย่างเป็นระบบ การสร้างนวัตกรรม หรือการสร้างสรรค์ผลงานที่ตอบโจทย์ท้องถิ่นและรองรับความต้องการบุคลากรด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อมของประเทศ

แผนยุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยและประเด็น ยุทธศาสตร์	รายละเอียดของประเด็น ยุทธศาสตร์	ความสอดคล้องและการตอบสนอง
แผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยระยะที่ 5 (2565-2569)		
ยุทธศาสตร์ที่ 4 (S4)	การพัฒนาท้องถิ่น	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนากำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต เช่น หลักสูตรเรียนล่วงหน้า (Pre-degree) แบบสะสมหน่วยกิต (Credit bank) และหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น (Non-degree) เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยยึดตามความต้องการของชุมชน และประชาชนในพื้นที่
ยุทธศาสตร์ที่ 5 (S5)	พัฒนาระบบ กลไก และ บริหารจัดการ	หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการพัฒนาหลักสูตรที่ตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และสอดคล้องกับนโยบายของมหาวิทยาลัยที่เป็นมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นบนพื้นฐานความต้องการของชุมชนโดยการใช้องค์ความรู้ทางด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อมมาช่วยพัฒนาท้องถิ่นอย่างมีธรรมาภิบาลและมีจรรยาบรรณในสาขาวิชาชีพ

การปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมในครั้งนี้อยู่มีความสอดคล้องและการตอบสนองต่อวิสัยทัศน์ พันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รายละเอียดของวิสัยทัศน์ และพันธกิจ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	ความสอดคล้องและการตอบสนอง
วิสัยทัศน์ เป็นสถาบันแห่งการบูรณาการองค์ความรู้ สร้างนวัตกรรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อ การพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม ได้มีการออกแบบหลักสูตรเพื่อให้นักศึกษาสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะสร้างนวัตกรรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน
พันธกิจ 1. ผลิตบัณฑิตเป็นนวัตกรมืออาชีพ เพื่อ สร้างการเปลี่ยนแปลงและตอบสนองต่อ การพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน	หลักสูตรมีการจัดการศึกษาที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียน เป็นนวัตกรมืออาชีพ เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงและตอบสนองต่อ การพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน
2. ผลิตผลงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ สามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ เพื่อนำไปใช้ ประโยชน์ในท้องถิ่น ประเทศ และภูมิภาค อาเซียน	หลักสูตรมีการส่งเสริมให้นักศึกษาทำวิจัยที่มีประโยชน์ต่อชุมชน และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก และต่อยอด ในระดับเชิงพาณิชย์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น ประเทศ และภูมิภาคอาเซียน

รายละเอียดของวิสัยทัศน์ และพันธกิจ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	ความสอดคล้องและการตอบสนอง
3. ให้บริการวิชาการแก่สังคม เพื่อยกระดับ คุณภาพชีวิตของประชาชนในท้องถิ่น ประเทศสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน	หลักสูตรเน้นเพิ่มทักษะและความรู้ในการผลิตและบริหารจัดการ ด้านการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น ทำให้ประชาชน สามารถพึ่งพาตนเองได้ และเสริมสร้างความตระหนักรู้ด้าน สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน
4. สืบสานและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมอันดี งามของท้องถิ่น และของชาติ	หลักสูตรมีการปลูกฝังให้นักศึกษามีบทบาทในการร่วมจัดและเข้า ร่วมกิจกรรมในการอนุรักษ์และส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่น เพื่อให้เกิดการสืบสานและถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่คนรุ่นใหม่
5. พัฒนามหาวิทยาลัยให้เป็นองค์กรแห่ง การเรียนรู้ที่มีความสุข มีคุณภาพ และมี ธรรมาภิบาล	หลักสูตรมีการเรียนที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในห้องเรียนอย่างสร้างสรรค์พร้อมทั้งสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาที่สอน และส่งเสริมความสุขในการเรียนผ่าน กิจกรรมพัฒนานักศึกษา เช่น การศึกษาดูงานในสถาน ประกอบการ รวมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้อย่างมี เป้าหมาย มีชีวิตนักศึกษาที่สมดุล และมีความรับผิดชอบต่อสังคม

10.4 การตอบสนองต่อความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders Needs Assessment)

(1) กระบวนการดำเนินการ

1) การรวบรวมข้อมูล โดยหลักสูตรพิจารณากลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับหลักสูตร และจัดลำดับโดย
พิจารณาจากความสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการด้านการพัฒนาและ
เสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ และการสร้างความสามารถในการแข่งขัน หลักสูตรจึงกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
หลักของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 5 กลุ่ม ได้แก่ นักศึกษาปัจจุบัน ศิษย์เก่า ผู้ใช้บัณฑิต อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร
อาจารย์ประจำหลักสูตร และอาจารย์ผู้สอน สภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ
สาขาวิชาชีพเกษตรกรรมโดยทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์

2) การวิเคราะห์ข้อเสนอแนะ โดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรดำเนินการรวบรวมข้อมูลและ
ข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น จากการสัมภาษณ์กลุ่มนักศึกษา การสำรวจความเห็นของศิษย์เก่าใน
มุมมองที่มีต่อหลักสูตร การสำรวจความเห็นของผู้ใช้บัณฑิตต่อผลการปฏิบัติงานของบัณฑิต และการสำรวจ
ความเห็นของอาจารย์ต่อการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงหลักสูตร ข้อมูลที่รวบรวมได้จะนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนด
แผนงานการปรับปรุงที่จำเป็น

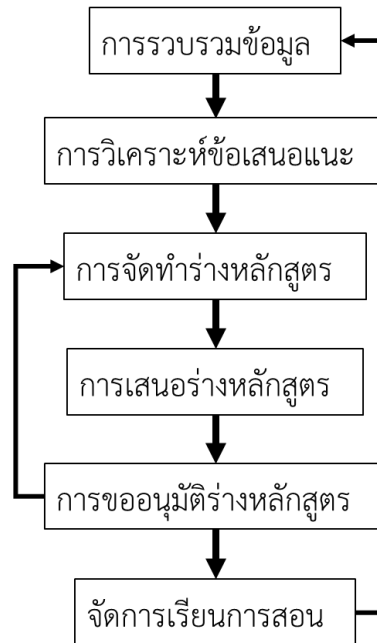
3) การจัดทำร่างหลักสูตร อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรจัดทำร่างหลักสูตรโดยคำนึงถึงกลยุทธ์ใน
การผลิตบัณฑิตเพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้บัณฑิต ข้อกำหนดตามนโยบายของมหาวิทยาลัย และเกณฑ์มาตรฐาน
หลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565

4) การเสนอร่างหลักสูตร เสนอร่างหลักสูตรฉบับปรับปรุง (วิพากษ์) ต่อคณะผู้ทรงคุณวุฒิที่มีตัวแทน
จากภาควิชาการและผู้ใช้บัณฑิต ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิจะนำมาพิจารณาแก้ไขร่างหลักสูตรเพิ่มเติม

5) การขออนุมัติร่างหลักสูตร โดยนำร่างหลักสูตรเข้าที่ประชุมคณะกรรมการบริหารงานวิชาการ
(กบว.-คณบดี) โดยมีการหารือถึงความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร
และโครงสร้างหลักสูตร รวมทั้งทรัพยากรและสิ่งสนับสนุนการสอนต่าง ๆ หลังจากการประชุมให้ความเห็นชอบร่าง

หลักสูตร แล้วจึงจะเสนอต่อสภาวิชาการและสภามหาวิทยาลัยตามลำดับ เพื่อการอนุมัติให้ใช้หลักสูตร (แต่หากมีข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไข อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรจะดำเนินการแก้ไขตามความเหมาะสม)

6) จัดการเรียนการสอน โดยเมื่อหลักสูตรได้รับการอนุมัติจากมหาวิทยาลัยและมีการจัดการเรียนการสอนตามแผนงาน หลักสูตรจะมีการเก็บข้อมูล ข้อเสนอแนะ และการประเมินต่าง ๆ จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างสม่ำเสมอเพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลสำหรับกระบวนการปรับปรุงหลักสูตรในอนาคตต่อไป



(2) ข้อมูลสะท้อนความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirement)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLO)
1	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน	<ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษามีความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม กฎหมายสิ่งแวดล้อม และจริยธรรมสิ่งแวดล้อมที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ - บัณฑิตมีงานทำที่ตรงกับสายงานเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม - มีความตั้งใจในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ตลอดชีวิต - สามารถสื่อสารกับเพื่อนร่วมงาน และหน่วยงานต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี - สามารถวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ - สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านอื่น ๆ เพื่อใช้ในการทำงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษาประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม - ต้องการให้นักศึกษามีความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม กฎหมายสิ่งแวดล้อม และจริยธรรมสิ่งแวดล้อม - ต้องการให้บัณฑิตมีงานทำตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม - ต้องการให้นักศึกษาสามารถค้นคว้าองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาให้แก่องค์กรและชุมชนได้ - ต้องการให้นักศึกษามีการสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี - มีทักษะในการวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ - ต้องการให้นักศึกษาใช้ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้ 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p> <p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>
2	สภาวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ตามข้อบังคับสภาวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดโดยสภาวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งได้กำหนดมาตรฐานการประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคุมสาขาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์ และการควบคุมมลพิษซึ่งระบุคุณสมบัติของผู้ขอรับใบอนุญาตประกอบ	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษามีทักษะด้านการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์ และการควบคุมมลพิษ 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การควบคุมมลพิษน้ำ 2) การควบคุมมลพิษอากาศ 3) การผู้ควบคุมขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล 4) การผู้ควบคุมมลพิษเสียงและความสั่นสะเทือน และ 5) การควบคุมของเสียอันตราย 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p>

ร.ก.	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirement)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLO)
		<p>วิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคุมสาขาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์และการควบคุมมลพิษ พร้อมกับกำหนดหลักเกณฑ์การรับรองหลักสูตรและเนื้อหาวิชาสาขาการควบคุมมลพิษโดยมี 5 ประเภทย่อย ได้แก่ 1) ผู้ควบคุมมลพิษน้ำ 2) ผู้ควบคุมมลพิษอากาศ 3) ผู้ควบคุมขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล 4) ผู้ควบคุมมลพิษเสียงและความสั่นสะเทือน และ 5) ผู้ควบคุมของเสียอันตราย</p>		<p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p>
3	<p>สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม</p>	<p>ตามสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรมซึ่งมีสาขาเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ และสาขาเทคโนโลยีการเกษตร</p>	<p>- ต้องการให้นักศึกษามีทักษะเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม สาขาเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น อาชีพผู้ปลูกข้าว อาชีพผู้ดูแลข้าว อาชีพผู้เก็บเกี่ยวข้าว อาชีพเกษตรกรเพาะปลูกข้าว อาชีพผู้ปฏิบัติงานด้านการจัดการผลผลิตและการตลาด ปาล์ม น้ำมัน อาชีพผู้ปฏิบัติงานด้านการตลาด ผลผลิตยางพาราขั้นต้น อาชีพผู้ปฏิบัติงานด้านระบบการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน อาชีพผู้ตรวจประเมินหลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับอาหาร (GAP สำหรับพืชอาหาร) อาชีพผู้ตรวจแปลงเกษตรอินทรีย์ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม (PGS สำหรับพืชอาหาร) และสาขาเทคโนโลยีการเกษตร เช่น อาชีพนักเทคโนโลยีการจัดการเกษตร อาชีพนักส่งเสริมการเกษตร และอาชีพผู้ประกอบการเกษตร</p>	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p> <p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p>

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirement)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLO)
4	ผู้ใช้บัณฑิต	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มทักษะที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในท้องปฏิบัติการให้มากขึ้น - เพิ่มรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาสิ่งแวดล้อม - ใช้งานโปรแกรมสถิติด้านสิ่งแวดล้อมได้ - ประยุกต์ใช้ความรู้กับงานในศาสตร์อื่นได้ - มีความรับผิดชอบ - มีเจตคติเชิงบวก - มีความเชื่อมั่นในตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> - บัณฑิตสามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาในการทำงานได้ - บัณฑิตต้องประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานประกอบการและชุมชนได้ - ต้องการให้มีความรับผิดชอบ มีเจตคติเชิงบวก และความเชื่อมั่นในตนเอง 	<p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>
5	ศิษย์เก่า	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับมาตรฐานสิ่งแวดล้อม มาตรฐานอุตสาหกรรม และการวิเคราะห์คุณภาพดิน รวมทั้งวัสดุวิศวกรรมขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ นักศึกษาสามารถตรวจสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การออกแบบหรือจัดสรรอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงานและมีความปลอดภัย และสามารถเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการจัดซื้อได้ - หลักสูตรเพิ่มรายวิชาด้านพลังงานทดแทน เช่น โซลาร์เซลล์ และการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย นอกจากนี้ นักศึกษาควรมีการอบรมเกี่ยวกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ และระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม - ต้องการเรียนเป็นชุดวิชาตามความชอบของแต่ละบุคคลเพื่อ 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม มาตรฐานอุตสาหกรรม เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัยในการทำงานเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับการทำงานจริง - ลดรายวิชาที่ไม่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม - ต้องการเพิ่มรายวิชาด้านเทคโนโลยีเกษตร พลังงานและสิ่งแวดล้อม 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p>

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirement)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLO)
		ประยุกต์ใช้ในการทำงานในอนาคต		
6	นักศึกษาปัจจุบัน	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการมีทักษะด้านโปรแกรมสเถิตด้านสิ่งแวดล้อม และการสื่อสารหรือการแปลภาษาอังกฤษด้านสิ่งแวดล้อม - ต้องการเนื้อหาในการเรียนที่ทันสมัยและจำเป็นในการประกอบอาชีพ - ต้องการเรียนหลักสูตรระยะสั้น เช่น การจัดการสิ่งแวดล้อมโดยประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับเบื้องต้น 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มชุดวิชาด้านเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อม - ต้องการบูรณาการความรู้ในแต่ละรายวิชาไปสู่การปฏิบัติจริงในสถานประกอบการ - เพิ่มการประยุกต์การใช้งานด้านการรับรู้จากระยะไกลกับการทำงานจริง 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p> <p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p>
7	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	<ul style="list-style-type: none"> - ผลิตบัณฑิตเป็นนวัตกรรมมืออาชีพ - ผลิตผลงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ - ให้บริการวิชาการแก่สังคมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในท้องถิ่น - พัฒนามหาวิทยาลัยให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่มีความสุข มีคุณภาพ และมีธรรมาภิบาล 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษามีทักษะและความรู้ในการผลิตและบริหารจัดการด้านการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น - เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในห้องเรียนอย่างสร้างสรรค์พร้อมทั้งสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม ในเนื้อหาที่สอน และส่งเสริมความสุขในการเรียนผ่านกิจกรรมพัฒนานักศึกษา 	<p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>
8	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	องค์กรแห่งการเรียนรู้ บูรณาการความร่วมมือ สรรสร้างนวัตกรรมคุณภาพขับเคลื่อนพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษาเป็นนวัตกรรมมืออาชีพ - ต้องการให้นักศึกษาทำวิจัยที่มีประโยชน์ต่อชุมชน 	<p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>

11. สถานที่จัดการเรียนการสอน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

หมวดที่ 2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เป็นหลักสูตรระดับปริญญาตรีแบบวิชาการที่มุ่งเน้นการผลิตผู้สำเร็จการศึกษาให้เป็นผู้มีคุณลักษณะของการเป็นมีความรู้ความสามารถทางวิชาการด้านเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับคุณธรรมจริยธรรม รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงตลอดจนการต่อยอดและพัฒนาในศาสตร์หลาย ๆ แขนงได้ตามความต้องการของตลาดแรงงาน และเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว หลักสูตรได้มีการดำเนินการดังนี้

การวางแผนโดยกำหนดวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบัณฑิต

1) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders Needs Assessment) เกี่ยวกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา วิเคราะห์และจัดการข้อมูลและกำหนดเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่นำไปสะท้อนในการกำหนดคุณสมบัติของปัจจัยนำเข้า (ผู้เรียน) ให้มีความสอดคล้องกัน

2) การดำเนินการ วิเคราะห์และกำหนดเป็นคุณสมบัติผู้เข้าเรียน

3) การตรวจสอบ ทวนสอบ และปรับปรุงข้อมูลที่กำหนดโดยการสอบถามผู้เกี่ยวข้อง

ทั้งนี้ ทักษะที่พึงประสงค์ทั้ง 4 ด้านของหลักสูตรถือเป็นส่วนที่เป็นผลลัพธ์ (Outcomes) ของหลักสูตร ดังนั้น ในส่วนของปัจจัยนำเข้า (Input) ซึ่งได้แก่ผู้เรียน จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญเบื้องต้นในการบริหารและจัดการหลักสูตร (Process) และกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งกระบวนการกำหนดปัจจัยนำเข้าซึ่งได้แก่ผู้ที่จะเข้าศึกษาที่มีความเหมาะสมกับการศึกษาในหลักสูตรนี้ได้กำหนดเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นการกำหนดคุณสมบัติ** โดยคุณสมบัติผู้ที่จะเข้าศึกษาในหลักสูตร ต้องมีลักษณะคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1.1) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือ

(1.2) สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

หรือ

(1.3) สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญา หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือ

(1.4) คุณสมบัติอื่นตามประกาศของมหาวิทยาลัย

2. **ขั้นการพิจารณารับเข้าศึกษาในหลักสูตร** มีดังนี้

ให้เป็นไปตามประกาศรับสมัครนักศึกษาใหม่ระดับปริญญาตรีในแต่ละปีการศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

3. **ขั้นการประเมินปัญหาแรกเข้าของนักศึกษาที่รับเข้าศึกษา** มีดังนี้

(3.1) การวิเคราะห์ความรู้และทักษะพื้นฐานสำหรับการเรียนของผู้ผ่านการพิจารณารับเข้าเรียน

(3.2) กำหนดมาตรการและกลไกการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนทั้งก่อน และระหว่างการเปิดสอน

(3.3) สรุปผลการดำเนินการและจัดเก็บข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินการสำหรับนักศึกษารุ่นต่อไป

จากการประเมินปัญหาแรกเข้าของนักศึกษาตามขั้นตอนที่กำหนดพบว่า ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้ามีดังนี้

- 1) จำนวนนักศึกษาน้อย
- 2) นักศึกษาแรกเข้ามีความรู้พื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมน้อย
- 3) นักศึกษาแรกเข้ามีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายในการศึกษาต่อ

หลักสูตรจึงได้กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา/ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ ไว้ดังนี้

1) ปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยและน่าสนใจต่อผู้เรียน รวมถึงการประชาสัมพันธ์หลักสูตรในหลากหลายช่องทาง

- 2) จัดให้มีการปรับพื้นฐานเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษา
- 3) แนะนำแหล่งกู้ยืมเงินเพื่อการศึกษา/แหล่งทุนการศึกษาให้เปล่าให้กับนักศึกษา

2. แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา (คน)				
	2569	2570	2571	2572	2573
ชั้นปีที่ 1	25	25	25	25	25
ชั้นปีที่ 2	-	25	25	25	25
ชั้นปีที่ 3	-	-	25	25	25
ชั้นปีที่ 4	-	-	-	25	25
รวม	25	50	75	100	100
คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	25	25

3. งบประมาณตามแผน

3.1 งบประมาณรายรับจากเงินค่าลงทะเบียนของนักศึกษา (หน่วย : บาท)

รายละเอียดรายรับ	ปีงบประมาณ				
	2569	2570	2571	2572	2573
ค่าธรรมเนียมการศึกษา*	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
เงินอุดหนุนจากรัฐบาล	1,965,000	2,021,700	2,080,200	2,140,300	2,202,300
รวมรายรับ	2,365,000	2,421,700	2,480,200	2,540,300	2,602,300

หมายเหตุ: ค่าธรรมเนียมการศึกษา 16,000 บาท/คน/ปี (ไม่รวมค่าธรรมเนียมอื่น ๆ)

3.2 งบประมาณรายจ่าย (หน่วย : บาท)

รายการ*	ร้อยละ	ปีงบประมาณ				
		2569	2570	2571	2572	2573
1. ค่าตอบแทนการสอน	80.86	1,890,000	1,946,700	2,005,200	2,065,300	2,127,300
2. ค่าใช้สอยวัสดุ	14.51	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000
3. ค่าสาธารณูปโภค	1.41	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
4. รายจ่ายอื่น ๆ	3.22	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
รวมทั้งสิ้น	100.00	2,365,000	2,421,700	2,480,200	2,540,300	2,602,300

งบประมาณค่าใช้จ่ายในการผลิตบัณฑิตตลอดหลักสูตร จำนวน 98,072 บาท/คน/ปี ตลอดหลักสูตร (4 ปี)

หมวดที่ 3

ปรัชญา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้

1. ปรัชญาของหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถบูรณาการศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาชุมชนท้องถิ่นและประเทศไทย

2.1 มีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรควบคู่ไปกับเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งด้านเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม

2.2 มีความรู้ที่ทันสมัย สามารถพัฒนาความรู้อย่างสม่ำเสมอ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดเป็นทำเป็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

2.3 สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะการบริหารจัดการและทำงานเป็นทีมที่มีจิตสำนึก และรับผิดชอบต่อตนเอง วิชาชีพ และสังคม

2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตบัณฑิตด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 มีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรควบคู่ไปกับเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งด้านเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม

2.2 มีความรู้ที่ทันสมัย สามารถพัฒนาความรู้อย่างสม่ำเสมอ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดเป็นทำเป็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

2.3 สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะการบริหารจัดการและทำงานเป็นทีมที่มีจิตสำนึก และรับผิดชอบต่อตนเอง วิชาชีพ และสังคม

3. ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร (Program Learning Outcomes; PLOs)

3.1 กระบวนการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้

ในขั้นของการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร ได้มีการดำเนินการเป็นขั้นตอนและกระบวนการที่เป็นระบบดังต่อไปนี้

3.1.1 การกำหนดกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของหลักสูตร ประกอบด้วย

- (1) นักศึกษาปัจจุบัน
- (2) ศิษย์เก่า
- (3) ผู้ใช้บัณฑิต
- (4) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน
- (5) สภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- (6) สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม
- (7) วิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
- (8) วิสัยทัศน์ และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.1.2 กระบวนการและวิธีการรวบรวมข้อมูล

- (1) การสอบถาม
- (2) การสัมภาษณ์

- (3) การประชุมกลุ่มย่อย
- (4) การศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
- (5) การทวนสอบกระบวนการจัดการเรียนการสอน
- (6) บันทึกอาจารย์นิเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพนักศึกษา
- (7) แบบสอบถาม

จากผลที่ได้จากกระบวนการและวิธีการรวบรวมข้อมูลสามารถกำหนดและวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของหลักสูตร ดังนี้

ประเภท	กลุ่ม	ประกอบด้วย	Power/Impact	เครื่องมือและวิธีรวบรวมข้อมูล
ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายใน	อาจารย์	- อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร - อาจารย์ประจำหลักสูตร - อาจารย์ผู้สอน	HP/HI	- การประชุม - การวิเคราะห์ยุทธศาสตร์ชาติ เป้าหมายการพัฒนาประเทศ และยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
	นักศึกษา	- ตัวแทนนักศึกษาปัจจุบัน	HI	- การสัมภาษณ์ - แบบสอบถาม
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	- วิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	HP/HI	- วิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	- วิสัยทัศน์ และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	HP/HI	- วิสัยทัศน์ และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายนอก	สภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	- ข้อบังคับสภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	HP/HI	- ข้อบังคับสภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม	- สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม ประกอบด้วยสาขาเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ และสาขาเทคโนโลยีการเกษตร	HP/HI	- คุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม
	ผู้ใช้บัณฑิต	- บริษัท แปซิฟิค แลบบอราทอรี จำกัด - ฝ่ายช่างสุขาภิบาล กองช่างเทศบาลนครเชียงราย - สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย กรมส่งเสริมการเกษตร - บริษัท สมอล ซีต แอนด์ ชัฟฟลาย จำกัด - ปทุมทองฟาร์ม	LP/HI	- การประชุมกลุ่มย่อย - แบบสอบถาม - การทวนสอบ - นิเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ประเภท	กลุ่ม	ประกอบด้วย	Power/Impact	เครื่องมือและวิธีรวบรวมข้อมูล
	ศิษย์เก่า	- บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม (เดิม)	HP/LI	- การประชุมกลุ่มย่อย - แบบสอบถาม

3.1.3 การจัดการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อสรุปและกำหนดเป็นผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLOs)
1	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน	<ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษามีความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม กฎหมายสิ่งแวดล้อม และจริยธรรมสิ่งแวดล้อมที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ - บัณฑิตมีงานทำที่ตรงกับสายงานเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม - มีความตั้งใจในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ตลอดชีวิต - สามารถสื่อสารกับเพื่อนร่วมงาน และหน่วยงานต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี - สามารถวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ - สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านอื่น ๆ เพื่อใช้ในการทำงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษาประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม - ต้องการให้นักศึกษามีความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม กฎหมายสิ่งแวดล้อม และจริยธรรมสิ่งแวดล้อม - ต้องการให้บัณฑิตมีงานทำตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม - ต้องการให้นักศึกษาสามารถค้นคว้าองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาให้แก่องค์กรและชุมชนได้ - ต้องการให้นักศึกษามีการสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี - มีทักษะในการวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ - ต้องการให้นักศึกษาใช้ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้ 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p> <p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>
2	สภาวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ตามข้อบังคับสภาวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดโดยสภาวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่ง	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษามีทักษะด้านการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์ และการควบคุมมลพิษ 5 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p>

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLOs)
		ได้กำหนดมาตรฐานการประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคุมสาขาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์และการควบคุมมลพิษซึ่งระบุคุณสมบัติของผู้ขอรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคุมสาขาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านวิทยาศาสตร์และการควบคุมมลพิษ พร้อมกับกำหนดหลักเกณฑ์การรับรองหลักสูตรและเนื้อหาวิชาสาขาการควบคุมมลพิษ โดยมี 5 ประเภทย่อย ได้แก่ 1) ผู้ควบคุมมลพิษน้ำ 2) ผู้ควบคุมมลพิษอากาศ 3) ผู้ควบคุมขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล 4) ผู้ควบคุมมลพิษเสียงและความสั่นสะเทือน และ 5) ผู้ควบคุมของเสียอันตราย	ทักษะ ได้แก่ 1) การควบคุมมลพิษน้ำ 2) การควบคุมมลพิษอากาศ 3) การผู้ควบคุมขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล 4) การผู้ควบคุมมลพิษเสียงและความสั่นสะเทือน และ 5) การควบคุมของเสียอันตราย	<p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p> <p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและ สิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p>
3	สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม	ตามสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรมซึ่งมีสาขาเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ และสาขาเทคโนโลยีการเกษตร	- ต้องการให้นักศึกษามีทักษะเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม สาขาเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น อาชีพผู้ปลูกข้าว อาชีพผู้ดูแลข้าว อาชีพผู้เก็บเกี่ยวข้าว อาชีพเกษตรกรเพาะปลูกข้าว อาชีพผู้ปฏิบัติงานด้านการจัดการผลผลิตและการตลาด ปาล์ม น้ำมัน อาชีพผู้ปฏิบัติงานด้านการตลาดผลผลิตยางพาราขั้นต้น อาชีพผู้ปฏิบัติงานด้านระบบการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน อาชีพผู้ตรวจประเมินหลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับอาหาร อาชีพผู้ตรวจแปลงเกษตรอินทรีย์ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม และสาขาเทคโนโลยีการเกษตร	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p> <p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและ สิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p>

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLOs)
4	ผู้ใช้บัณฑิต	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มทักษะที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการให้มากขึ้น - เพิ่มรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาสิ่งแวดล้อม - ใช้งานโปรแกรมสถิติด้านสิ่งแวดล้อมได้ - ประยุกต์ใช้ความรู้กับงานในศาสตร์อื่นได้ - มีความรับผิดชอบ - มีเจตคติเชิงบวก - มีความเชื่อมั่นในตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> - บัณฑิตสามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาในการทำงานได้ - บัณฑิตต้องประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานประกอบการและชุมชนได้ - ต้องการให้มีความรับผิดชอบ มีเจตคติเชิงบวก และความเชื่อมั่นในตนเอง 	<p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>
5	ศิษย์เก่า	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับมาตรฐานสิ่งแวดล้อม มาตรฐานอุตสาหกรรม และการวิเคราะห์คุณภาพดิน รวมทั้งวัสดุวิศวกรรมขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ นักศึกษาสามารถตรวจสอบความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การออกแบบหรือจัดสรรอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงานและมีความปลอดภัย และสามารถเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการจัดซื้อได้ - หลักสูตรเพิ่มรายวิชาด้านพลังงานทดแทน เช่น โซลาร์เซลล์ และเตาชีวมวล และการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย นอกจากนี้ นักศึกษาควรมีการอบรมเกี่ยวกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม มาตรฐานอุตสาหกรรม เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัยในการทำงานเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับการทำงานจริง - ลดรายวิชาที่ไม่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม - ต้องการเพิ่มรายวิชาด้านเทคโนโลยีเกษตร พลังงาน และสิ่งแวดล้อม 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p>

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLOs)
		การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ และระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม		
6	นักศึกษาปัจจุบัน	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการเรียนเป็นชุดวิชาตามความชอบของแต่ละบุคคลเพื่อประยุกต์ใช้ในการทำงานในอนาคต - ต้องการมีทักษะด้านโปรแกรมสื่อดิจิทัลสิ่งแวดล้อม และการสื่อสารหรือการแปลภาษาอังกฤษด้านสิ่งแวดล้อม - ต้องการเนื้อหาในการเรียนการสอนที่ทันสมัยและจำเป็นในการประกอบอาชีพทั้งในหน่วยงานของภาครัฐ และภาคเอกชน - ต้องการเรียนหลักสูตรระยะสั้น เช่น การจัดการสิ่งแวดล้อมโดยประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับเบื้องต้น 	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มชุดวิชาด้านเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อม - ต้องการบูรณาการความรู้ในแต่ละรายวิชาไปสู่การปฏิบัติจริงในสถานประกอบการ - เพิ่มการประยุกต์การใช้งานด้านการรับรู้จากระยะไกลกับการทำงานจริง 	<p>PLO 1 อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>PLO 2 ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ</p> <p>PLO 3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p>
7	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	<ul style="list-style-type: none"> - ผลิตภัณฑ์เป็นนวัตกรรมอาชีพ - ผลิตผลงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ - ให้บริการวิชาการแก่สังคมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในท้องถิ่น - พัฒนามหาวิทยาลัยให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่มีความสุข มีคุณภาพ และมีธรรมาภิบาล 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษามีทักษะและความรู้ในการผลิตและบริหารจัดการด้านการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น - เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในห้องเรียนอย่างสร้างสรรค์พร้อมทั้งสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาที่สอน และส่งเสริมความสุขในการเรียนผ่านกิจกรรมพัฒนานักศึกษา 	<p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>
8	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	องค์กรแห่งการเรียนรู้ บูรณาการความร่วมมือ สรรสร้างนวัตกรรมคุณภาพขับเคลื่อนพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษาเป็นนวัตกรรมอาชีพ - ต้องการให้นักศึกษาทำวิจัยที่มีประโยชน์ต่อชุมชน 	<p>PLO 4 วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ</p> <p>PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม</p>

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/Requirement)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLO)
				PLO 5 แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม

3.2 ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Program Learning Outcomes: PLOs)

PLO 1: อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้

PLO 2: ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

PLO 3: ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

PLO 4: วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ

PLO 5: แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม

4. ความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษา (Year Learning Outcomes: YLOs)

4.1 กระบวนการกำหนดความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษา มีดังนี้

- (1) การวิเคราะห์ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- (2) การวิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร
- (3) การวิเคราะห์ลำดับขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดพัฒนาการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy)
- (4) การวิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษาเรื่องรายละเอียดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565

4.2 ตารางแสดงผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษา (ระบุ YLOs ที่ได้จากข้อ 4.1)

ที่	PLOs	ชั้นปีที่			
		1	2	3	4
1	อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้	- มีความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	- มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	- มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมขั้นพื้นฐาน และขั้นสูงด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้	
2	ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้าน	- มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและ	- มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นฐานใน	- มีทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ขั้นสูงในภาคสนาม	

ที่	PLOs	ชั้นปีที่			
		1	2	3	4
	เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้อย่าง ถูกต้องตามหลัก วิชาการ	อุปกรณ์พื้นฐานด้าน วิทยาศาสตร์ได้	ภาคสนาม โรงงาน อุตสาหกรรม และ ห้องปฏิบัติการด้าน เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้	โรงงานอุตสาหกรรม และห้องปฏิบัติการ ด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้	
3	ประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไข ปัญหา ด้าน การเกษตรและ สิ่งแวดล้อม			- ประยุกต์ใช้งานองค์ ความรู้และทักษะด้าน เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม เช่น การ เรียนรู้ของเครื่อง การ เรียนรู้เชิงลึก ปัญญาประดิษฐ์ใน เทคโนโลยีอัจฉริยะใน งานด้านต่าง ๆ	
4	วิเคราะห์ และ แก้ปัญหาเชิงระบบ ในการบริหารจัดการ การเกษตรและ สิ่งแวดล้อมภายใต้ กฎหมาย และ จริยธรรมวิชาชีพ		- สืบค้น และ ยกตัวอย่างการใช้ เครื่องมือและอุปกรณ์ การใช้งานทาง เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้	- ค้นคว้างานวิจัยและ ยกตัวอย่างการใช้ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่ เหมาะสมกับงาน แต่ ละประเภท	- นำความรู้ด้าน เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมมา ประยุกต์ใช้ในการ ทำงานที่เกี่ยวข้องกับ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้
5	แสดงบทบาทในการ เป็นสมาชิกกลุ่มและ ผู้นำ และทำงาน ร่วมกับผู้อื่นอย่างมี ความรับผิดชอบต่อ สังคม	- มีการสื่อสารที่ เหมาะสมและกล้า แสดงออก - มีความรับผิดชอบ ต่อตนเองและสังคม	- มีความรับผิดชอบ ต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	- สามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่นและ ทำงานเป็นทีมได้	- ความเป็นผู้นำ กล้าตัดสินใจ และ แก้ไขปัญหาในระยะ ยาวหรือสถานการณ์ เฉพาะหน้าได้

4.3 ตารางแสดงการเชื่อมโยงผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs) กับความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษา (YLOs)

YLOs	PLO1	PLO2	PLO3	PLO4	PLO5
YLO 1	✓	✓			✓
YLO 2	✓	✓		✓	✓
YLO 3	✓	✓	✓	✓	✓
YLO 4				✓	✓

4.4 ตารางจำแนกความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังกับองค์ประกอบการเรียนรู้ของ Bloom*

ที่	Bloom's Taxonomy															
	Cognitive Domain (Knowledge)						Affective Domain (Attitude)					Psychomotor Domain (Skills)				
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	A1	A2	A3	A4	A5	S1	S2	S3	S4	S5
PLO1		✓											✓			
PLO2		✓											✓			
PLO3			✓											✓		
PLO4				✓												
PLO5										✓						

4.5 ตารางอธิบายระดับผลลัพธ์การเรียนรู้แต่ละด้านของบลูม

Level	Cognitive Domain: K	Affective Domain: A	Psycho-motor Domain: S
1	Remember	Receiving	Imitation
2	Understand	Responding	Manipulation
3	Apply	Valuing	Precision
4	Analyze	Organization	Articulation
5	Evaluate	Characterization	Naturalization
6	Create	-	-

4.6 ตารางแสดงความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงระหว่างวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง

ที่	วัตถุประสงค์ของหลักสูตร	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร(PLOs)				
		1	2	3	4	5
1	มีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรควบคู่ไปกับเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งด้านเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม	✓	✓	✓		
2	มีความรู้ที่ทันสมัย สามารถพัฒนาความรู้อย่างสม่ำเสมอ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดเป็นทำเป็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ			✓	✓	
3	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะการบริหารจัดการและทำงานเป็นทีมที่มีจิตสำนึก และรับผิดชอบต่อตนเอง วิชาชีพ และสังคม					✓

4.7 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร (PLOs) และความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)

PLOs	Stakeholders							
	นักศึกษาปัจจุบัน	ศิษย์เก่า	ผู้ใช้บัณฑิต	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร/อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ผู้สอน	สภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
1	✓	✓		✓	✓	✓		
2	✓	✓		✓	✓	✓		
3	✓		✓	✓	✓	✓		
4			✓	✓	✓	✓	✓	✓
5			✓	✓			✓	✓

4.8 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร (PLOs) และรายละเอียดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565

PLOs	ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565			
	ความรู้ (Specific)	ทักษะ (Specific)	จริยธรรม (Generic)	ลักษณะบุคคล (Specific & Generic)
PLO1	✓	✓		
PLO2	✓	✓		
PLO3	✓	✓		
PLO4	✓	✓	✓	
PLO5			✓	✓

หมวดที่ 4

โครงสร้างของหลักสูตรและรายวิชา

1. กระบวนการออกแบบโครงสร้างหลักสูตรและรายวิชา

เพื่อให้หลักสูตรสามารถพัฒนาบัณฑิตให้เป็นผู้มีคุณลักษณะพึงประสงค์สอดคล้องกับปรัชญาและวัตถุประสงค์หลักสูตร และผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs) หลักสูตรได้มีการดำเนินการออกแบบโครงสร้างหลักสูตรและรายวิชา ดังนี้

(1) การวางแผนโดยกำหนดขอบข่ายเนื้อหาที่จะสามารถทำให้บรรลุปรัชญา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ (PLOs)

(2) การดำเนินการ โดยการดำเนินการออกแบบโครงสร้างหลักสูตรและรายวิชา ดำเนินการโดยวิธีการสำรวจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของหลักสูตร (Stakeholders Needs Assessment) อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การกำหนดกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและวิเคราะห์กลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องกับแต่ละมิติ เช่น กลุ่มผู้ใช้บัณฑิต กลุ่มศิษย์เก่า กลุ่มนักศึกษาปัจจุบัน กลุ่มอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน องค์กรและหรือหน่วยงานวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง เกณฑ์มาตรฐานวิชาการและวิชาชีพที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ และนำมาวิเคราะห์ส่วนที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันโดยตรงโดยจัดลำดับความสัมพันธ์และความใกล้เคียงในลักษณะของความสำคัญก่อน-หลัง และ มากน้อย (Prioritization) และพิจารณาปรัชญา วัตถุประสงค์ของหลักสูตร ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร และผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดปีการศึกษา

ที่	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/ Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/ Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLOs)	รายวิชาที่ตอบสนองต่อ PLOs & YLOs
1	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน	<ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษามีความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม กฎหมาย สิ่งแวดล้อม และจริยธรรมสิ่งแวดล้อมที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ - บัณฑิตมีงานทำที่ตรงกับสายงานเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม - มีความตั้งใจในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ตลอดชีวิต - สามารถสื่อสารกับเพื่อนร่วมงาน และหน่วยงานต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษาประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม - ต้องการให้นักศึกษามีความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม กฎหมาย สิ่งแวดล้อม และจริยธรรมสิ่งแวดล้อม - ต้องการให้บัณฑิตมีงานทำตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานด้าน 	<ul style="list-style-type: none"> PLO1 PLO2 PLO3 PLO4 PLO5 	<ul style="list-style-type: none"> AET2107 กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดกา ร เกษ ทร สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน AET3103 ก า ร ควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำในระบบเกษตร สิ่ง แวด ล้ อ ม AET3104 ก า ร ควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศในระบบเกษตรสิ่งแวดล้ อ ม AET3105 ก า ร ควบคุมและการ

ร.น.	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/ Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/ Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่ตอบสนองต่อ ความต้องการ (PLOs)	รายวิชาที่ตอบสนอง ต่อ PLOs & YLOs
		<ul style="list-style-type: none"> - สามารถวิเคราะห์ และ แก้ไข ปัญหา สิ่งแวดล้อมได้ - สามารถประยุกต์ใช้ ความรู้ด้านอื่น ๆ เพื่อ ใช้ในการทำงานด้าน เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมได้ 	<p>เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษา สามารถค้นคว้าองค์ ความรู้ใหม่ได้ด้วย ตนเองเพื่อใช้ในการ แก้ปัญหาให้แก่องค์กร และชุมชนได้ - ต้องการให้นักศึกษา มีการสื่อสารกับผู้อื่น ได้เป็นอย่างดี - มีทักษะในการ วิเคราะห์ และ แก้ไข ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ - ต้องการให้นักศึกษา ใช้ความรู้พื้นฐานด้าน เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมร่วมกับ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไป ประยุกต์ใช้ในการ ทำงานได้ 		<p>จัดการของเสีย อันตรายในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม AET4102 สัมมนา ทางเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม AET4103 โครงการ วิจัยทางเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม AET4202 การฝึก ประสบการณ์วิชาชีพ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม</p>
2	สภาวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ตามข้อบังคับสภา วิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดโดยสภา วิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งได้ กำหนดมาตรฐานการ ประกอบวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคุม สาขาการวิเคราะห์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านวิทยาศาสตร์และการควบคุมมลพิษซึ่ง ระบุคุณสมบัติของผู้ ขอรับใบอนุญาต ประกอบวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้นักศึกษา มีทักษะด้านการ วิเคราะห์ผลกระทบ สิ่งแวดล้อมด้าน วิทยาศาสตร์และการ ควบคุมมลพิษ 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การ ควบคุมมลพิษน้ำ 2) การควบคุมมลพิษ อากาศ 3) การผู้ ควบคุมขยะมูลฝอย และสิ่งปฏิกูล 4) การผู้ ควบคุมมลพิษเสียง และความสั่นสะเทือน และ 5) การควบคุม ของเสียอันตราย 	PLO1 PLO2 PLO3	AET3103 การ ควบคุมและการ จัดการมลพิษทางน้ำ ในระบบเกษตร สิ่งแวดล้อม AET3104 การ ควบคุมและการ จัดการมลพิษทาง อากาศในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม AET3105 การ ควบคุมและการ จัดการของเสีย อันตรายในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม

ร.น.	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/ Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/ Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่ตอบสนองต่อ ความต้องการ (PLOs)	รายวิชาที่ตอบสนอง ต่อ PLOs & YLOs
		เทคโนโลยีควบคุม สาขาการวิเคราะห์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านวิทยาศาสตร์และการควบคุมมลพิษ พร้อมกับกำหนด หลักเกณฑ์การรับรอง หลักสูตร และ เนื้อหาวิชาสาขาการ ควบคุมมลพิษโดยมี 5 ประเภทย่อย ได้แก่ 1) ผู้ควบคุมมลพิษน้ำ 2) ผู้ควบคุมมลพิษ อากาศ 3) ผู้ควบคุม ขยะมูลฝอยและสิ่ง ปฏิกูล 4) ผู้ควบคุม มลพิษเสียงและความ สั่นสะเทือน และ 5) ผู้ ควบคุมของเสีย อันตราย			
3	สถาบันคุณวุฒิ วิชาชีพ สาขา วิชาชีพเกษตรกรรม	ตามสถาบันคุณวุฒิ วิชาชีพ สาขาวิชาชีพ เกษตรกรรมซึ่งมีสาขา เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ และ สาขา เทคโนโลยีการเกษตร	- ต้องการให้นักศึกษามีทักษะเพื่อใช้ในการ ประกอบอาชีพด้าน เกษตร กรรม สาขา เพาะ ปลูก พืช เศรษฐกิจ เช่น อาชีพผู้ ปลูกข้าว อาชีพผู้ดูแล ข้าว อาชีพผู้เก็บเกี่ยว ข้าว อาชีพเกษตรกร เพาะปลูกข้าว อาชีพ ผู้ปฏิบัติงานด้านการ จัดการผลผลิตและ การตลาดปาล์มน้ำมัน อาชีพผู้ปฏิบัติ งาน ด้านการตลาดผล ผลิต ยางพาราขั้นต้น อาชีพ ผู้ปฏิบัติงานด้านระบบ การ จัด การ สว น ยางพาราอย่างยั่งยืน	PLO1 PLO2 PLO4 PLO5	AET2103 เทคโนโลยี เครื่องจักรกลเกษตร และสิ่งแวดล้อม AET2104 เทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยว เพื่อความยั่งยืน AET2115 การสร้าง ผู้นำและเครือข่าย เพื่อ การ พัฒนา เกษตรสิ่งแวดล้อม

ร.น.	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/ Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/ Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่ตอบสนองต่อ ความต้องการ (PLOs)	รายวิชาที่ตอบสนอง ต่อ PLOs & YLOs
			<p>อาชีพผู้ตรวจประเมินหลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับอาหาร (GAP สำหรับพืชอาหาร) อาชีพผู้ตรวจแปลงเกษตรอินทรีย์ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม (PGS สำหรับพืชอาหาร) และสาขาเทคโนโลยี การเกษตร เช่น อาชีพนักเทคโนโลยีการจัดการ การเกษตร อาชีพนักส่งเสริมการเกษตร และอาชีพผู้ประกอบการเกษตร</p>		
4	ผู้ใช้บัณฑิต	<ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มทักษะที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการให้มากขึ้น - เพิ่มรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาสิ่งแวดล้อม - ใช้งานโปรแกรมสถิติด้านสิ่งแวดล้อมได้ - ประยุกต์ใช้ความรู้กับงานในศาสตร์อื่นได้ - มีความรับผิดชอบ - มีเจตคติเชิงบวก - มีความเชื่อมั่นในตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> - บัณฑิตสามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาในการทำงานได้ - บัณฑิตต้องประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานประกอบการและชุมชนได้ - ต้องการให้มีความรับผิดชอบ มีเจตคติเชิงบวก และความเชื่อมั่นในตนเอง 	PLO2 PLO3 PLO4 PLO5	AET4102 สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม AET4103 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม AET4202 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
5	ศิษย์เก่า	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับมาตรฐานสิ่งแวดล้อม มาตรฐานอุตสาหกรรม และการวิเคราะห์คุณภาพดิน 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม มาตรฐานอุตสาหกรรม เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัยในการทำงานเพื่อ 	PLO1 PLO2 PLO3	AET2106 เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน AET3103 การควบคุม และการจัดการมลพิษทางน้ำ

ร.น.	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/ Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/ Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (PLOs)	รายวิชาที่ตอบสนองต่อ PLOs & YLOs
		<p>รวมทั้งวิศวกรรมการขึ้นพื้นฐาน เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ ตรวจสอบ ความเหมาะสมของวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ อยู่ใน ปัจจุบัน การออกแบบ หรือจัดสรรอุปกรณ์ให้ เหมาะสมกับงานและ มีความปลอดภัย และสามารถเปรียบเทียบ ความคุ้มค่าในการ จัดซื้อได้</p> <p>- หลัก สูตร เพิ่ม รายวิชาด้านพลังงาน ทดแทน เช่น โซลาร์ เซลล์ และเตาชีวมวล และ การ พัฒนา โครงการลดก๊าซเรือน กระจกภาคสมัครใจ ตาม มา ต ร ร ฐ า น ป ร ะ เ ท ศ ไ ท ย นอกจากนี้ นักศึกษา ควรมี การ อบรม เกี่ยวกับการประเมิน คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ขององค์กร การ ประเมินคาร์บอนฟุต พริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ และระบบการจัดการ สิ่งแวดล้อม</p>	<p>ประยุกต์ใช้สำหรับการ ทำงานจริง</p> <p>- ผลิตวิชาที่ไม่จำเป็นต่อ การประกอบอาชีพ ด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม</p> <p>- เพิ่มรายวิชาด้าน เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม และ พลังงาน</p>		<p>ใน ระบบ เกษตร สิ่งแวดล้อม</p> <p>AET3104 การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศ</p> <p>ใน ระบบ เกษตร สิ่งแวดล้อม</p> <p>AET3105 การควบคุมและการจัดการของเสียอันตราย</p> <p>ใน ระบบ เกษตร สิ่งแวดล้อม</p>
6	นักศึกษาปัจจุบัน	<p>- ต้องการเรียนเป็นชุด วิชา (Module) ตาม ความชอบของแต่ละ บุคคลเพื่อประยุกต์ใช้ ในการ ทำงาน ใน อนาคต</p> <p>- ต้องการมีทักษะด้าน โปรแกรมสถิติด้าน</p>	<p>- เพิ่มชุดวิชาด้าน เทคโนโลยีเกษตรและ สิ่งแวดล้อม</p> <p>- บูรณาการความรู้ใน แต่ละรายวิชาไปสู่การ ปฏิบัติจริงในสถาน ประกอบการ</p>	PLO1 PLO2 PLO3	<p>AET2101 หลักการ ทาง เทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p>AET3109 การ ประมวลผลภาพ ดิจิทัลเพื่อการจัดการ สิ่งแวดล้อมอย่าง ยั่งยืน</p>

ร.น.	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/ Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/ Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่ตอบสนองต่อ ความต้องการ (PLOs)	รายวิชาที่ตอบสนอง ต่อ PLOs & YLOs
		<p>สิ่งแวดล้อม และการสื่อสาร หรือ การแปลภาษาอังกฤษด้านสิ่งแวดล้อม</p> <p>- ต้องการเนื้อหาในการเรียนการสอนที่ทันสมัยและจำเป็นในการประกอบอาชีพทั้งในหน่วยงานของภาครัฐ และภาคเอกชน</p> <p>- ต้องการเรียนหลักสูตรระยะสั้นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการสิ่งแวดล้อมโดยประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับเบื้องต้น</p>	<p>- เพิ่มการประยุกต์การใช้งานด้านการรับรู้จากระยะไกลกับการทำงานจริง</p>		
7	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	<p>- ผลิตบัณฑิตเป็นนวัตกรรมมืออาชีพ</p> <p>- ผลิตผลงานวิจัยและงานสร้างสรรค์</p> <p>- ให้บริการวิชาการแก่สังคม เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในท้องถิ่น</p> <p>- พัฒนามหาวิทยาลัยให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่มีความสุข มีคุณภาพ และมีธรรมาภิบาล</p>	<p>- ต้องการให้นักศึกษามีทักษะและความรู้ในการผลิตและบริหารจัดการด้านการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น</p> <p>- เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในห้องเรียนอย่างสร้างสรรค์พร้อมทั้งสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมในเนื้อหาที่สอน และส่งเสริมความสุขในการเรียนผ่านกิจกรรมพัฒนานักศึกษา</p>	PLO1 PLO2 PLO3 PLO4 PLO5	AET3102 เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน AET4202 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
8	วิสัยทัศน์ และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	องค์กรแห่งการเรียนรู้บูรณาการความร่วมมือ สรรสร้างนวัตกรรม	- ต้องการให้นักศึกษาเป็นนวัตกรรมมืออาชีพ	PLO1 PLO2 PLO3	AET3102 เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและ

ร.บ.	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders)	ความต้องการ (Needs/ Requirements)	สรุปความต้องการ (Sum up Needs/ Requirements)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่ตอบสนองต่อ ความต้องการ (PLOs)	รายวิชาที่ตอบสนอง ต่อ PLOs & YLOs
	โลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย	กรคุณภาพขับเคลื่อน พัฒนาท้องถิ่นอย่าง ยั่งยืน	- ต้องการให้นักศึกษา ทำวิจัยที่มีประโยชน์ ต่อชุมชน	PLO4 PLO5	ระบบการผลิตอย่าง ยั่งยืน AET4202 การฝึก ประสบการณ์วิชาชีพ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม

(3) การตรวจสอบ โดยการประชุมกรรมการบริหารหลักสูตร อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน รวมทั้งการทวนสอบกับผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ เพื่อประเมินความสอดคล้องของ เนื้อหารายวิชากับปรัชญา วัตถุประสงค์ และ PLOs ของหลักสูตร

(4) การปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อหารายวิชาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบ

2. หลักสูตรและแผนการศึกษา

2.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

หน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 122 หน่วยกิต

2.2 โครงสร้างหลักสูตร

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ให้เรียนไม่น้อยกว่า 24 หน่วยกิต
ประกอบด้วยกลุ่มวิชา ดังต่อไปนี้

1) กลุ่มวิชาบังคับเรียน ให้เรียน 12 หน่วยกิต

2) กลุ่มวิชาเลือกเรียน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

ข. หมวดวิชาเฉพาะ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 85 หน่วยกิต
ประกอบด้วยกลุ่มวิชาดังต่อไปนี้

1) กลุ่มวิชาแกน ให้เรียน 24 หน่วยกิต

2) กลุ่มวิชาบังคับ ให้เรียน 49 หน่วยกิต

3) กลุ่มวิชาเลือก ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

ค. หมวดวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจศึกษา 7 หน่วยกิต

ง. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต

2.3 รายวิชา

ความหมายของเลขรหัสที่ใช้ในหลักสูตร

รหัสวิชาตามหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ตัวอักษร AET ย่อมาจากคำว่า Agro-Environmental Technology หมายถึง วิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม

เลขตัวที่ 1 บ่งบอกถึงระดับความยากง่ายหรือชั้นปี

เลขตัวที่ 2 บ่งบอกถึงลักษณะเนื้อหาวิชา

เลขตัวที่ 3 และ 4 บ่งบอกถึงลำดับก่อนหลังของวิชา



ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ให้เรียนไม่น้อยกว่า 24 หน่วยกิต ดังนี้

1) กลุ่มวิชาบังคับเรียน ให้เรียน 12 หน่วยกิต

รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
GECRRU101	เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends	3(3-0-6)
GECRRU102	การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management	3(3-0-6)
GECRRU103	พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen	3(3-0-6)
GECRRU104	ภาษาอังกฤษสุดปัง Lit Up English	3(3-0-6)

2) กลุ่มวิชาวิชาเลือกเรียน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
GECRRU201	กฎหมายรู้แล้วรอด Law Survivor	3(3-0-6)
GECRRU202	ฉลาดวิทย์ Smart Science Literacy	3(3-0-6)
GECRRU203	พาเธอไปดูดาว Stargaze with Me	3(3-0-6)
GECRRU204	ผู้ประกอบการมือใหม่ยุคดิจิทัล New Entrepreneur in Digital Age	3(3-0-6)
GECRRU205	รู้ทันสื่อ Media Literacy	3(3-0-6)
GECRRU206	รสนิยมศิลป์ Artistic Taste	3(3-0-6)
GECRRU207	วัฒนธรรมสร้างสรรค์ Creative Culture	3(3-0-6)
GECRRU208	เชียงใหม่ศึกษา Chiang Rai Studies	3(3-0-6)
GECRRU209	ออกแบบรัก Love Design	3(3-0-6)
GECRRU210	ปฐมพยาบาลทำเองได้ First Aid	3(3-0-6)
GECRRU211	ภาษาไทยในชีวิตประจำวัน Thai in Daily Life	3(3-0-6)
GECRRU212	รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนมังกร Know the Language and Culture of the Dragon Land	3(3-0-6)

รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
GECRRU213	รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนซากุระ Know the Language and Culture of the Sakura Land	3(3-0-6)
GECRRU214	รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนกิมจิ Know the Language and Culture of the Kimchi Land	3(3-0-6)
GECRRU215	มหัศจรรย์ท่องเที่ยวไทย Amazing Thailand	3(3-0-6)
GECRRU216	การเป็นเจ้าบ้านที่ดี Be My Guest	3(3-0-6)
GECRRU217	เสน่ห์แห่งการบริการ Charm of Service	3(3-0-6)
GECRRU218	เที่ยวหยุดโรค Tourism Therapy	3(3-0-6)
GECRRU219	เกมเพื่อชีวิต Games for Life	3(3-0-6)
GECRRU220	เจ้าของแบรนด์ผลิตภัณฑ์สุขภาพและความงาม Brand Ownership of Health and Beauty Products	3(3-0-6)
GECRRU221	นันทนาการ ค่ายพักแรม Recreation and Camping	3(3-0-6)
GECRRU222	แผนที่ชีวิต Life Map	3(3-0-6)
GECRRU223	สมาธิเพื่อพัฒนาชีวิต Meditation for Life Development	3(3-0-6)
GECRRU224	มารยาทการเข้าสังคม Social Etiquette	3(3-0-6)
GECRRU225	สุขภาพดีด้วยสมุนไพรและการแพทย์ไทย Healthy with Thai Herbs and Medicine	3(3-0-6)
GECRRU226	ศิลปะการใช้ชีวิต Art of Living	3(3-0-6)
GECRRU227	ศาสตร์แห่งความเป็นผู้นำ The Science of Leadership	3(3-0-6)
GECRRU228	รู้แล้วรอด How to Survive	3(3-0-6)
GECRRU229	ปรับห้องตามฮวงจุ้ย เปลี่ยนชีวิตให้สุดปัง Feng Shui Adjustment for Enhancement Life Prosperity	3(3-0-6)

ข. หมวดวิชาเฉพาะ

1) กลุ่มวิชาแกน ให้เรียน 24 หน่วยกิต

(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
AET1101	ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Biology and laboratory	3(2-2-5)
AET1102	เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Chemistry and laboratory	3(2-2-5)
AET1103	ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Physics and laboratory	3(2-2-5)
AET1104	คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน Foundation of Mathematics and Statistics	3(3-0-6)

(2) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
AET1105	เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro-Environmental Technology	3(2-2-5)
AET1106	เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro-Environmental Technology	3(2-2-5)
AET1107	ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Biochemistry for Agro-Environmental Technology	3(2-2-5)
AET3101	พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology	3(2-2-5)

2) กลุ่มวิชาบังคับ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 49 หน่วยกิต

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
AET2101	หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Principle of Agro-Environmental Technology	3(2-2-5)
AET2102	นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร Ecology and Agroecology	3(2-2-5)
AET2103	เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อม Agricultural and Environmental Machinery Technology	3(3-0-6)
AET2104	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน Sustainable Postharvest Technology	3(3-0-6)
AET2105	การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบชลประทานเพื่อเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Resource and Irrigation Management for Agro-Environmental Systems	3(3-0-6)

AET2106	เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน Green Technology for Sustainability	3(3-0-6)
AET2107	กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Laws, Policies, and Ethics for Sustainable Agro-Environmental Management	3(3-0-6)
AET2108	การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Agro-Environmental System and Technology Management	3(3-0-6)
AET3102	เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน Smart Agriculture and Sustainable Production Systems	3(2-2-5)
AET3103	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)
AET3104	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Air Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)
AET3105	การควบคุมและการจัดการของเสียอันตรายในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Hazardous Waste Management and Control in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)
AET3106	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Geoinformatics for Sustainable environmental management	3(2-2-5)
AET3107	การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมเกษตร Management System and Environment in Agro-Industry	3(2-2-5)
AET4101	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3(3-0-6)
AET4102	สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Seminar in Agro-Environmental Technology	1(0-2-1)
AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology	3(0-6-3)

3) กลุ่มวิชาเลือก ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางเทคโนโลยีเกษตร

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
AET2112	เทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน Soilless Plant Production Technology	3(2-2-5)
AET3110	เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน Environmental Economics for Sustainable Agriculture	3(3-0-6)
AET3111	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Quality Analysis for Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)

AET3115	อุตุนิยมวิทยาเพื่อการวางแผนการเกษตรสิ่งแวดล้อม Meteorology for Agro-Environmental Planning	3(3-0-6)
AET3118	เทคโนโลยีทำแห้งและการเก็บรักษาผลิตผลเกษตรเพื่อความยั่งยืน Drying and Storage Technology for Agricultural Commodities for Sustainability	3(3-0-6)
AET3119	หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช Principles and Techniques of Plant Tissue Culture	3(2-2-5)
AET3123	การผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม Safe and Environmentally-Friendly Agricultural Production	3(3-0-6)
(2) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม		
AET2109	การควบคุมและการจัดการมลพิษเสียงและการสั่นสะเทือนในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Noise and Vibration Management and Control in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)
AET3108	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Sustainable Agro-Environmental Remediation Technology	3(2-2-5)
(3) กลุ่มวิชาเกษตรอัจฉริยะ		
AET3109	การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Digital Image Processing for Sustainable Environmental Management	3(2-2-5)
AET3117	การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อการศึกษาเกษตรสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ Using Smartphone Applications for Spatial Agro-Environmental Studies	3(2-2-5)
(4) กลุ่มวิชาการจัดการระบบเกษตรและสิ่งแวดล้อม		
AET2110	การจัดการป่าชุมชนและวนเกษตรอินทรีย์ Community Forest Management and Organic Agroforestry	3(3-0-6)
AET2111	การบริหารจัดการฟาร์มอย่างยั่งยืน Sustainable Farm Management	3(3-0-6)
AET2113	การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Environment and Natural Resource Management	3(2-2-5)
AET2114	การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Sustainable Environmental Development	3(3-0-6)
AET2115	การสร้างผู้นำและเครือข่ายเพื่อการพัฒนาเกษตรสิ่งแวดล้อม Leadership and Networking for Agro-Environmental Development	3(2-2-5)
AET3112	หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อม Principles of Environmental Health	3(3-0-6)
AET3113	อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน Occupational Health and Safety	3(3-0-6)

AET3114	การสำรวจและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการเกษตร Environmental Quality Survey and Monitoring for Agricultural Management	3(2-2-5)
AET3116	วิทยาศาสตร์การดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทางสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Science of Diving for Sustainable Environmental Survey and Research	3(2-2-5)
AET3121	การส่งเสริมและสื่อสารการเกษตร Extension and Communication for Agriculture	3(2-2-5)
AET3122	การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานการเกษตร Logistics and Supply Chain Management in Agriculture	3(2-2-5)
AET3124	การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบการผลิตทางเกษตรและสิ่งแวดล้อม Life Cycle Assessment of Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)
AET3125	การประเมินคาร์บอนในระบบเกษตรและสิ่งแวดล้อม Carbon Assessment in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)
AET4104	การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม Environmental Risk Assessment	3(3-0-6)

ค. หมวดวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจศึกษา 7 หน่วยกิต

ให้เลือกฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษากลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
AET4201	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology	2(90)
AET4202	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Field Experience in Agro-Environmental Technology	5(225)
หรือ		
รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
AET4203	สหกิจศึกษา Co-operative Education	7(315)

ง. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต

ให้นักศึกษาเลือกเรียนจากรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย ที่ไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้วและไม่ใช่อายวิชาที่กำหนดให้เรียน

2.4 แผนการศึกษา

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
ศึกษาทั่วไป (บังคับ)	CRRUGEN101	เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends	3	3	0	6
วิชาแกน	AET1101	ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Biology and laboratory	3	2	2	5
วิชาแกน	AET1102	เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Chemistry and laboratory	3	2	2	5
วิชาแกน	AET1103	ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Physics and laboratory	3	2	2	5
วิชาแกน	AET1104	คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน Foundation of Mathematics and Statistics	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET2101	หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Principle of Agro-Environmental Technology	3	2	2	5
รวม			18	14	8	32
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54			

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
ศึกษาทั่วไป (บังคับ)	CRRUGEN102	การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management	3	3	0	6
ศึกษาทั่วไป (บังคับ)	GECRRU103	พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen	3	3	0	6
วิชาแกน	AET1105	เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro-Environmental Technology	3	2	2	5
วิชาแกน	AET1106	เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro-Environmental Technology	3	2	2	5
วิชาแกน	AET1107	ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Biochemistry for Agro-Environmental Technology	3	2	2	5
วิชาบังคับ	AET2102	นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร Ecology and Agroecology	3	2	2	5
รวม			18	14	8	32
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54			

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
ศึกษาทั่วไป (บังคับ)	GECRRU104	ภาษาอังกฤษสุดปัง Lit Up English	3	3	0	6
ศึกษาทั่วไป (เลือก)	CRRUGENXXX		3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET2103	เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อม Agricultural and Environmental Machinery Technology	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET2107	กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดการ เกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Laws, Policies, and Ethics for Sustainable Agro-Environmental Management	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET3103	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม Water Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems	3	2	2	5
วิชาบังคับ	AET3104	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศใน ระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Air Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems	3	2	2	5
รวม			18	16	4	34
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54			

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
ศึกษาทั่วไป (เลือก)	CRRUGENXXX		3	3	0	6
ศึกษาทั่วไป (เลือก)	CRRUGENXXX		3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET2106	เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน Green Technology for Sustainability	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET3105	การควบคุมและการจัดการของเสียอันตรายใน ระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Hazardous Waste Management and Control in Agro-Environmental Systems	3	2	2	5
วิชาบังคับ	AET3107	การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรม เกษตร Management System and Environment in Agro-Industry	3	2	2	5
วิชาเลือก	AETxxxx		3	3	0	6
รวม			18	16	4	34
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54			

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
ศึกษาทั่วไป (เลือก)	CRRUGENXXX		3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET2104	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน Sustainable Postharvest Technology	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET2108	การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Agro-Environmental System and Technology Management	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET3106	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน Geoinformatics for Sustainable environmental management	3	2	2	5
วิชาเลือก	AETxxxx		3	2	2	5
วิชาเลือก	AETxxxx		3	2	2	5
รวม			18	15	6	33
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			54			

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
วิชาแกน	AET3101	พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology	3	2	2	5
วิชาบังคับ	AET2105	การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบชลประทานเพื่อ เกษตรสิ่งแวดล้อม Water Resource and Irrigation Management for Agro-Environmental Systems	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET3102	เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่าง ยั่งยืน Smart Agriculture and Sustainable Production Systems	3	2	2	5
วิชาบังคับ	AET4101	การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3	3	0	6
วิชาบังคับ	AET4102	สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Seminar in Agro-Environmental Technology	1	0	2	1
วิชาเลือก	AETxxxx		3	2	2	5
รวม			16	12	8	28
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			48			

กลุ่มที่ 1 เลือกแผนฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
วิชาบังคับ	AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology	3	0	6	3
วิชาเลือกเสรี	xxxx		3	2	2	5
วิชาเลือกเสรี	xxxx		3	2	2	5
ฝึกประสบการณ์ วิชาชีพ	AET4201	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology	2	-	90	-
รวม			11	4	100	13
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			117			

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
ฝึกประสบการณ์ วิชาชีพ	AET4202	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Field Experience in Agro-Environmental Technology	5	-	225	-
รวม			5	-	225	-
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			225			

กลุ่มที่ 2 เลือกแผนสหกิจศึกษา

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
วิชาบังคับ	AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology	3	0	6	3
วิชาเลือกเสรี	xxxx		3	2	2	5
วิชาเลือกเสรี	xxxx		3	2	2	5
รวม			9	4	10	13
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			27			

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2						
หมวดวิชา	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง
ฝึกประสบการณ์ วิชาชีพ	AET4203	สหกิจศึกษา Co-operative Education	7	-	315	-
รวม			7	-	315	-
จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์			315			

3. คำอธิบายรายวิชา

ระบุไว้ในภาคผนวก ก

4. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

4.1 การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565 (หมวดวิชาศึกษาทั่วไป)

การพัฒนาผลการเรียนรู้แต่ละด้านในรายวิชาหมวดวิชาศึกษาทั่วไป กำหนดผลการเรียนรู้ (Learning Outcomes) 4 ด้าน ดังนี้

ด้าน	มาตรฐานผลการเรียนรู้	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้
ความรู้	<p>1) มีความเข้าใจแนวคิด หลักการ ทฤษฎีด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาศาสตร์</p> <p>2) สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์และนำความรู้ด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ภาษาศาสตร์ไปปรับใช้ในการศึกษาสำหรับดำรงชีวิตในยุคดิจิทัล</p> <p>3) สามารถบูรณาการความรู้ด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ภาษาศาสตร์ นำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนและนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน</p>	<p>1) ปฏิบัติจริงด้วยฝึกทักษะทางภาษาเพื่อการสื่อสาร ระหว่างบุคคลด้วยการฟัง พูด อ่าน เขียน ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศอย่างเหมาะสม เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ลงมือปฏิบัติจริง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก</p> <p>2) มีกิจกรรมระดมความคิด สัมมนาอภิปรายกลุ่ม เพื่อนำเสนอความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้การแสวงหาความรู้ โดยใช้เทคโนโลยี หรือวิธีการที่หลากหลาย</p> <p>3) จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหากรณีศึกษา งานต่าง ๆ หรือแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นที่หลากหลาย</p> <p>4) ศึกษาและฝึกปฏิบัติจริงในพื้นที่ ด้วยการบริการชุมชน หรือใช้ชุมชนเป็นฐานการเรียนรู้</p> <p>5) จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานทั้งกิจกรรม ในชั้นเรียน นอกชั้นเรียน และออนไลน์</p>	<p>1) การประเมินผลจากการสังเกต พฤติกรรมการเรียน การอภิปราย ทักษะปฏิบัติ</p> <p>2) จากการกำหนดภาระงาน ชิ้นงาน กิจกรรม โครงการต่าง ๆ เพื่อการประเมินความรู้ ทักษะ และ คุณลักษณะที่ต้องการ</p> <p>3) จากการทดสอบย่อยรายหน่วย กลางภาค ปลายภาค หรือ take-home examination</p>

ด้าน	มาตรฐานผลการเรียนรู้	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้
ทักษะ	1) มีความสามารถวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงอย่างเป็นระบบ 2) มีความสามารถในการประเมินข้อมูลแนวคิดและหลักฐานใหม่จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและใช้ข้อมูลที่ได้มาแก้ปัญหา 3) มีการให้เหตุผลและข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1) จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ลงมือปฏิบัติจริง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก 2) ระดมความคิด สัมมนา อภิปรายกลุ่ม เพื่อนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ การแสวงหาความรู้ โดยใช้เทคโนโลยี หรือวิธีการที่หลากหลาย 3) จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหากรณีศึกษาต่าง ๆ หรือแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นที่หลากหลาย 4) จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ทั้งกิจกรรม ในชั้นเรียน นอกชั้นเรียน และออนไลน์	1) การประเมินผลจากการสังเกต พฤติกรรมการเรียน การอภิปราย ทักษะปฏิบัติ 2) จากการกำหนดภาระงาน ชิ้นงาน กิจกรรม โครงการต่าง ๆ เพื่อการประเมินความรู้ ทักษะ และ คุณลักษณะที่ต้องการ 3) จากการทดสอบย่อยรายหน่วย กลางภาค ปลายภาค หรือ take-home examination
จริยธรรม	1) มีความซื่อสัตย์สุจริตและประพฤติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีในสังคม 2) มีวินัยตรงต่อเวลามีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม 3) มีจิตอาสา เสียสละ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อผู้อื่น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	1) จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นและส่งเสริมให้มีการกำหนด หรือสร้างค่านิยมร่วมในกลุ่มนักศึกษา ให้ผู้เรียนเกิดการรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม มีความซื่อสัตย์ สุจริต ประพฤติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีในสังคม 2) ผู้สอนสอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาที่สอนทุกรายวิชา	1) ประเมินจากสัมฤทธิ์ผลการเรียนและการทำกิจกรรมของนักศึกษา เปรียบเทียบกับคำอธิบายประกอบกิจกรรมที่มอบหมาย 2) ประเมินพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษา เช่น การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน การส่งงาน ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม 3) สัมภาษณ์และประเมินจากความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอน

ด้าน	มาตรฐานผลการเรียนรู้	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้
		3) การแสดงออกซึ่งการเป็นแบบอย่างที่ดีของอาจารย์ผู้สอนรู้จักช่วยเหลือผู้อื่น มีความเอื้ออาทรต่อผู้อื่นและสังคม 4) ผู้สอนให้ความสำคัญกับการสร้างวินัย การตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบ ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนใน รายวิชาแบบผสมผสานทั้งกิจกรรมในชั้นเรียน นอกชั้นเรียน และออนไลน์	
ลักษณะบุคคล	1) สามารถสื่อสารกับบุคคลอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้ 2) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและเคารพในความแตกต่างและการปฏิบัติต่อผู้อื่นอย่างเป็นกัลยาณมิตร 3) มีความรับผิดชอบในการทำงาน สามารถทำงานเป็นทีม และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การเรียน การแสวงหาความรู้	1) ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการเรียน การสอนที่เน้นการทำงานเป็นทีม 2) มีการกำหนดหน้าที่และความ รับผิดชอบให้ปฏิบัติ 3) ผู้สอนรายวิชาต่าง ๆ เน้นให้นักศึกษา ได้ตระหนักถึงความสำคัญของ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และ ความสำคัญของความรับผิดชอบ	1) ประเมินผลจากการทำงานเป็นทีม 2) การให้นักศึกษาประเมินตนเองและ ประเมินกันเอง 3) การประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียน

4.2 กลยุทธ์การสอนและกลยุทธ์การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ (PLOs) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

PLOs	รายละเอียด	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมิน
PLO1	ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านภาษา ทักษะชีวิต หลักวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคโนโลยี ดิจิทัล ในการแสวงหา สร้าง และ เผยแพร่ความรู้ใหม่ ผ่านกระบวนการ ทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อการพัฒนา อย่างยั่งยืนทั้งต่อตนเองและสังคมได้ อย่างสร้างสรรค์	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปฏิบัติจริงด้วยฝึกทักษะทางภาษาเพื่อการสื่อสาร ระหว่างบุคคลด้วยการฟัง พูด อ่าน เขียน ทั้งภาษาไทย และภาษาต่างประเทศอย่างเหมาะสม 2. จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานทั้งกิจกรรมใน ชั้นเรียน นอกชั้นเรียน และออนไลน์ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การอภิปราย ทักษะปฏิบัติ 2. จากการกำหนดภาระงาน ชิ้นงาน กิจกรรม โครงการ ต่าง ๆ เพื่อการประเมินความรู้ ทักษะ และ คุณลักษณะ ที่ต้องการ 3. จากการทดสอบย่อยรายหน่วย กลางภาค ปลาย ภาค หรือ take-home examination
PLO2	สามารถใช้ทักษะคิดวิเคราะห์ คิด แก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์และคิดอย่างมี วิจาร์ณญาณ และคุณธรรม ในการ แสวงหาและต่อยอดความรู้ในศาสตร์ ต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต ด้วย ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ลง มือปฏิบัติจริง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก 2. ระดมความคิด สัมมนา อภิปรายกลุ่ม เพื่อนำเสนอ องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ การแสวงหาความรู้ โดยใช้เทคโนโลยี หรือวิธีการที่หลากหลาย 3. จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา กรณีศึกษา งานต่างๆ หรือแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นที่หลากหลาย 4. จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานทั้งกิจกรรม ใน ชั้นเรียน นอกชั้นเรียน และออนไลน์ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การอภิปราย ทักษะปฏิบัติ 2. จากการกำหนดภาระงาน ชิ้นงาน กิจกรรม โครงการ ต่าง ๆ เพื่อการประเมินความรู้ ทักษะ และ คุณลักษณะ ที่ต้องการ 3. จากการทดสอบย่อยรายหน่วย กลางภาค ปลาย ภาค หรือ take-home examination
PLO3	มีความรู้ความเข้าใจในเอกลักษณ์และ ความหลากหลาย ของวัฒนธรรม เพื่อ การธำรง รักษา รับใช้ ปรับเปลี่ยน และพัฒนา ด้วยจิตสำนึกที่รัก ผูกพัน และภาคภูมิใจในท้องถิ่น	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ลง มือปฏิบัติจริง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก 2. ระดมความคิด สัมมนา อภิปรายกลุ่ม เพื่อนำเสนอ องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ การแสวงหาความรู้ โดยใช้เทคโนโลยี หรือวิธีการที่หลากหลาย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การอภิปราย ทักษะปฏิบัติ 2. จากการกำหนดภาระงาน ชิ้นงาน กิจกรรม โครงการ ต่าง ๆ เพื่อการประเมินความรู้ ทักษะ และ คุณลักษณะ ที่ต้องการ

PLOs	รายละเอียด	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมิน
		3. จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด แก้ปัญหา จากสถานการณ์ปัญหา กรณีศึกษา งานต่าง ๆ หรือแหล่ง เรียนรู้ในท้องถิ่นที่หลากหลาย 4. จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานทั้งกิจกรรม ใน ชั้นเรียน นอกชั้นเรียน และออนไลน์	3. จากการทดสอบย่อยรายหน่วย กลางภาค ปลาย ภาค หรือ take-home examination
PLO4	เข้าใจและยอมรับในเอกลักษณ์และ ความหลากหลายของวัฒนธรรม สามารถบูรณาการแนวคิดศาสตร์ พระราชาเพื่อการดำรง รักษา รับผิดชอบต่อเปลี่ยนแปลง พัฒนางานด้านวัฒนธรรม ได้อย่างสร้างสรรค์ รู้คุณค่า และด้วย จิตสำนึกความเป็นพลเมืองที่ดี	1. จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ลงมือปฏิบัติจริง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก 2. ระดมความคิด สัมมนา อภิปรายกลุ่มเพื่อนำเสนอ องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้การแสวงหาความรู้ โดยใช้เทคโนโลยี หรือวิธีการที่หลากหลาย 3. จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด แก้ปัญหา จากสถานการณ์ปัญหา กรณีศึกษา งานต่าง ๆ หรือแหล่ง เรียนรู้ในท้องถิ่นที่หลากหลาย 4. จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานทั้งกิจกรรม ชั้นเรียน นอกชั้นเรียน และออนไลน์	1. การประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การอภิปราย ทักษะปฏิบัติ 2. จากการกำหนดภาระงาน ชิ้นงาน กิจกรรม โครงการ ต่าง ๆ เพื่อการประเมินความรู้ ทักษะ และ คุณลักษณะ ที่ต้องการ 3. จากการทดสอบย่อยรายหน่วย กลางภาค ปลาย ภาค หรือ take-home examination

4.3 แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบผลลัพธ์การเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่คาดหวัง (Program Learning Outcomes (PLOs))			
		PLO1	PLO2	PLO3	PLO4
กลุ่มวิชาบังคับเรียน					
GECRRU101	เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology Trends)	K3	K4	K2	A1
GECRRU102	การจัดการความมั่นคงทางการเงิน (Financial Stability Management)	K3			A1
GECRRU103	พลเมืองอัจฉริยะ (Smart Citizen)	K3			
GECRRU104	ภาษาอังกฤษสุดปัง (Lit Up English)	K3			A1
กลุ่มวิชาเลือกเรียน					
GECRRU201	กฎหมายรู้แล้วรอด (Law Survivor)		K4		
GECRRU202	ฉลาดวิทย์ (Smart Science Literacy)		K4	K2	
GECRRU203	พาเธอไปดูดาว (Stargaze with Me)		K4	K2	
GECRRU204	ผู้ประกอบการมือใหม่ยุคดิจิทัล (New Entrepreneur in Digital Age)	K3	K4		
GECRRU205	รู้ทันสื่อ (Media Literacy)	K3	K4		
GECRRU206	รสนิยมศิลป์ (Artistic Taste)				A1
GECRRU207	วัฒนธรรมสร้างสรรค์ (Creative Culture)		K4	K2	A1
GECRRU208	เชียงรายศึกษา (Chiang Rai Studies)				A1
GECRRU209	ออกแบบรัก (Love Design)		K4		
GECRRU210	ปฐมพยาบาลทำเองได้ (First Aid)			K2	
GECRRU211	ภาษาไทยในชีวิตประจำวัน (Thai in Daily Life)	K3			A1
GECRRU212	รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนมังกร (Know the Language and Culture of the Dragon Land)	K3			A1
GECRRU213	รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนซากุระ (Know the Language and Culture of the Sakura Land)	K3			A1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่คาดหวัง (Program Learning Outcomes (PLOs))			
		PLO1	PLO2	PLO3	PLO4
GECRRU214	รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนกิมจิ (Know the Language and Culture of the Kimchi Land)	K3			A1
GECRRU215	มหัศจรรย์ท่องเที่ยวไทย (Amazing Thailand)	K3			A1
GECRRU216	การเป็นเจ้าบ้านที่ดี (Be My Guest)	K3	K4		
GECRRU217	เสน่ห์แห่งการบริการ (Charm of Service)		K4		A1
GECRRU218	เที่ยวหยุดโรค (Tourism Therapy)		K4	K2	
GECRRU219	เกมเพื่อชีวิต (Games for Life)			K2	
GECRRU220	เจ้าของแบรนด์ผลิตภัณฑ์สุขภาพและความงาม (Brand Ownership of Health and Beauty Products)		K4	K2	
GECRRU221	นันทนาการ ค่ายพักแรม (Recreation and Camping)	K3	K4		A1
GECRRU222	แผนที่ชีวิต (Life Map)	K3			
GECRRU223	สมาธิเพื่อพัฒนาชีวิต (Meditation for Life Development)	K3			
GECRRU224	มารยาทการเข้าสังคม (Social Etiquette)		K4	K2	
GECRRU225	สุขภาพดีด้วยสมุนไพรและการแพทย์ไทย (Healthy with Thai Herbs and Medicine)		K4	K2	
GECRRU226	ศิลปะการใช้ชีวิต (Art of Living)	K3			
GECRRU227	ศาสตร์แห่งความเป็นผู้นำ (The Science of Leadership)		K4		
GECRRU228	รู้แล้วรอด (How to Survive)			K2	
GECRRU229	ปรับห้องตามฮวงจุ้ย เปลี่ยนชีวิตให้สุดปัง (Feng Shui Adjustment for Enhancement Life Prosperity)		K4		A1

5. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน (หมวดวิชาเฉพาะด้าน)

5.1 การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565 หมวดวิชาเฉพาะด้าน

ด้าน	มาตรฐานผลการเรียนรู้	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้
ความรู้	<ol style="list-style-type: none"> 1) มีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม 2) มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่สำคัญและจำเป็นสำหรับงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 3) มีความรู้ในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 4) มีความรู้เกี่ยวกับความสำคัญและความจำเป็นของจริยธรรมและจรรยาบรรณสำหรับงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 	<ol style="list-style-type: none"> 1) การบรรยาย (Lecture) 2) การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) 3) การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) 4) การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) การสอบข้อเขียน 2) การสอบปฏิบัติ 3) การสอบนำเสนอ
ทักษะ	<ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม 2) สามารถเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่สำคัญและจำเป็นสำหรับงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 3) สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ 	<ol style="list-style-type: none"> 1) การบรรยาย (Lecture) 2) การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) 3) การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) 4) การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) การสอบข้อเขียน 2) การสอบปฏิบัติ 3) การสังเกตพฤติกรรม
จริยธรรม	<ol style="list-style-type: none"> 1) รับผิดชอบต่อตัวเองและสังคม 2) ปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมภายใต้จริยธรรม จรรยาบรรณ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง 	<ol style="list-style-type: none"> 1) สอดแทรกเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอนทุกรายวิชาทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี 2) กำหนดเป็นแนวปฏิบัติในการทำกิจกรรมหรือโครงการต่าง ๆ ของนักศึกษาทั้งกิจกรรมรายบุคคลและกลุ่ม 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ประเมินจากพฤติกรรมกรรมการเรียนและการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ 2) ประเมินจากพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายทั้งงานส่วนบุคคลและงานกลุ่ม

ด้าน	มาตรฐานผลการเรียนรู้	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้
ลักษณะบุคคล	1) เชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก 2) ปรับตัวเข้ากับคนอื่นและทำงานเป็นทีม 3) มีความเป็นผู้นำ 4) มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1) สอดแทรกเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอนทุกรายวิชาทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี 2) กำหนดเป็นแนวปฏิบัติในการทำกิจกรรมหรือโครงการต่าง ๆ ของนักศึกษาทั้งกิจกรรมรายบุคคลและกลุ่ม	1) ประเมินจากพฤติกรรมการเรียนและการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ 2) ประเมินจากพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายทั้งงานส่วนบุคคลและงานกลุ่ม

5.2 กลยุทธ์การสอนและกลยุทธ์การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร: PLOs หมวดวิชาเฉพาะด้าน

PLOs	รายละเอียด	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมิน
PLO1	อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้	1) การบรรยาย (Lecture) 2) การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) 3) การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) 4) การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	1) การสอบข้อเขียน 2) การสอบปฏิบัติ 3) การสอบนำเสนอ
PLO2	ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ	1) การบรรยาย (Lecture) 2) การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) 3) การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) 4) การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	1) การสอบข้อเขียน 2) การสอบปฏิบัติ 3) การสอบนำเสนอ
PLO3	ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม	1) การบรรยาย (Lecture) 2) การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) 3) การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	1) การสอบข้อเขียน 2) การสอบปฏิบัติ 3) การสอบนำเสนอ

PLOs	รายละเอียด	กลยุทธ์การสอน	กลยุทธ์การประเมิน
PLO4	วิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงระบบในการบริหารจัดการเกษตรและสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมายและจริยธรรมวิชาชีพ	1) การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) 2) การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) 3) การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	1) การสอบข้อเขียน 2) การสอบปฏิบัติ 3) การสอบนำเสนอ 4) การสังเกตพฤติกรรม
PLO5	แสดงบทบาทในการเป็นสมาชิกกลุ่มและผู้นำ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม	1) การบรรยาย (Lecture) 2) การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) 3) การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) 4) การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study) 5) การใช้บทบาทสมมติ (Role-play)	1) ประเมินจากพฤติกรรมการเรียนและการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ 2) ประเมินจากพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายทั้งงานส่วนบุคคลและงานกลุ่ม

5.3 แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) หมวดวิชาเฉพาะด้าน

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่คาดหวัง (Program Learning Outcomes (PLOs))				
		PLO1	PLO2	PLO3	PLO4	PLO5
กลุ่มวิชาแกน						
1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์						
AET1101	ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ	K2, S2				
AET1102	เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ	K2, S2				
AET1103	ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ	K2, S2				
AET1104	คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน	K2, S2				
2) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน						
AET1105	เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2				
AET1106	เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2				
AET1107	ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2				
AET3101	พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม	K2	S2			
กลุ่มวิชาบังคับ						
AET2101	หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET2102	นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร	K2	S2			
AET2103	เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2			
AET2104	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน	K2, S2	K2, S2			

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่คาดหวัง (Program Learning Outcomes (PLOs))				
		PLO1	PLO2	PLO3	PLO4	PLO5
AET2105	การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบชลประทานเพื่อ เกษตรสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET2106	เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน	K2, S2				
AET2107	กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดการเกษตร สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	K2			K4	
AET2108	การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET3102	เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน	K2, S2	K2, S2	K3, S3		A4
AET3103	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET3104	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม		K2			
AET3105	การควบคุมและการจัดการของเสียอันตรายในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม		K2			
AET3106	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่าง ยั่งยืน			K3, S3		
AET3107	การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมเกษตร	K2, S2	K2, S2	K3, S3		A4
AET4101	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม				K4	
AET4102	สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม				K4	A4
AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม				K4	A4
กลุ่มวิชาเลือก						
AET2109	การควบคุมและการจัดการมลพิษเสียงและการ สั่นสะเทือนในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2	K3, S3		

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่คาดหวัง (Program Learning Outcomes (PLOs))				
		PLO1	PLO2	PLO3	PLO4	PLO5
AET2110	การจัดการป่าชุมชนและวนเกษตรอินทรีย์	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET2111	การบริหารจัดการฟาร์มอย่างยั่งยืน	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET2112	เทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET2113	การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2	K3		
AET2114	การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	K2, S2	K2, S2	K3, S3	K4	A4
AET2115	การสร้างผู้นำและเครือข่ายเพื่อการพัฒนาเกษตร สิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2		K4	A4
AET3108	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	K2, S2				
AET3109	การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน			K3, S3		
AET3110	เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน	K2, S2		K3		
AET3111	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม		S2	K3		
AET3112	หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อม	K2		K3		
AET3113	อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน	K2		K3		
AET3114	การสำรวจและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อการจั ดการเกษตร	K2, S2	S2	S3	K4	
AET3115	อุดมนิยมวิทยาเพื่อการวางแผนการเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET3116	วิทยาศาสตร์การดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทาง สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน		K2	S3		
AET3117	การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อการศึกษาเกษตร สิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่		K2	S3		

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่คาดหวัง (Program Learning Outcomes (PLOs))				
		PLO1	PLO2	PLO3	PLO4	PLO5
AET3118	เทคโนโลยีทำแห้งและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เกษตรเพื่อความยั่งยืน	K2, S2		K3, S3	K4	
AET3119	หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	K2	K2, S2	K3		
AET3120	เทคโนโลยีการจัดการดินและปุ๋ย	K2, S2	K2, S2	S3		
AET3121	การส่งเสริมและสื่อสารการเกษตร	K2, S2	K2, S2	K3, S3		A4
AET3122	การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานการเกษตร	K2, S2	K2, S2	K3, S3		
AET3123	การผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	K2, S2		K3, S3	K4	
AET3124	การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบการผลิตทางเกษตรและสิ่งแวดล้อม			K3, S3		
AET3125	การประเมินคาร์บอนในระบบเกษตรและสิ่งแวดล้อม			K3, S3		
AET4104	การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม				K4	
กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา						
AET4201	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	K2		K3		A4
AET4202	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม		S2	K3		A4
AET4203	สหกิจศึกษา	K2	S2	K3		A4

6. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์	กิจกรรม	หลักฐานและตัวบ่งชี้
1. มีคุณลักษณะของบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ประกอบด้วยทักษะเด่นความรู้ดี มีคุณธรรม	1. การกำหนดเครื่องมือและกลไกการพัฒนานักศึกษาให้เป็นผู้มีความรู้และทักษะวิชาชีพในศาสตร์ที่ศึกษา 2. กำหนดกิจกรรมปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	1. จัดการเรียนการสอนรายวิชาเฉพาะศาสตร์ 2. จัดกิจกรรมพัฒนาทักษะเฉพาะด้าน 3. สอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับคุณธรรมจริยธรรม และการเป็นคนดีในรายวิชาต่าง ๆ	1. รายวิชาเฉพาะด้านที่เปิดสอนจัดกิจกรรมเสริมทักษะให้นักศึกษา 2. ของรายวิชาที่เปิดสอนมีการสอดแทรกเนื้อหาด้านคุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณในวิชาชีพ
2. มีความรู้พื้นฐานในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอยู่ในเกณฑ์ดีสามารถประยุกต์ได้อย่างเหมาะสม ในการประกอบวิชาชีพและศึกษาต่อในระดับสูง	1. รายวิชาบังคับของหลักสูตรต้องปรับพื้นฐานของศาสตร์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างภาคทฤษฎีและปฏิบัติ	1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นการลงมือปฏิบัติ 2. จัดการเรียนโดยใช้มีการประยุกต์เนื้อหาที่เรียนผ่านการทำโครงการ	1. นักศึกษาสามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเชี่ยวชาญ 2. มีผลงานที่เกิดจากการประยุกต์องค์ความรู้ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ
3. มีความรู้ทันสมัยใฝ่รู้และมีความสามารถพัฒนาตนเอง พัฒนางานและพัฒนาสังคม	1. ให้นักศึกษาเข้าร่วมทำงานกับชุมชนโดยใช้ความรู้ความชำนาญทางด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อมไปช่วยเหลือและแก้ปัญหาพร้อมกับชุมชน	ให้นักศึกษามีกิจกรรมลงพื้นที่ชุมชน หรือหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อศึกษาปัญหาจากแล้วนำปัญหาที่ได้มาเป็นโจทย์โดยใช้อองค์ความรู้ที่มีเข้าไปแก้ปัญหา	ผลงานที่เกิดจากความต้องการของชุมชน โดยใช้อองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม
4. บุคลิกภาพดี เชื่อมมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก มีไหวพริบปฏิภาณ ขยันอดทน สู้งาน ทำงานเป็นทีมได้ และแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าได้	1. การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและกำหนดกิจกรรมและโครงการที่เน้นการให้นักศึกษาได้แสดงออกทั้งการคิด การกระทำและการทำงานเป็นทีม	1. จัดให้มีการทำกิจกรรมทั้งในทางวิชาการและนันทนาการ ทั้งภายในมหาวิทยาลัย 2. ส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมการนำเสนอผลงานทางวิชาการทั้งภายในภายนอก	1. นักศึกษาต้องเข้าร่วมกิจกรรมพิเศษ/กิจกรรมเสริมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 2. นักศึกษาได้ฝึกการนำเสนองานทางวิชาการและงานด้านอื่น ๆ อย่างน้อย 1 งาน

7. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษา)

7.1 มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนาม

มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนามของนักศึกษา ประเมินจากความสามารถของนักศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

7.1.1 มีวินัยการทำงาน ซื่อสัตย์ สุจริต ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย คุณธรรมจริยธรรมในการปฏิบัติงาน มีการพัฒนาตนเอง ใฝ่รู้

7.1.2 การปฏิบัติงานและแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

7.1.3 การปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมีความคิดสร้างสรรค์

7.1.4 การวิเคราะห์สาเหตุหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในการฝึกงานและสามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้

7.1.5 การประยุกต์ความรู้ในชั้นเรียนไปสู่การปฏิบัติงานจริงและใช้นวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มทักษะในการทำงาน

7.1.6 การสื่อสาร การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมงาน และการทำงานเป็นทีม

7.1.7 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การจัดการข้อมูล รวมถึงการนำเสนอข้อมูล

7.1.8 ใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อวิเคราะห์และจัดการข้อมูลในระหว่างการทำงานได้

7.2 ช่วงเวลา ภาคการศึกษาที่ 1 และ 2 ของชั้นปีที่ 4

7.3 การจัดเวลาและตารางสอน

การฝึกประสบการณ์วิชาชีพ : นักศึกษาต้องเรียนวิชาเตรียมฝึกประสบการณ์จำนวน 90 ชั่วโมงในภาคการศึกษาที่ 1 และออกฝึกงานในภาคการศึกษาที่ 2 ตามที่ได้รับมอบหมายจากข้อตกลงระหว่างหลักสูตรกับหน่วยงานเต็มเวลาทั้งภาคการศึกษา โดยให้มีชั่วโมงในการทำงานไม่น้อยกว่า 225 ชั่วโมง และมีโครงการร่วมกับสถานที่ฝึกประสบการณ์

สหกิจศึกษา : ออกฝึกงานในภาคการศึกษาที่ 2 ตามที่ได้รับมอบหมายจากข้อตกลงระหว่างหลักสูตรกับหน่วยงานเต็มเวลาทั้งภาคการศึกษา โดยให้มีชั่วโมงในการทำงานไม่น้อยกว่า 315 ชั่วโมง และงานวิจัยร่วมกับสถานประกอบการ

7.4 การกำหนดคุณสมบัติของนักศึกษาที่จะออกฝึกประสบการณ์ภาคสนาม

เรียนครบในกลุ่มวิชาแกนและเอกบังคับ หรือขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของอาจารย์ประจำหลักสูตร

8. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำงานวิจัย/โครงการ/ปัญหาพิเศษ/วิทยานิพนธ์

8.1 คำอธิบายโดยย่อ

พัฒนาการทำวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์องค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมในการแก้ปัญหาในงานที่สนใจโดยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา และรายงานผลงานวิจัยตามหลักการเขียนบทความทางวิชาการภายใต้จริยธรรมและจรรยาบรรณในการทำวิจัย

8.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

มาตรฐานผลการเรียนรู้ของการทำงานวิจัย/โครงการ/ปัญหาพิเศษ/วิทยานิพนธ์ของนักศึกษา ประเมินจากความสามารถของนักศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

8.2.1 มีวินัยการทำงาน ซื่อสัตย์ สุจริต ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย คุณธรรมจริยธรรมในการปฏิบัติงาน มีการพัฒนาตนเอง ใฝ่รู้

8.2.2 การปฏิบัติงานและแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

8.2.3 การปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมีความคิดสร้างสรรค์

8.2.4 การวิเคราะห์สาเหตุหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัย/โครงการ/ปัญหาพิเศษ/วิทยานิพนธ์ และสามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้

8.2.5 การประยุกต์ความรู้ในชั้นเรียนไปสู่การบูรณาการสู่งานวิจัย/โครงการ/ปัญหาพิเศษ/วิทยานิพนธ์

8.2.6 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การจัดการข้อมูล รวมถึงการนำเสนอข้อมูล

8.2.7 ใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเพื่อวิเคราะห์และจัดการข้อมูลในระหว่างงานวิจัย/โครงการ/ปัญหาพิเศษ/วิทยานิพนธ์ ได้

8.3 ช่วงเวลา ภาคการศึกษาที่ 1 ของชั้นปีที่ 4

8.4 จำนวนหน่วยกิต 3(0-6-3)

8.5 การเตรียมการ กำหนดให้นักศึกษาเรียนครบในกลุ่มวิชาแกนและเอกบังคับ หรือขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของอาจารย์ประจำหลักสูตรก่อนดำเนินการวิจัย

8.6 ภาระงานประเมินผล

ให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายว่าด้วยการศึกษาในระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 และประกาศอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 5

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. กระบวนการจัดการเรียนรู้

เพื่อเป็นการตอบสนองต่อความต้องการ (Needs) ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ให้หลักสูตรได้กำหนดปรัชญา วัตถุประสงค์ ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Program Learning Outcomes; PLOs) ผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดปีการศึกษา (Year Learning Outcomes; YLOs) ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา/รายวิชา (Course Learning Outcomes; CLOs) ได้มีการดำเนินการดังนี้

1. การวางแผน โดยการประชุมของกรรมการบริหารหลักสูตร อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตรเพื่อกำหนดรูปแบบและแนวทางการดำเนินการเบื้องต้นเพื่อเป็นกรอบร่างในการไปสำรวจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders Needs Assessment)
2. การดำเนินการสำรวจและรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
3. การตรวจสอบ โดยการนำข้อมูลมาดำเนินการพิจารณาทบทวนความเหมาะสมและสอดคล้อง
4. การปรับปรุง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2. วิธีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ในแต่ละด้าน

(รายละเอียดระบุไว้ในภาคผนวก ข)

หมวดที่ 6

ความพร้อมและศักยภาพหลักสูตร

1. กระบวนการเตรียมความพร้อมและศักยภาพของหลักสูตร

เพื่อให้การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้สำเร็จการศึกษาที่มีคุณลักษณะพึงประสงค์ตามปรัชญา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs) หลักสูตรได้ดำเนินการดังนี้

- (1) การวางแผน โดยการดำเนินการสำรวจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของหลักสูตร
- (2) การดำเนินการ โดย
 - (2.1) ประเมินความพร้อมและศักยภาพของปัจจัยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน
 - (2.2) การกำหนดระบบและกลไกการพัฒนาปัจจัยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การพัฒนา ศักยภาพของบุคลากรทั้งสายวิชาการและสายสนับสนุนให้มีความพร้อมในการบริหารและจัดการหลักสูตร
- (3) การประเมินผลการดำเนินงานทั้งการประเมินความพึงพอใจของอาจารย์ผู้สอน ความพึงพอใจของ นักศึกษา การทวนสอบ การสำรวจความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในกระบวนการจัดการเรียนการสอน
- (4) การปรับปรุงและดำเนินการเพื่อพัฒนาศักยภาพและความพร้อมของปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้

2. ความพร้อมด้านอาจารย์

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| (1) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร | จำนวน 5 คน |
| (2) อาจารย์ประจำหลักสูตร | จำนวน 5 คน |
| (3) อาจารย์ผู้สอน | จำนวน 12 คน |
| (4) อาจารย์พิเศษ | จำนวน – คน |

โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา
1	นายกฤตวิษณุ สุขอึ้ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม)	ปร.ด.	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	มหาวิทยาลัยบูรพา	2557
			วท.ม.	การจัดการทรัพยากรชีวภาพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี	2549
			วท.บ.	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยศิลปากร	2544
2	นายเสถียร ฉันทะ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม)	ปร.ด.	ความหลากหลายทางชีวภาพ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	2557
			ศศ.ด.	พัฒนาสังคม	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2552
			ศศ.ม.	การจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2542
			วท.ม.	การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช	2562
			สบ.	การบริหารสาธารณสุข	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช	2539
			สบ. ประกาศนียบัตร	สาธารณสุข เจ้าพนักงานสาธารณสุข	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช วิทยาลัยการสาธารณสุข พิษณุโลก	2537 2534
3	นายสฤทธิพร วิทย์ผดุง	อาจารย์	D.Eng.	Agricultural Product Process and Storage Engineering	Jiangsu University, China	2551
			วศ.ม.	วิศวกรรมพลังงาน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2547
			วศ.บ.	วิศวกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	2542
4	นายพิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์	อาจารย์	วท.ด.	ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	2548
			วท.ม.	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2541
			วท.บ.	เทคโนโลยีการเกษตร	สถาบันราชภัฏเชียงใหม่	2539
5	นายกฤษณ์พิงศ์ ภาษิตวิไล ธรรม	อาจารย์	วท.ด.	พืชสวน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2558
			วท.ม.	วิทยาศาสตร์การเกษตร	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2548
			วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2545

(2) ชื่อ - นามสกุล ตำแหน่งและคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ประจำหลักสูตร

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ปีจบ	ภาระงานสอน ชม./สัปดาห์				
							2569	2570	2571	2572	2573
1	นายกฤตวิษณุ สุขอึ้ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม)	ปร.ด. วท.ม. วท.บ.	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ การจัดการทรัพยากรชีวภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยศิลปากร	2557	9	9	9	9	9
						2549					
						2544					
2	นายเสถียร ฉันทะ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม)	ปร.ด. ศศ.ด. ศศ.ม. วท.ม. สบ. สบ. ประกาศนียบัตร	ความหลากหลายทางชีวภาพ พัฒนาสังคม การ จัด ก าร ม นู ษ ย์ กั บ สิ่งแวดล้อม การ จัด ก าร สິ ง แว ด ลั อ ม อุตสาหกรรม การบริหารสาธารณสุข สาธารณสุข เจ้าพนักงานสาธารณสุข	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช วิทยาลัยการสาธารณสุข พิษณุโลก	2557	9	9	9	9	9
						2552					
						2542					
						2562					
						2539					
						2537					
2534											
3	นายสฤทธิพร วิทยผดุง	อาจารย์	D.Eng. วศ.ม. วศ.บ.	Agricultural Product Processing and Storage Engineering วิศวกรรมพลังงาน วิศวกรรมเกษตร	Jiangsu University, China มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้	2551	15	15	15	15	15
						2547					
						2542					
4	นายพิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์	อาจารย์	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	ชีววิทยาสีสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีการเกษตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันราชภัฏเชียงใหม่	2548	15	15	15	15	15
						2541					
						2539					
5	นายกฤษณ์พงศ์ ภาษิตวิไลธรรม	อาจารย์	วท.ด. วท.ม. วท.บ.	พืชสวน วิทยาศาสตร์การเกษตร ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร	2558	15	15	15	15	15
						2548					
						2545					

(3) ชื่อ - นามสกุล ตำแหน่งและคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้สอน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ปีที่จบ	ภาระงานสอน ชม./สัปดาห์				
							2569	2570	2571	2572	2573
1	นายกิตติชัย จันธิมา	รองศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	วท.ด.	ความหลากหลายทางชีวภาพและชีววิทยาชาติพันธุ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2557	9	9	9	9	9
2	นางสาวทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	วท.ด.	จุลชีววิทยาประยุกต์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2556	9	9	9	9	9
3	นางวลีพรรณ รกิติกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์)	วท.ด.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2555	9	9	9	9	9
4	นางวิภาวรรณ นันโท	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีววิทยา)	วท.ด.	จุลชีววิทยาประยุกต์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2557	9	9	9	9	9
5	นางสาวธัญวรัชญ์ บุตรสาร	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาคณิตศาสตร์)	วท.ด.	คณิตศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2553	9	9	9	9	9
6	นางฟ้ารุ่ง สุรีนา บุญทิศ	รองศาสตราจารย์ (สาขาวิชาฟิสิกส์)	Ph.D.	Astrophysics	Liverpool John Moores University	2557	6	6	6	6	6
7	นายบรรทด จอมสุวรรณค์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาชีวเคมี)	วท.ม.	การสอนวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย	2550	9	9	9	9	9
8	นางสาวอรพรรณ วนะชีวิน	อาจารย์	วท.ด.	ชีวเคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2559	15	15	15	15	15
9	นางสาวจินดา ศิริตา	อาจารย์	วท.ด.	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2551	15	15	15	15	15
10	นางสาวสุรัสวดี นางแล	อาจารย์	ปร.ด.	วิทยาศาสตร์เชิงคำนวณ	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	2558	15	15	15	15	15
11	นางสาวศิริ สุตสนิท	อาจารย์	ปร.ด.	คณิตศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2559	15	15	15	15	15
12	นายธนายุทธ ช่างเรือนงาม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไป)	ปร.ด.	วิทยาศาสตร์เชิงคำนวณ	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	2565	9	9	9	9	9

3. ความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน

ที่	ปัจจัย/สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่จำเป็น	จำนวนที่มี	ความพร้อม (รายละเอียด)
1	ห้องเรียน	4	ห้อง 24-102, 24-103, 24-213 และ 24-215 อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
2	ห้องปฏิบัติการเฉพาะทาง	อย่างน้อย 2 ห้อง	- ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม 1 อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย - ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม 2 อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
3	ห้องเรียนอัจฉริยะ	-	-
4	เทคโนโลยีสารสนเทศและโปรแกรมประยุกต์ (ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ)	อย่างน้อย 3 โปรแกรม	โปรแกรม QGIS โปรแกรม R โปรแกรม Microsoft Office
5	ห้องสมุด	1	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารยุพราชวิทยมงคล มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
6	ห้องคอมพิวเตอร์/ห้องบริการอินเทอร์เน็ต	1	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารยุพราชวิทยมงคล มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
7	อื่น ๆ (ระบุ)	-	-

4. ความพร้อมด้านทุนสนับสนุนการศึกษาและความร่วมมือทางวิชาการกับสถาบันอื่น หรือหน่วยงานอื่น

(4.1) ความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาอื่น / หน่วยงานอื่น มีดังต่อไปนี้

-

(4.2) ทุนการศึกษา/ทุนสนับสนุนการศึกษาต่าง ๆ

-

หมวดที่ 7

การประเมินผลการเรียนและเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา

1. กระบวนการประเมินผลการเรียนและเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา

เพื่อพัฒนาบัณฑิตให้เป็นผู้มีคุณลักษณะพึงประสงค์สอดคล้องกับปรัชญาและวัตถุประสงค์หลักสูตร และผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs) หลักสูตรได้มีการกำหนดการประเมินและเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา ดังนี้

(1) การวางแผน โดยการกำหนดระบบ กลไกและเกณฑ์ในการประเมินในระดับบทเรียนในรายวิชา (Lesson Learning Outcomes; LLOs) ระดับรายวิชา/รายวิชา (Course Learning Outcomes; CLOs) โดยพิจารณาความสอดคล้องกับ PLOs และ YLOs

(2) การดำเนินการ โดยดำเนินการจัดการเรียนการสอนและประเมินผลตาม PLOs และ YLOs

(3) การตรวจสอบ โดยการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียน การกำหนดให้มีกระบวนการทวนสอบ การประชุมกรรมการบริหารหลักสูตร การประชุมอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร และอาจารย์ผู้สอน

(4) การปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผลการประเมินกระบวนการสอนที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนและการทวนสอบทั้งการทวนสอบในระดับรายวิชาซึ่งดำเนินการโดยกำหนดให้นักศึกษาประเมินการเรียนการสอนในระดับรายวิชา และมีคณะกรรมการพิจารณาความเหมาะสมของข้อสอบให้เป็นไปตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ CLOs และโดยการทวนสอบในระดับหลักสูตรให้ดำเนินการตามคู่มือและระบบประกันคุณภาพภายในของมหาวิทยาลัยในส่วนที่กำหนดเกี่ยวกับการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้และการรายงานผล

2. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

นักศึกษามีสิทธิ์ได้รับปริญญา ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วน ดังต่อไปนี้

2.1 เรียนครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดในหลักสูตรภายในระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตร

2.2 มีแต้มระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตร ไม่ต่ำกว่า 2.00 (จากระบบ 4 ระดับคะแนน) หรือเทียบเท่า และบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี

2.3 สอบผ่านเกณฑ์การประกันมาตรฐานขั้นต่ำก่อนสำเร็จการศึกษา สำหรับบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย (Exit-Exam)

2.4 สอบผ่านเกณฑ์การประกันมาตรฐานเฉพาะวิชาชีพ (Specific Exit-Exam) ของสาขาวิชา ตามที่คณะกรรมการบริหารหลักสูตรกำหนด

2.5 อื่น ๆ ให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการศึกษาชั้นปริญญาตรี พ.ศ.2565 (ภาคผนวก ฉ)

หมวดที่ 8 การประกันคุณภาพหลักสูตร

1. การวางแผนคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ

(1.1) การออกแบบการวางแผนคุณภาพ (Quality Planning) และการควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

เพื่อพัฒนาบัณฑิตให้เป็นผู้มีคุณลักษณะพึงประสงค์สอดคล้องกับปรัชญาและวัตถุประสงค์หลักสูตร และผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs) หลักสูตรได้มีการออกแบบการวางแผนคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

(1) การวางแผน โดยกำหนดคุณภาพและเกณฑ์ควบคุมคุณภาพการศึกษาของหลักสูตรที่สอดคล้องกับเกณฑ์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย (Criteria ของ AUN-QA เวอร์ชัน 4) ประกอบด้วยเกณฑ์คุณภาพดังนี้

- 1.1 เกณฑ์คุณภาพที่ 1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Expected Learning Outcome)
- 1.2 เกณฑ์คุณภาพที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรและเนื้อหา (Programme Structure and Content)
- 1.3 เกณฑ์คุณภาพที่ 3 แนวทางการจัดการเรียนการสอน (Teaching and Learning Approach)
- 1.4 เกณฑ์คุณภาพที่ 4 การประเมินผู้เรียน (Student Assessment)
- 1.5 เกณฑ์คุณภาพที่ 5 คุณภาพของบุคลากรสายวิชาการ (Academic Staff)
- 1.6 เกณฑ์คุณภาพที่ 6 การบริการและการช่วยเหลือผู้เรียน (Student Support Services)
- 1.7 เกณฑ์คุณภาพที่ 7 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และโครงสร้างพื้นฐาน (Facilities and Infrastructure)
- 1.8 เกณฑ์คุณภาพที่ 8 ผลผลิตและผลลัพธ์ (Output and Outcome)

การดำเนินการ โดยกำหนดตัวชี้วัดและดำเนินการตามแผน

- (2) การตรวจสอบ ประเมินคุณภาพการศึกษาผ่านตัวชี้วัดทุกปีการศึกษา
- (3) การปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของหลักสูตรจากผลการประเมิน

(1.2) ตัวชี้วัดเชิงกระบวนการ

ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีการศึกษา				
	2569	2570	2571	2572	2573
มาตรฐานคุณวุฒิสาขา/สาขาวิชา					
1. อาจารย์ประจำหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผน ติดตาม และทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓
2. มีรายละเอียดของหลักสูตรที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติหรือมาตรฐานคุณวุฒิสาขา/สาขาวิชา (ถ้ามี)	✓	✓	✓	✓	✓
3. มีรายละเอียดของรายวิชา และรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ก่อนการเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาให้ครบทุกรายวิชา	✓	✓	✓	✓	✓
4. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา	✓	✓	✓	✓	✓

ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีการศึกษา				
	2569	2570	2571	2572	2573
มาตรฐานคุณวุฒิสาขา/สาขาวิชา					
5. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตรภายใน 60 วัน หลังสิ้นสุดปีการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
6. มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดใน CLOs อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
7. มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนกลยุทธ์การสอน หรือ การประเมินผลการเรียนรู้จากผลการประเมินการดำเนินงานที่รายงานในผลการดำเนินงานของหลักสูตรในรอบปีที่แล้ว	✓	✓	✓	✓	✓
8. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่ได้รับแต่งตั้งใหม่ (ถ้ามี) ทุกคนได้รับการปฐมนิเทศหรือคำแนะนำด้านการบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	✓	✓	✓	✓	✓
9. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง	✓	✓	✓	✓	✓
10. จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนาวิชาการ และ/หรือวิชาชีพไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี	✓	✓	✓	✓	✓
11. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตร เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.51 จากคะแนนเต็ม 5.0	✓	✓	✓	✓	✓
12. ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.51 จากคะแนนเต็ม 5.0	✓	✓	✓	✓	✓
13. มีการวิพากษ์แผนบริหารการสอนและรายละเอียดรายวิชา ก่อนเปิดสอนทุกรายวิชาโดยคณะกรรมการบริหารหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓
14. มีการประชุมคณาจารย์เพื่อชี้แจงและทำความเข้าใจแผนการดำเนินงานและวางแผนการจัดการเรียนการสอน การกำหนดผู้สอนแต่ละรายวิชาก่อนเปิดภาคการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
15. มีการประชุมคณาจารย์เพื่อสรุปและถ่วงถ่วงผลการเรียน การประเมินการเรียนการสอน อภิปรายประเด็นปัญหาต่าง ๆ หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในแต่ละภาคการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
16. มีการทวนสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓
17. การบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcome)	✓	✓	✓	✓	✓
18. คะแนนเฉลี่ยของผลการประเมินรายวิชาในหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓
19. ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓
รวมตัวบ่งชี้ (ข้อ) ในแต่ละปีการศึกษา	19	19	19	19	19
ตัวบ่งชี้บังคับ (ข้อที่)	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6
ตัวบ่งชี้ต้องผ่าน (รวม)	19	19	19	19	19

(1.3) กิจกรรมควบคุมคุณภาพ

(1) กระบวนการประเมินและปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้

วิธีการประเมิน	รอบการประเมิน	การนำผลการประเมินไปใช้
1. การประเมินผลการสอนของอาจารย์ โดยนักศึกษา	ภาคการศึกษา	ใช้ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ปรับปรุงรายวิชา และการปรับปรุงหลักสูตร
2. มีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยการสอบ	ภาคการศึกษา	ใช้ในการกำหนดระดับคะแนนให้นักศึกษาในรายวิชา การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน การปรับปรุงรายวิชาและการปรับปรุงหลักสูตร
3. มีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยการทำโครงการ	ปีการศึกษา	นำผลการประเมินไปวิเคราะห์เพื่อหาจุดอ่อนของหลักสูตรที่เป็นข้อจำกัดในการบรรลุระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังแล้วกำหนดแผนงานการแก้ไขปรับปรุง การวางแผนงบประมาณ การจัดหาทรัพยากรที่จำเป็นต่อการเรียนการสอน และการปรับปรุงการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชา
4. มีการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนของนักศึกษา จุดอ่อนและจุดแข็งของนักศึกษา	ปีการศึกษา	นำผลการประเมินไปวิเคราะห์เพื่อหาจุดอ่อนที่เป็นข้อจำกัดในการบรรลุระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังแล้วปรับกลยุทธ์การสอนและจัดหาสื่อการสอนที่จำเป็น

(2) กระบวนการประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้

วิธีการประเมิน	รอบการประเมิน	การนำผลการประเมินไปใช้
1. ให้นักศึกษาประเมินผลการสอนของอาจารย์ในทุกด้าน (ทักษะ กลยุทธ์การสอน การใช้สื่อการสอนทุกรายวิชา)	ภาคการศึกษา	ใช้ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ปรับปรุงรายวิชา และการปรับปรุงหลักสูตร
2. การประชุมเพื่อระดมความคิดอภิปราย และแลกเปลี่ยนปัญหา และอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร และอาจารย์ผู้สอน	ภาคการศึกษา	ใช้ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ปรับปรุงรายวิชา และการปรับปรุงหลักสูตร

2. การบริหารความเสี่ยง

กระบวนการบริหารความเสี่ยง ประกอบด้วย

- (1) การกำหนดกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่จะมีผลต่อความเสี่ยง การพยากรณ์ ประเมิน และคาดคะเนประเภทและลักษณะของความเสี่ยง และกำหนดแผนรองรับ
- (2) การประเมินสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การรับเข้านักศึกษา อัตราการคงอยู่ อัตราการสำเร็จการศึกษา ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback and respond) ของผู้ใช้นักศึกษา การกำหนดช่องทางทางการ

- รับฟังข้อมูลป้อนกลับและข้อร้องเรียน การรับรู้ข้อมูลปัจจัยเสี่ยงและความเสี่ยง ประกอบด้วยกล่อง
รับความคิดเห็นผ่านอีเมลล์และเว็บไซต์ของหลักสูตร ไลน์กลุ่ม Facebook page การทำแบบสำรวจ
(Google form) การจัดการประชุมเพื่อการประเมินและการบริหารจัดการความเสี่ยงของหลักสูตร
- (3) การประเมินและจำแนกชนิด ประเภท และระดับของความเสี่ยงที่พบ และกำหนดวิธีการตอบโต้
และตอบสนองต่อความเสี่ยง
- (4) การประเมินผลประสิทธิภาพของระบบ กลไก และกระบวนการบริหารจัดการความเสี่ยง ปัญหา
อุปสรรค และข้อจำกัด และนำไปเป็นข้อมูลเพื่อปรับใช้ในการจัดการและตอบโต้ความเสี่ยง

การดำเนินการบริหารและจัดการความเสี่ยงดังระบุข้างต้น ดำเนินการโดยการแบ่งตามกลุ่มผู้มีส่วนได้
ส่วนเสียในกลุ่มนักศึกษาปัจจุบัน (ศิษย์เก่า-กรณีหลักสูตรปรับปรุง) และผู้ใช้บัณฑิต โดยจำแนกความเสี่ยงที่
เกี่ยวข้องและแผนการดำเนินการเพื่อรองรับความเสี่ยงดังต่อไปนี้

ความเสี่ยง	การประเมินความเสี่ยง	การรับมือกับความเสี่ยง
1. จำนวนนักศึกษารับเข้าไม่เป็นไปตาม แผนการรับนักศึกษา (25 คน)	จำนวนผู้รายงานตัวเข้าศึกษาในแต่ละปี การศึกษา	(1) ปรับวิธีประชาสัมพันธ์หลักสูตร (2) จัดทำกลยุทธ์และวิธีการรับเข้าที่ สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย (3) กำหนดกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ
2. อัตราการคงอยู่ของนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาในแต่ละปีการศึกษา	(1) สืบเสาะสาเหตุการลาออกและหา ทางแก้ไข (2) จัดกิจกรรมและบริการสนับสนุน นักศึกษา เช่น อาจารย์ที่ปรึกษา ตัว เตอร
3. นักศึกษาไม่สำเร็จการศึกษาตาม กำหนดระยะเวลา	จำนวนนักศึกษาที่คงค้างในหลักสูตร	(1) สืบเสาะเหตุที่นักศึกษาไม่สำเร็จ การศึกษาตามกำหนด (2) จัดทำแผนการแก้ไขและป้องกัน
4. จำนวนอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ไม่เพียงพอ	จำนวนอาจารย์ที่ตรงตามเกณฑ์ ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	(1) สืบเสาะจำนวนอาจารย์ที่ตรงตาม เกณฑ์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร (2) สนับสนุนการพัฒนาและเตรียม ความพร้อมของบุคลากรให้เป็นไปตาม เกณฑ์
5. สถานการณ์ทางสังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง	แบบสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษา ปัจจุบัน บัณฑิตและผู้ประกอบการ	(1) วิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยความ เสี่ยงที่เกิดจากสถานการณ์ทางสังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง (2) วางแผนปรับปรุงหลักสูตรให้ สอดคล้องกับแบบสอบถามและ ยุทธศาสตร์ชาติ
6. อื่น ๆ (ถ้ามี - ระบุ)		

(2.1) กิจกรรมการบริหารความเสี่ยง

(1) การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

ความเสี่ยง	การประเมินความเสี่ยง	การรับมือกับความเสี่ยง
1. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผู้รายงานตัวเข้าศึกษาจากสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน	ปีการศึกษาละ 1 ครั้ง	ใช้ประกอบการกำหนดแผนรับนักศึกษา
2. รวบรวมและวิเคราะห์อัตราคงอยู่ของนักศึกษา	ปีการศึกษาละ 1 ครั้ง	(1) ใช้ประกอบการทบทวนและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร (2) ใช้เป็นวิธีการช่วยเหลือนักศึกษา
3. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนนักศึกษาคงค้าง	ปีการศึกษาละ 1 ครั้ง	(1) ใช้ประกอบการทบทวนและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร
4. สสำรวจผลงานทางวิชาการของอาจารย์และการสัมมนาประจำปี	ปีการศึกษาละ 1 ครั้ง	ประกอบการกำหนดแนวทางสนับสนุนอาจารย์ทำผลงานวิชาการ
5. ดำเนินการสำรวจความต้องการผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้เป็นปัจจุบัน	ปีการศึกษาละ 1 ครั้ง	ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน กิจกรรมเสริมหลักสูตร และการปรับปรุงหลักสูตร

(2) การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

วิธีการประเมิน	รอบการประเมิน	การนำผลการประเมินไปใช้
การประเมินคุณภาพการศึกษาประจำปีระดับหลักสูตร	ปีการศึกษา	ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนและการปรับปรุงหลักสูตร

(2.2) ตัวชี้วัดความเสี่ยง

ความเสี่ยง	ตัวบ่งชี้ความเสี่ยง	ระดับความเสี่ยง	โอกาสเกิด (กรณีเสี่ยงมาก)	ผลกระทบต่อ การดำเนินงาน ของหลักสูตร (กรณีเสี่ยงมาก)	ปีที่ประเมิน			
					ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
(1) จำนวนนักศึกษา	อัตราการรับเข้า	(1) มาก คือ <60% (2) ปานกลาง คือ 60-80% (3) ต่ำ คือ น้อยกว่า 80%	มาก	1. หากจำนวนรับนักศึกษาน้อยกว่าที่กำหนด จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการบริหารหลักสูตร 2. หากจำนวนรับนักศึกษามากเกินกว่า	✓	✓	✓	✓

ความเสี่ยง	ตัวบ่งชี้ความเสี่ยง	ระดับความเสี่ยง	โอกาสเกิด (กรณีเสี่ยง มาก)	ผลกระทบต่อ การ ดำเนินงาน ของหลักสูตร (กรณีเสี่ยง มาก)	ปีที่ประเมิน			
					ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
				เป้าหมายที่กำหนดไว้มากเกินไป จะส่งผลต่อการบริหารจัดการ เช่น จำนวนนักศึกษาเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของห้องฝึกปฏิบัติการ				
(2) อัตราการคงอยู่	อัตราการคงอยู่ของนักศึกษา		ปานกลาง	หากจำนวนรับนักศึกษาน้อยกว่าที่กำหนด จะส่งผลต่อต้นทุนการบริหารหลักสูตร	✓	✓	✓	✓
(3) จำนวนนักศึกษาไม่จบตามกำหนด	อัตราการสำเร็จการศึกษาตามกำหนดของหลักสูตร		ปานกลาง	หากมีนักศึกษาตกค้าง จะส่งผลต่อการจัดการหลักสูตรฯ เนื่องจากต้องเปิดกระบวนวิชาบางวิชาให้เฉพาะนักศึกษาที่ยังไม่จบ	✓	✓	✓	✓
(4) จำนวนอาจารย์ฯ	(1) จำนวนผลงาน	(1) มาก คือ <1 ผลงาน (2) ปานกลาง คือ 2 ผลงาน (3) ต่ำ คือ 3 ผลงานขึ้นไป	มาก	ทำให้หลักสูตรไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของหลักสูตร	✓	✓	✓	✓

ความเสี่ยง	ตัวบ่งชี้ความเสี่ยง	ระดับความเสี่ยง	โอกาสเกิด (กรณีเสี่ยงมาก)	ผลกระทบต่อ การดำเนินงาน ของหลักสูตร (กรณีเสี่ยงมาก)	ปีที่ประเมิน			
					ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
	(2) จำนวน อาจารย์ใหม่	(1) มาก คือ 3 คนขึ้นไป (2) ปานกลาง คือ 2-3 คน (3) ต่ำ คือ 1 คน	ต่ำ	1. การจัดสรร ภาระงาน 2. การไม่ เข้าใจในวัฒนธรรมองค์กร	✓	✓	✓	✓
(5) สถานการณ์	(1) คะแนนความพึงพอใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	(1) มาก คือ <1.50 (2) ปานกลาง คือ 1.51-3.5 (3) ต่ำ คือ 3.51 ขึ้นไป	ปานกลาง	หลักสูตรไม่เป็นที่ต้องการของตลาด	✓	✓	✓	✓
	(2) ร้อยละการร้องเรียน	1) มาก คือ >30% (2) ปานกลาง คือ 10-30% (3) ต่ำ คือ <10%	ปานกลาง	หลักสูตรขาดความน่าเชื่อถือ	✓	✓	✓	✓

(2.3) กิจกรรมการป้องกันความเสี่ยง

หลักสูตร โดยคณะกรรมการบริหารหลักสูตรได้กำหนดกิจกรรมที่จะดำเนินการเพื่อป้องกันความเสี่ยงต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- (1) กิจกรรมเพื่อลดความเสี่ยงด้านจำนวนนักศึกษารับเข้า ดำเนินการโดย
 - (1.1) การจัดทำโครงการความร่วมมือกับหน่วยงานการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเทียบเท่าในการให้โควตาพิเศษการรับนักศึกษา
 - (1.2) การจัดกิจกรรม Open House ที่เจาะจงกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ
- (2) กิจกรรมเพื่อลดความเสี่ยงด้านอัตราการคงอยู่ ดำเนินการโดย
 - (2.1) กำหนดให้มีอาจารย์ที่ปรึกษาและคลินิกการให้คำปรึกษาการเรียน
 - (2.2) การทบทวนและปรับปรุงแบบการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเวลาของนักศึกษา
 - (2.3) การทบทวนและปรับช่องทางการสื่อสารระหว่างหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษา
- (3) กิจกรรมเพื่อลดความเสี่ยงด้านการสำเร็จการศึกษาตามกำหนดเวลาของหลักสูตร
 - (3.1) กำหนดให้มีอาจารย์ที่ปรึกษาและคลินิกการให้คำปรึกษาการเรียน
 - (3.2) การปรับแผนการเรียน โดยให้มีการเปิดสอนรายวิชาที่นักศึกษาสอบไม่ผ่านในภาคเรียนนอกเหนือจากที่กำหนดในแผนการเรียน

(3.3) การให้การสนับสนุนด้านการจัดทำโครงการ หรือวิจัย

(3.4) การติดตามและช่วยเหลือนักศึกษาที่มีปัญหาด้านทุนการศึกษาและค่าใช้จ่ายในการเรียน

(3.5) การกำหนดให้มีช่องทางการสื่อสารระหว่างอาจารย์ นักศึกษา และเจ้าหน้าที่หลักสูตร เพื่อช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

(3.6) การจัดให้มีช่องทางสำหรับกิจกรรมการสอนเสริมและหรือชดเชยสำหรับนักศึกษา

(4) จำนวนอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรไม่เพียงพอ

(4.1) เสนอขออนุมัติอัตราทดแทนคนเดิมที่เกษียณอายุ/ลาออก/ไม่ต่อสัญญาจ้าง ต่อมหาวิทยาลัย

(4.2) พัฒนาอาจารย์ที่ยังคุณสมบัติในการเป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรให้มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ ทั้งการศึกษาต่อเพิ่มวุฒิที่ตรงสาขา และการทำผลงานวิชาการที่ตรงกับสาขา

(5) สถานการณ์สังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยี ที่เปลี่ยนแปลง

(5.1) การทวนสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

(5.2) การจัดกิจกรรมประชุม สัมมนาร่วมกับหน่วยงานตกลงร่วมผลิตเพื่อศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ร่วมกันและนำไปใช้ในการทบทวนและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนปรับปรุงรายวิชา และการปรับปรุงหลักสูตร

(5.3) การจัดกิจกรรมประชุมทางวิชาการและสนับสนุนอาจารย์และนักศึกษาเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

(5.4) การจัดกิจกรรมศึกษาดูงานและเชิญวิทยากรที่มีชื่อเสียงบรรยายให้แก่นักศึกษา

3. การเผยแพร่ข้อมูลของหลักสูตรให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทราบ

หลักสูตรได้มีการกำหนดระบบ กลไก และกระบวนการในการเผยแพร่ข้อมูลหลักสูตรผ่านช่องทางต่าง ๆ ไปยังผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ทราบ ดังนี้

(1) การเผยแพร่ผ่าน Web site ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย และของหลักสูตร

(2) การเผยแพร่ผ่านช่องทาง Facebook page ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และของหลักสูตร

(3) การเผยแพร่ผ่านกลุ่มแชตทาง Line Application และ Instagram ของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน นักศึกษา และหน่วยงานตกลงร่วมผลิต

(4) การเผยแพร่ผ่านการทำจดหมายข่าว (News release)

หมวดที่ 9 ระบบและกลไกการพัฒนาหลักสูตร

1. กระบวนการออกแบบระบบและกลไกการพัฒนาหลักสูตร

1.1 กิจกรรมการพัฒนาหลักสูตร

ในการดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) และสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ด้านสังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยี หลักสูตรได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรโดยสำรวจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างเป็นระบบ ดังนี้

(1) การวางแผน โดยการประชุมของทีมาจารย์ที่มีคุณวุฒิการศึกษา ผลงานวิชาการ ประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับหลักสูตร ร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิกายนอกทั้งจากวงการวิชาการและวงการศึกษา เพื่อกำหนดกรอบร่าง (Framework) ของหลักสูตร โดยดำเนินการนำเสนอต่อมหาวิทยาลัยแต่งตั้งเป็นคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร

(2) การดำเนินการ โดยคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยแต่งตั้ง ได้กำหนดกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่จะดำเนินการสำรวจความต้องการเพื่อรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ประกอบการกำหนดปรัชญา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ (PLOs: Program Learning Outcomes) ผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดปีการศึกษา (YLOs: Year Learning Outcomes) ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (CLOs: Course Learning Outcomes) และผลลัพธ์การเรียนรู้ประจำบทเรียน (LLOs: Lesson Learning Outcomes) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดโครงสร้างหลักสูตรและรายวิชา กระบวนการจัดการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล

(3) การตรวจสอบ โดยการดำเนินการทวนสอบและตรวจสอบข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่าง ๆ

(4) การประเมินประสิทธิผลและประสิทธิภาพของกระบวนการวางแผนคุณภาพและการควบคุมและกำกับคุณภาพโดยการกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ ปัญหา อุปสรรค ข้อจำกัด ความเสี่ยงต่าง ๆ และใช้เป็นข้อมูลที่ได้จากการประเมินเป็นข้อมูลป้อนกลับในการวางแผนดำเนินการในการดำเนินการครั้งต่อไป

1.2 ตัวชี้วัด

ที่	ดัชนีบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีที่			
		1	2	3	4
1	จำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา	>80%	>80%	>80%	>80%
2	จำนวนบัณฑิตที่มีงานทำ (เลื่อนตำแหน่งที่สูงขึ้นหลังปริญญาดิ)	>80%	>80%	>80%	>80%
3	จำนวนบัณฑิตที่ประกอบธุรกิจส่วนตัว	10%	10%	10%	10%
4	คะแนนการประเมินความพึงพอใจต่อบัณฑิตจากผู้ใช้บัณฑิตไม่ต่ำกว่า 3.51 จาก 5	3.55	3.60	3.65	3.70
5	ผลการประเมินนักศึกษาปัจจุบัน ไม่ต่ำกว่า 3.51 จาก 5 ในทุกรายวิชา	3.55	3.60	3.65	3.70

2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

วิธีการประเมิน	รอบการประเมิน	การนำผลการประเมินไปใช้
(1) ประเมินโดยนักศึกษาปีสุดท้าย	ปีการศึกษา	ใช้ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนและการปรับปรุงหลักสูตร
(2) ประเมินโดยบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา	ใช้ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน การปรับปรุงรายวิชา และการปรับปรุงหลักสูตร
(3) ประเมินโดยผู้ใช้บัณฑิต/ผู้มีส่วนได้เสีย	ปีการศึกษา	ใช้ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน การปรับปรุงรายวิชา และการปรับปรุงหลักสูตร

3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

วิธีการประเมิน	รอบการประเมิน	การนำผลการประเมินไปใช้
การประเมินคุณภาพการศึกษาประจำปีระดับหลักสูตร	ปีการศึกษา	ใช้ประกอบการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนและการปรับปรุงหลักสูตร

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก คำอธิบายรายวิชา

ภาคผนวก ข สำเนาคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนา /ปรับปรุงหลักสูตร กรรมการวิพากษ์หลักสูตร

ภาคผนวก ค ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอาจารย์ประจำหลักสูตร

ภาคผนวก ง ตารางเปรียบเทียบหลักสูตร

ภาคผนวก จ ตารางเปรียบเทียบแผนการศึกษา

ภาคผนวก ฉ สำเนาข้อบังคับ ประกาศ ระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ภาคผนวก ช สำเนาผลงานวิชาการตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

อาจารย์ประจำหลักสูตร

ภาคผนวก ซ กลยุทธ์และวิธีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้และการ

บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (CLOs)

ภาคผนวก ก คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา

- 1) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป
 กลุ่มวิชาบังคับเรียน ให้เรียนรายวิชาต่อไปนี้ 12 หน่วยกิต

รหัสวิชา	ชื่อวิชาและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU101	<p>เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends</p> <p>ระบุความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัล และดำเนินการสืบค้นสารสนเทศ การสร้างเนื้อหาดิจิทัล และนำเสนอ โดยสามารถประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อสังคมออนไลน์ได้อย่างรู้เท่าทัน สร้างสรรค์ ถูกกฎหมายและจริยธรรม รวมถึงใช้เทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างปลอดภัย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ สร้างความตระหนักและเห็นความสำคัญ ในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบันและอนาคตที่มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันและการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์</p> <p>Identify the knowledge of digital technology and operate information retrieval. Create and present digital content. Apply digital technology and online media works knowingly, creatively, legally and morally. Use digital technology securely to construct knowledge, understanding, awareness and its importance in using digital technology at present and in the future that impacts daily life activities and its applications.</p>	3(3-0-6)
GECRRU102	<p>การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management</p> <p>ระบุและจำแนกประเภทของรายได้ และค่าใช้จ่าย อธิบายแนวคิดการเงินส่วนบุคคล อธิบายแนวคิดของการออมและระบุประเภทของการออมและการลงทุน ระบุและจัดประเภทหนี้ผู้บริโภคและเครดิต ประกันภัยส่วนบุคคล วางแผนภาษีบุคคล วางแผนการเงินตลอดอายุงานจนถึงวัยเกษียณ และการวางแผนการเงินตามหลักทฤษฎีพอเพียง</p> <p>Identify and classify the types of income and expense. Explain personal financial concept. Explain saving concept and identify the types of saving and investment. Identify and classify consumer's debt and personal insurance, tax planning, financial planning, including working period till retirement and financial planning based on Sufficiency Economy Philosophy Principle.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU103	<p>พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen</p> <p>อธิบายสิทธิและหน้าที่การเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ชื่อสัตย์ สุจริต ต่อต้านการทุจริต มีจิตอาสาและจิตสาธารณะกับการมีส่วนร่วมทางสังคมของพลเมือง บทบาทสถาบันทางการเมือง ระบบการเลือกตั้ง การบริหารราชการแผ่นดิน การประยุกต์ใช้ศาสตร์พระราชาภายใต้หลักการและแนวคิดการพัฒนาโดยมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการรักษาสິงแวดล้อมได้อย่างสมดุลและยั่งยืน ประเมินคุณค่าเครื่องมือทางวิศวกรรมสังคมเพื่อบูรณาการองค์ความรู้แบบสหวิทยาการ การออกแบบและสร้างนวัตกรรมโดยใช้การพัฒนาเชิงพื้นที่เป็นฐาน รวมทั้งการพัฒนาภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม</p>	3(3-0-6)
<p>Explain the right and duties for the 21st century citizen with honesty, trust, anti-corruption, voluntariness, public mind and the civic participation in societal activities, the role in political institution, election system, public administration, the application of King's Philosophy under developmental principle and concept. Emphasize the use of resources to increase added value by sustaining and balancing sustainable environment. Evaluate the value of social engineering tools to integrate with multiple knowledge and create the innovation based on area development as well as develop leadership and team working skills.</p>		
GECRRU104	<p>ภาษาอังกฤษสุดปัง Lit Up English</p> <p>บูรณาการทักษะภาษาอังกฤษเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการสื่อสารในชีวิตประจำวันกับชาวต่างชาติในสถานการณ์ต่าง ๆ ระบุ คำศัพท์ สำนวน โครงสร้างประโยคพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสื่อสารในชีวิตประจำวัน ใช้ภาษาเพื่อ อธิบาย แลกเปลี่ยนข้อมูล ร้องขอ แสดงความคิดเห็น นำเสนอข้อมูล อธิบายวัฒนธรรมของประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษ</p>	3(3-0-6)
<p>Integrate English skills as the tool for daily communication with the non-Thai speakers in various situations. Identify basic vocabulary, expressions, sentence structures necessarily for daily life contacts. Apply the language for explaining, exchanging, requesting, and presenting information, expressing opinions and explaining the culture of the country using English as the native language.</p>		

กลุ่มวิชาเลือกเรียน ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU201	<p>กฎหมายรู้แล้วรอด Law Survivor</p> <p>อธิบายกระบวนการทางกฎหมายเพื่อการอยู่รอดในสังคมรวมถึงกฎหมายที่เหมาะสมกับการใช้ชีวิตในโลกออนไลน์ ระบบสิทธิขั้นพื้นฐานของประชาชน อธิบายวิธีปฏิบัติสำหรับการแก้ไขข้อพิพาทและนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน</p> <p>Explain legal process for societal survival, including the appropriate laws for life spending in online world and basic right system of the citizen. Explain the practical methods for controversy resolution leading to the application for the problems occurred in daily life activities.</p>	3(3-0-6)
GECRRU202	<p>ฉลาดวิทย์ Smart Science Literacy</p> <p>อธิบายการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ กระบวนการ และ ประยุกต์ใช้เครื่องมือ มุมมองทางวิทยาศาสตร์ของ สิ่งรอบตัว วิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจในปัจจุบันและอนาคต การค้นคว้าและรายงานเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิทยาการสมัยใหม่ และมีการวัดผลสัมฤทธิ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อการพัฒนาผู้เรียน</p> <p>Explain scientific thought, process and the application of the tools for scientific perspectives, its surroundings, interesting sciences in the present and in the future, research and report of modern innovation advancement, and continual assessment for learner development.</p>	3(3-0-6)
GECRRU203	<p>พาเธอไปดูดาว Stargaze with Me</p> <p>อธิบายความรู้พื้นฐานด้านดาราศาสตร์ สามารถใช้แผนที่ ดาว ยกตัวอย่างการเล่าเรื่องนิทานที่เกี่ยวข้องกับดาว เบื้องต้น และยกตัวอย่างการจัดการท่องเที่ยวด้านดาราศาสตร์ พร้อมสามารถนำไปใช้สำหรับจัดกิจกรรม การตั้งแคมป์ดูดาวได้</p> <p>Explain basic knowledge of astronomy. Enable to use the star map. Exemplify the storytelling related to basic stars. Exemplify stargazing tourism management enabling to organize the stargazing camp activities.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU204	<p>ผู้ประกอบการมือใหม่ยุคดิจิทัล New Entrepreneur in Digital Age</p> <p>ศึกษาหลักการและรูปแบบธุรกิจ การสร้างมายด์เซ็ทการเป็นผู้ประกอบการ การดำเนินธุรกิจ แนวคิดและการเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นผู้ประกอบการในยุคดิจิทัล และวิเคราะห์กรณีศึกษาทางธุรกิจ โดยมีการวัดผลเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียน</p> <p>Study the business principles and types, the entrepreneurial mindset, business management, the concepts and preparation for being entrepreneurs in digital age, and analyze business cases based on the evaluation after finishing the activities in order for developing the learners.</p>	3(3-0-6)
GECRRU205	<p>รู้ทันสื่อ Media Literacy</p> <p>ศึกษาและปฏิบัติการใช้รู้เท่าทันสื่อในยุคดิจิทัล ผลกระทบจากสื่อ และองค์ประกอบการใช้รู้เท่าทันสื่อ หลักการเปิดรับและเข้าถึงข้อมูลข่าวสารจากสื่อต่างๆ เพื่อประโยชน์สูงสุด และไม่ให้เกิดผลกระทบทางลบต่อตนเองและสังคม โดยมีการวิเคราะห์กรณีศึกษาด้านสื่อในมิติต่างๆ และมีการวัดผลต่อเนื่องเพื่อพัฒนาผู้เรียน</p> <p>Study and knowingly practice about the medias in digital age and its elements, the principles of exposure and accessibility for the information from various medias for the utmost benefit, and the prevention of negative effect towards self and society through the case study analysis from various medias, and the continual assessment for learner development.</p>	3(3-0-6)
GECRRU206	<p>รสนิยมศิลป์ Artistic Taste</p> <p>ระบุแนวคิด ความหมาย และจำแนกองค์ประกอบพื้นฐานของสุนทรียศาสตร์ด้านศิลปะและดนตรี อธิบายวิวัฒนาการของศิลปะและดนตรีโดยสังเขป ยกตัวอย่างความงามของสุนทรียศาสตร์ร่วมสมัยในโลกตะวันตก และตะวันออก</p> <p>Identify the meaning and classify basic components of art and music aesthetics. Explain brief evolution of art and music. Exemplify the beauty of contemporary aesthetics in western and eastern worlds.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU207	วัฒนธรรมสร้างสรรค์ Creative Culture อธิบายแนวคิดทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์ผ่านการศึกษาหลักการ ความสำคัญของอัตลักษณ์แห่ง ทุนทางสังคมและวัฒนธรรมของแต่ละท้องถิ่น หลักการทำงานร่วมกับชุมชน วิเคราะห์บทเรียนองค์ความรู้จาก ชุมชน ประเมินคุณค่าผลงานที่เป็นต้นแบบ ผลงานศิลปกรรมท้องถิ่นร่วมสมัยที่มี อัตลักษณ์ การพัฒนาและยกระดับเศรษฐกิจให้แก่ชุมชนอย่างยั่งยืน	3(3-0-6)
	Explain the concept of creative economics through the examination of principles and importance societal and cultural capital identities of each local area, the principles of working with local communities. Analyze learned knowledge lessons derived from the communities. Evaluate the prototypical products, contemporarily local art products with its uniqueness. Sustainably develop and improve the community economic level.	
GECRRU208	เชียงใหม่ศึกษา Chiang Rai Studies ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ใน 4 มิติ คือ มิติทางกายภาพ (ที่ตั้ง และลักษณะภูมิประเทศ) มิติทาง ชีวภาพ (ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ) มิติทางสังคมและวัฒนธรรม (ความหลากหลายของกลุ่ม ชาติพันธุ์) และมิติทางการอนุรักษ์ (การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ) และกรณีศึกษา และมีการวัดผลในแต่ละกิจกรรม กรณีศึกษาให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการพัฒนาผู้เรียน	3(3-0-6)
	Study Chiang Rai Province in 4 parameters: physical appearance (location and geographical appearance), biology (ecology and bio-diversity), social and cultural parameters (ethnic diversity), conservation parameter (natural resources conservation and ecological tourism), and its case studies. Evaluate of each activity to provide the feedbacks for developing the learners.	
GECRRU209	ออกแบบรัก Love Design อธิบายพัฒนาการด้านร่างกาย จิตใจ และธรรมชาติของวัยเจริญพันธุ์ ประยุกต์ใช้ในชีวิตเรื่องการ ปรับตัวด้านความรักการแสดงออกและบทบาททางเพศอย่างสร้างสรรค์ อธิบายลักษณะของความรักในวัยเรียน จำแนกปัญหาที่เกิดจากความรัก อธิบายการมีเพศสัมพันธ์ที่ปลอดภัย โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ และพฤติกรรม เสี่ยง ตระหนักในคุณค่าของตนเองบนพื้นฐานของการเคารพสิทธิของผู้อื่นการเข้าใจพฤติกรรมและการยอมรับ ระหว่างบุคคล มีทัศนคติในการครองตนให้อยู่อย่างเหมาะสมกับความรักการปฏิบัติตนเพื่อรับมือกับความผิดหวัง และวางแผนชีวิตรักให้ยั่งยืนและมั่นคง	3(3-0-6)
	Explain the revolution of physical, mental and natural characteristics of the reproductive age. Apply the knowledge for daily life activities on love adjustment, expression and sexual role creatively. Explain love characteristics in learning age. Classify the problems caused by love. Explain safe sexual intercourse, its related communicative diseases, and sexual risk behaviors. Realize on self-esteem based on the respect of others' rights. Understand interpersonal behaviors and acceptance. Have positive attitude in self-reliance appropriately with love. Practice self to cope with disappointment and plan sustainable and stable love life.	

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU210	<p>ปฐมพยาบาลทำเองได้ First Aid</p> <p>อธิบายความหมายและความสำคัญของการปฐมพยาบาล สามารถปฐมพยาบาลผู้มีบาดแผล ผู้ได้รับสารพิษ ผู้ถูกงูและสุนัขกัด ผู้มีสิ่งแปลกปลอมเข้าหู ตา คอและจมูก ผู้ป่วยข้อเคล็ดและกระดูกหัก ชัก ช็อค และหมดสติ ปฏิบัติการช่วยฟื้นคืนชีพ ช่วยเหลือเมื่อเกิดอุบัติเหตุหมู่และอุบัติเหตุ และสามารถเคลื่อนย้ายผู้ป่วยได้</p> <p>Explain the meaning and importance of first aid enabling to assist people with wound, poisonous victim, snake and dog bites, those who have foreign objects in their ears, eyes, throat and nose, those with sprains and broken bones, convulsions, shock, and unconsciousness. Assist those who have cardio pulmonary resuscitation, mass casualty incident and disaster, and enable to move the patients.</p>	3(3-0-6)
GECRRU211	<p>ภาษาไทยในชีวิตประจำวัน Thai in Daily Life</p> <p>อธิบายทักษะทางการใช้ภาษาไทย ทั้ง 4 ทักษะ ประกอบด้วย การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน และใช้ทักษะทางภาษาไทยได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับยุคสมัย เขียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และตีความอย่างสร้างสรรค์</p> <p>Explain the skills in using Thai covering 4 parts; listening, speaking, reading and writing. Use correct Thai skills suitably for modern times. Write, analyze, synthesize, evaluate and interpret Thai language creatively.</p>	3(3-0-6)
GECRRU212	<p>รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนมังกร Know the Language and Culture of the Dragon Land</p> <p>รู้ระบบการออกเสียงของตัวอักษรภาษาจีน คำศัพท์ ไวยากรณ์ และการสร้างรูปประโยคภาษาจีน พื้นฐาน พัฒนาทักษะด้านการสื่อสารภาษาจีน สามารถสื่อสารภาษาจีนกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนใช้ภาษากับการเรียนรู้วัฒนธรรมจีน ตระหนักและเห็นคุณค่าของภาษาและวัฒนธรรมและสามารถนำความรู้ทางภาษาและวัฒนธรรมจีนไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคตได้</p> <p>Know the pronunciation of Chinese alphabets, vocabulary, grammar, and basic structure. Develop the skills of Chinese communication. Be able to communicate Chinese with others in daily life activities. Use Chinese with its cultural learning. Be aware of and appreciate on Chinese language and culture for applying in daily life activities and future careers.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU213	<p>รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนซากุระ Know the Language and Culture of the Sakura Land</p> <p>รู้ระบบการออกเสียงของตัวอักษรภาษาญี่ปุ่น คำศัพท์ ไวยากรณ์ และการสร้างรูปประโยค ภาษาญี่ปุ่นพื้นฐาน พัฒนาทักษะด้านการสื่อสารภาษาญี่ปุ่น สามารถสื่อสารภาษาญี่ปุ่นกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนใช้ภาษากับการเรียนรู้วัฒนธรรมญี่ปุ่น ตระหนักและเห็นคุณค่าของภาษาและวัฒนธรรมญี่ปุ่น และสามารถนำความรู้ทางภาษาและวัฒนธรรมญี่ปุ่นไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพในอนาคตได้</p>	3(3-0-6)
	<p>Know the pronunciation of Japanese alphabets, vocabulary, grammar and basic structure. Develop Japanese communicative skills. Be able to communicate the language in daily life situations. Use and apply the language with its cultural learning. Be aware of and appreciate on Japanese language and culture for applying in daily life activities and future careers.</p>	
GECRRU214	<p>รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนกิมจิ Know the Language and Culture of the Kimchi Land</p> <p>รู้ระบบการออกเสียงของตัวอักษรภาษาเกาหลี คำศัพท์ ไวยากรณ์ และการสร้างรูปประโยคภาษาเกาหลีพื้นฐาน สะกด เขียนตัวอักษรภาษาเกาหลี และแต่งประโยคตามโครงสร้างประโยคพื้นฐาน โดยใช้คำศัพท์และไวยากรณ์ขั้นพื้นฐาน ตลอดจนผู้เรียนสามารถตระหนักรู้ และเห็นคุณค่าทางภาษาและวัฒนธรรมเกาหลีในบริบทต่าง ๆ ผ่านการเรียนรู้เครื่องมือทางวัฒนธรรมเกาหลี เช่น K-pop, K-drama, K-food, K-tour</p>	3(3-0-6)
	<p>Know the pronunciation of Korean alphabets, vocabulary, grammar, and basic sentence structure. Spell and write Korean alphabets and basic sentence structure by using basic vocabulary and basic grammatical structure. Be aware of and appreciate on Korean language and culture in various situations though the learning process based on Korean cultural tools, for instances; K-pop, K-drama, K- food and K-tour.</p>	

รหัสวิชา ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา หน่วยกิต

GECRRU215 มหัศจรรย์ท่องเที่ยวไทย 3(3-0-6)

Amazing Thailand

ค้นคว้า เรียนรู้เรื่องราว สถานที่ กิจกรรมต่าง ๆ ทางการท่องเที่ยวเพื่อสัมผัสประสบการณ์อันน่าทึ่งในการท่องเที่ยวของประเทศไทยทั้งความสวยงามของสถานที่ท่องเที่ยว ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิต การละเล่น อาหารการกิน และกิจกรรมทางการท่องเที่ยวที่มีเอกลักษณ์เป็นของตัวเองและแตกต่างกันอย่างน่าทึ่งในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย ทั้งผ่านสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ เครื่องมือการท่องเที่ยวเสมือนและการสำรวจเพื่อสัมผัสประสบการณ์จริงตามสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญ ผลกระทบ องค์ประกอบของการท่องเที่ยวในมิติต่าง ๆ เสน่ห์ของการท่องเที่ยวในประเทศไทย ความสัมพันธ์ระหว่างการท่องเที่ยวไทยและการท่องเที่ยวโลก

Explore the Amazing Thailand towards stories, tourism destinations and activities. Discover the beauty and unique of tourist attractions, arts, culture, traditions, lifestyles, entertainment, food and tourism activities that remarkably different in different regions across Thailand both through online teaching materials and virtual tourism tools. Field study are provided, together with panel discussion towards the benefits, importance, impacts, elements of tourism in various dimensions, the charm of tourism and the relationship between Global tourism and Thailand tourism.

GECRRU216 การเป็นเจ้าบ้านที่ดี 3(3-0-6)

Be My Guest

จำแนกและระบุความต้องการของผู้มาเยี่ยมเยือนและนักท่องเที่ยว ที่มีความหลากหลายแตกต่างกันตามถิ่นที่มาจากทุกภูมิภาคของโลก ระบุสาเหตุของพฤติกรรมที่แตกต่างกันของผู้มาเยี่ยมเยือนและนักท่องเที่ยว อธิบายวิธีปฏิบัติเพื่อสร้างความพึงพอใจและความประทับใจในฐานะเจ้าของบ้านเพื่อให้ผู้มาเยี่ยมเยือนและนักท่องเที่ยวยุคใหม่มีความสุขและความพึงพอใจและตัดสินใจเดินทางกลับมาอีกครั้งพร้อมกับการเชิญชวนเพื่อน ๆ และสมาชิกในครอบครัว

Classify and identify the differences of needs and wants of tourists and visitors according to their origin destination. Identify the reasons why their behaviour is different. Explain how to satisfy and impress as a host to make guest, tourists and visitors, happy and satisfied and make the second visit with friends and family members.

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU217	<p>เสน่ห์แห่งการบริการ Charm of Service</p> <p>อธิบายหัวใจและหลักการพื้นฐานของการบริการระบุลักษณะที่ดีของการบริการและเทคนิคและวิธีในการให้บริการที่สร้างความพึงพอใจสูงสุดแก่ผู้รับบริการ จำแนกขั้นตอนและวิธีการบริการที่เป็นเลิศ อธิบายหลักของจิตวิทยาการบริการ ระบุลักษณะบุคลิกภาพที่ดีของพนักงานบริการ อภิปรายและวิเคราะห์วิธีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าและการสื่อสารเพื่อลดหรือป้องกันความขัดแย้งและข้อร้องเรียนต่าง ๆ</p> <p>Explain key foundation and principles of service. Identify the good characteristics of the service, methods and techniques in order to provide the best service to meet customer expectation and satisfaction. Identify and list procedures and methods of service excellence psychology. Explain the principles of service Identify good personality traits of service personnel. Discussion of how to handle problems solving and complaint handling is also included.</p>	3(3-0-6)
GECRRU218	<p>เที่ยวหยุดโรค Tourism Therapy</p> <p>บูรณาการและประยุกต์รูปแบบการใช้ชีวิตประจำวันให้เป็นกิจกรรมการท่องเที่ยว แสวงหาประสบการณ์แปลกใหม่เพื่อการผ่อนคลาย การทำกิจกรรมการท่องเที่ยวตามความสนใจเฉพาะ การเดิน วิ่ง ปั่น ไหว้พระ ทำสมาธิ โยคะ ต้มและกินอาหารเครื่องต้มเพื่อสุขภาพ</p> <p>Integrate and apply daily life activities with tourism activities. Seeking and exploring new experiences for relaxation. Experiencing leisure, pleasure towards travel activities according to personal special interest: walking, running, cycling, worshiping, meditation, yoga, healthy drinking and eating.</p>	3(3-0-6)
GECRRU219	<p>เกมเพื่อชีวิต Games for Life</p> <p>อธิบายความหมายของเกม ประเภทของเกม จิตวิทยาเกม กำเนิดเกม เกมกับวิถีชีวิต ทักษะการเล่น และลักษณะของเกม จำแนกรูปแบบเกม ได้แก่ เกมสันทนาการ เกมกับวิถีชีวิตไทย เกมพื้นบ้านไทย เกมกระดาน (บอร์ดเกม) เกมออนไลน์ เกมกับการเรียนรู้ เกมเครื่องมือการเรียนการสอน (เกมการศึกษา) เกมกับการใช้ชีวิตประจำวัน เกมกับทักษะวิชาชีพ เกมสร้างอาชีพ สาธิตการเล่นเกมที่พัฒนาชีวิต และการรู้เท่าทันเกม อภิปรายการป้องกันการติดเกม และการป้องกันอาชญากรรมจากเกม ออกแบบบอร์ดเกมและเกมออนไลน์</p> <p>Explain the meaning of games, types of games, the origin of games, games and ways of life, games playing skills, and games characteristics. Classify the types of games including; recreational games, games and Thai lifestyles, Thai traditional games, games and learning, games as instructional tools (educational games), games and daily life tasks, games and vocational skills, games for careers, the demonstration of games playing for life development, and game literacy. Discuss the prevention of game addict and game crime. Design board games and online games.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU220	<p>เจ้าของแบรนด์ผลิตภัณฑ์สุขภาพและความงาม Brand Ownership of Health and Beauty Products</p> <p>อธิบายขอบเขตและความหมายของผลิตภัณฑ์สุขภาพ และความงาม พัฒนาแนวคิดสำหรับสร้างผลิตภัณฑ์ สุขภาพและความงาม แนวสร้างสรรค์ ใช้สารสกัดธรรมชาติสำหรับผลิตภัณฑ์สุขภาพ และความงาม ระบุความสัมพันธ์ของคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ประยุกต์แนวคิดธุรกิจผลิตภัณฑ์สุขภาพและความงามสู่การเป็นเจ้าของแบรนด์</p> <p>Define the scope and meaning of health and beauty products. Develop the ideas for product making and creative health and beauty products. Use the natural extracts for health and beauty products. Identify the relationship between its quality and product standardization. Apply business creating ideas of health and beauty products leading to be brand owners.</p>	3(3-0-6)
GECRRU221	<p>นันทนาการ ค่ายพักแรม Recreation and Camping</p> <p>ศึกษาความรู้เกี่ยวกับ แนวคิด ขอบข่าย ความหมายและความสำคัญของนันทนาการ ประเภทของนันทนาการ การออกแบบกิจกรรมนันทนาการ การพักผ่อนด้วยกิจกรรมนันทนาการ ความหมาย ความมุ่งหมาย ลักษณะของค่ายพักแรม</p> <p>Study the knowledge of concepts, scopes, meanings and importance of recreation, types recreational activities, designs of recreational activities, relaxation with recreational activities, meanings, objectives types of camping activities.</p>	3(3-0-6)
GECRRU222	<p>แผนที่ชีวิต Life Map</p> <p>อธิบายความหมายของชีวิต รู้จักตนเอง บทบาทของตนเอง และสามารถออกแบบชีวิตตามที่ต้องการ เข้าใจและมองชีวิตในเชิงคุณค่าและความท้าทาย มีเป้าหมาย ประยุกต์ใช้ทักษะในการติดตามความก้าวหน้าของการออกแบบชีวิต โดยเน้นการสร้างกระบวนทัศน์ใหม่และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เตรียมตัวในด้านการดูแลจิตใจ การเผชิญปัญหา และการผ่อนคลายความเครียด อธิบายหลักการสื่อสารเชิงบวกสามารถใช้ชีวิตร่วมกันในสังคม ปรับตัวและวางตัวในสังคมอย่างเหมาะสม และใช้ชีวิตอย่างมีความสุขในทุกมิติ</p> <p>Explain the meanings of life. Know oneself, roles and abilities and be able to design needed lifestyle. Understand and view the life as meaningful and challenging with successful goals. Apply the skills in monitoring the progress of life design emphasizing new paradigm and essential 21st century skills. Prepare for mental care-taking, problem facing, and stress reduction. Explain positive communication being able to spend life with other societal residents happily, adjustment and positioning self in the social groups appropriately as well as spending life happily in every situation.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU223	<p>สมาธิเพื่อพัฒนาชีวิต Meditation for Life Development</p> <p>ศึกษาความหมายของการทำสมาธิ จุดประสงค์ วิธีการ ขั้นตอน จุดเริ่มต้นของการทำสมาธิ ลักษณะของการบริการและการทำสมาธิ ประโยชน์ของสมาธิ ลักษณะอาการต่อต้านสมาธิ และการนำสมาธิไปใช้ในชีวิตประจำวัน สมาธิกับการเรียนและการทำงาน ลักษณะ ขั้นตอน คุณสมบัติ ประโยชน์ของฌานและญาณ ความรู้เบื้องต้นเรื่องวิปัสณา ความแตกต่างระหว่างสมณะกับวิปัสณา แผนผังสมณะกับวิปัสณา ชาวโลกกับวิปัสณา โดยมี การฝึกปฏิบัติสมาธิ (เดินจงกรมและนั่งสมาธิ) และมีการวัดผลหลังเสร็จกิจกรรม</p> <p>Study the meanings of meditation, objectives, methods, steps, origins of meditation, the characteristics of chanting and meditation practice, the benefit of meditation, the symptom of meditation against, and the application of meditation for daily life activities. Study meditation and learning and working, characteristics, steps and qualifications, benefits of contemplation, basic knowledge of introspection, differences of humbleness and contemplation, world population and contemplation through the meditation practices (walking meditation and meditating), and the assessment and evaluation after finishing the activities.</p>	3(3-0-6)
GECRRU224	<p>มารยาทการเข้าสังคม Social Etiquette</p> <p>เรียนรู้เกี่ยวกับมารยาทการเข้าสังคมการสื่อสารด้วยภาษาพูด และภาษากาย ฝึกมารยาทบนโต๊ะอาหาร การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการรับประทานอาหารแบบสากลการแสดงออกในที่สาธารณะ บุคลิกและการแต่งกาย สามารถปรากฏกายได้เหมาะสมกับกาลเทศะ</p> <p>Learn about social etiquette. The arts of communication towards spoken language and body language. Off the job practical training about table manners and how to use tools and equipment for international serving. Public appearance, dress-up and showing well personality in various situations appropriately.</p>	3(3-0-6)
GECRRU225	<p>สุขภาพดีด้วยสมุนไพรและการแพทย์ไทย Healthy with Thai Herbs and Medicine</p> <p>จำแนกและระบุการใช้สมุนไพรใกล้มือสำหรับการดูแลสุขภาพตนเองและครอบครัว อธิบายวิธีการใช้ยาสามัญประจำบ้านของการแพทย์แผนไทยจากสมุนไพร ประยุกต์ใช้สมุนไพรเพื่อสุขภาพความงาม และความสะอาด การดูแลรูปร่าง และสุขภาพผิว การดูแลโรคเรื้อรัง และอาการเจ็บป่วยพื้นฐานด้วยภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร</p> <p>Classify and identify the utilization of herbal medicine nearby for self and family care. Explain how to use Thai traditionally herbal home remedies. Apply the use of herbs for health and beauty care, cleanliness, cares of body shape, skin health, chronic diseases, and basic sicknesses with Thai traditional wisdoms and herbs.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU226	<p>ศิลปะการใช้ชีวิต Art of Living</p> <p>จำแนกและระบุหลักการ แนวคิด ความหมาย ปัจจัย และอิทธิพลที่ส่งผลต่อบุคลิกภาพ จำแนกบุคลิกภาพที่ดีทั้งด้านร่างกายและจิตใจ เข้าใจตนเองและผู้อื่น สามารถปรับตัวเข้ากับคนทั้งในองค์กรและนอกระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ จัดระบบการเข้าสังคมภายใต้บริบทที่แตกต่าง การวางตัวในโอกาสต่าง ๆ ภายใต้ธรรมเนียมไทยและสากล และการฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาบุคลิกภาพ</p> <p>Classify and identify the principles, concepts, meanings, factors, and influences impacting personality. Classify good personalities physically and mentally. Understand self and others and be able to effectively adjust self with others in the organization and outside. Systematize socialization under different context and self-positioning in various occasions under Thai and international customs. Regularly practice self for personality development.</p>	3(3-0-6)
GECRRU227	<p>ศาสตร์แห่งความเป็นผู้นำ The Science of Leadership</p> <p>ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับผู้นำ รูปแบบของผู้นำสำหรับการสร้างและการตระหนักถึงประโยชน์ของการเปลี่ยนแปลง ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้เชิงนวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ และอภิปรายกระบวนการพัฒนาผู้นำเชิงสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมเชิงยุทธศาสตร์ ทักษะการสื่อสารของผู้นำ การบริหารความขัดแย้งและการเจรจาต่อรอง และอธิบายผู้นำที่เหมาะสมแก่การสร้างองค์การนวัตกรรมบนพื้นฐานแห่งภูมิปัญญาท้องถิ่น ตลอดจนศึกษาภาคสนาม เพื่อศึกษาความเป็นผู้นำทั้งในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน</p> <p>Study the concepts and theories of leaders, types of leaders for constructing the awareness of benefits of changing factors that enhances innovative learning and information technology. Discuss the process of creative leader development. Develop the leaders' strategic innovation, communication skills, conflict management and negotiation. Explain the qualified leaders for innovative organization building based on local wisdom. And study field work for investigating the leaders' leadership in both governmental and private sectors.</p>	3(3-0-6)
GECRRU228	<p>รู้แล้วรอด How to Survive</p> <p>อธิบาย จำแนก และยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับภัยธรรมชาติและภัยพิบัติจากมนุษย์ในโลกปัจจุบัน อธิบายกระบวนการจัดการเชิงพื้นที่ในการรับมือภัยพิบัติรูปแบบต่าง ๆ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกับสถานการณ์ภัยพิบัติ ใช้หลักการเอาตัวรอดและการให้ความช่วยเหลือเมื่อประสบกับภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน และอภิปรายกรณีศึกษาการเกิดภัยพิบัติ</p> <p>Explain, classify and exemplify about natural phenomenon and disasters caused by the present world populations. Explain the process of area-based management by applying technologies with disastrous situations. Use the principles of survival and assistance when facing occurring disasters and emergencies. And explain the case studies about disastrous occurs.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อวิชาคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
GECRRU229	<p>ปรับห้องตามฮวงจุ้ย เปลี่ยนชีวิตให้สุดปัง Feng Shui Adjustment for Enhancement Life Prosperity</p> <p>อธิบายพื้นฐานของฮวงจุ้ยในเรื่องธาตุและความหมายฮวงจุ้ยตามศาสตร์จีน เข้าใจหลักการจัดสภาพแวดล้อมของห้องให้มีความสมดุลและกลมกลืนกับพลังงานธรรมชาติ แสดงภาพประกอบการออกแบบพื้นที่ห้องด้วยการจัดวางผังเครื่องเรือน การเลือกใช้สีและวัสดุของเครื่องเรือนเพื่อการออกแบบให้ผู้อยู่อาศัยมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีและปลอดภัย</p> <p>Explain the basic principles of Feng Shui based on Chinese knowledge. Understand the principles of room environmental management to balance and harmonize with natural energies. Present the pictures for room floor design with the layout of furniture in order to make the residents happy, physically and mentally healthy and safe.</p>	3(3-0-6)

ข. หมวดวิชาเฉพาะ

1) กลุ่มวิชาแกน ให้เรียน 24 หน่วยกิต

(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET1101	<p>ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Biology and laboratory</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของชีววิทยาและการปฏิบัติการทางชีววิทยา เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของสิ่งมีชีวิตทั้งในระดับเซลล์และอวัยวะ ใช้ความรู้ในการวิเคราะห์ปัญหาพื้นฐานและฝึกการใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางชีววิทยาในการทดลองอย่างถูกต้องและปลอดภัย</p> <p>Explain the basic principles of biology and laboratory practices to develop an understanding of the functioning of living organisms at the cellular and organ levels. Use this knowledge to analyze basic problems. Practice the correct and safe use of biological tools and equipment in laboratory experiments.</p>	3(2-2-5)
AET1102	<p>เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Chemistry and laboratory</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของเคมี รวมถึงโครงสร้างของอะตอม พันธะเคมี ปฏิกิริยาเคมี และหลักการที่เกี่ยวข้องในระบบต่าง ๆ ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง</p> <p>Explain the fundamental principles of chemistry, including atomic structure, chemical bonds, and relevant chemical reactions in various systems. Practice in the laboratory to develop skills in the correct use of tools and equipment.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET1103	<p>ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Physics and laboratory</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของฟิสิกส์ เช่น กฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงาน และแรง ศึกษาปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ทดลองปฏิบัติการฟิสิกส์เพื่อเสริมความเข้าใจในทฤษฎี เช่น การวัดแรง และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ ใช้เครื่องมือทางฟิสิกส์อย่างถูกต้อง</p> <p>Explain the fundamental principles of physics, such as the laws of motion, energy, and forces. Study physical phenomena in nature. Perform laboratory experiments to enhance understanding of theories, such as force measurement and motion analysis. Practice using physics instruments correctly.</p>	3(2-2-5)
AET1104	<p>คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน Foundation of Mathematics and Statistics</p> <p>อธิบายแนวคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และสถิติ เช่น การคำนวณเบื้องต้น การใช้ฟังก์ชัน ตัวแปร และสมการ รวมถึง วิเคราะห์ ข้อมูลเชิงสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐาน เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐานในชีวิตประจำวัน</p> <p>Explain the fundamental concepts of mathematics and statistics, including basic computations, the use of functions, variables, and equations, as well as statistical data analysis, such as measures of central tendency, dispersion, and hypothesis testing to solve basic mathematical and statistical problems in daily life.</p>	3(3-0-6)
(2) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต		
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
AET1105	<p>เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro-Environmental Technology</p> <p>อธิบายแนวคิดและหลักการของเคมีวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเลือกใช้เครื่องมือและเทคนิคทางเคมีที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ อากาศ และพืช เน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และการทำงานเป็นทีม ฝึกปฏิบัติการใช้งานเครื่องมือวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์อย่างถูกต้อง</p> <p>Explain the principles and concepts of qualitative and quantitative analytical chemistry related to agro-environmental technology, including the selection of appropriate chemical instruments and techniques for the analysis of soil, water, air, and plant samples. Emphasize the development of scientific problem-solving skills, analytical thinking, and teamwork. Practice using analytical tools and evaluating results correctly.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET1106	เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro-Environmental Technology อธิบายหลักการและกระบวนการทางเคมีอินทรีย์เบื้องต้น และการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม ฝึกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางเคมีอินทรีย์ในการศึกษาปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Explain the basic principles and processes of organic chemistry and its applications in developing agricultural environmental technologies. Practice using tools and equipment in organic chemistry to study reactions related to agro-environmental technology.	3(2-2-5)
AET1107	ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Biochemistry for Agro-Environmental Technology อธิบายหลักการและกระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญในเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เน้นประยุกต์ใช้ความรู้ด้านชีวเคมีในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ยั่งยืน พัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ Explain the fundamental principles and processes of biochemistry relevant to agro-environmental technology. Emphasize the application of biochemistry knowledge in natural resource management and the development of sustainable technologies. Develop the ability to use appropriate tools and equipment for effective work.	3(2-2-5)
AET3101	พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology อธิบายหลักการและวิธีการประเมินความเสี่ยงจากสารพิษในสิ่งแวดล้อม เน้นการระบุแหล่งที่มาของสารพิษ ประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการใช้เทคนิคในการตรวจวัดและเครื่องมือทางพิษวิทยาในภาคสนาม Explain the principles and methods for assessing the risks of toxic substances in the environment. Focusing on identifying sources of pollutants, evaluating their impacts on health and the environment, and applying techniques for measurement and toxicological tools in fieldwork.	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
	2) กลุ่มวิชาบังคับ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 49 หน่วยกิต	
รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET2101	<p>หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Principle of Agro-Environmental Technology</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการผลิตพืช สัตว์ และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน การลดของเสียและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการเกษตร เทคโนโลยีพลังงานทางเลือก ระบบเกษตรอินทรีย์และเกษตรอัจฉริยะ รวมถึงนโยบายและแนวทางการพัฒนาเกษตรกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับท้องถิ่นและสากล</p> <p>Explain the fundamental principles of environmentally friendly agricultural technology. Apply technology in plant and animal production, and the sustainable management of natural resources. The efficient use of resources, waste reduction, and minimizing environmental impacts. Biotechnology for agriculture, alternative energy technologies, organic farming systems, and smart agriculture, as well as policies and development strategies that emphasize environmental considerations at both local and global levels.</p>	3(2-2-5)
AET2102	<p>นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร Ecology and Agroecology</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของนิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กระบวนการทางชีวภาพ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง วัฏจักรสารอาหาร การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ วิเคราะห์ผลกระทบของกิจกรรมเกษตรต่อสิ่งแวดล้อม ฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศเกษตรอย่างถูกต้อง</p> <p>Explain the fundamental principles of ecology and agroecology, including interactions between living organisms and their environment, biological processes, such as photosynthesis, nutrient cycling, and living organisms adaptations within ecosystems. Analyze the impacts of agricultural activities on the environment. Practice using tools and equipment to assess environmental quality and agroecological systems accurately.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET2103	<p data-bbox="406 268 941 324">เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="406 324 1165 369">Agricultural and Environmental Machinery Technology</p> <p data-bbox="215 369 1441 604">อธิบายหลักการทำงานและองค์ประกอบของเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อมสมัยใหม่ การเลือกใช้ การคำนวณสมรรถนะ การตรวจสอบความปลอดภัย และการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเกษตร เช่น อุปกรณ์เตรียมดิน เครื่องปลูกพืช เครื่องให้ปุ๋ย เครื่องพ่นสารเคมี เครื่องตัด และเครื่องเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ปัญหาและเลือกใช้เครื่องจักรให้เหมาะสมกับสภาพงานจริง รวมถึงการประเมินผลการปฏิบัติงานของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร</p> <p data-bbox="215 616 1441 896">Explain the operating principles and components of modern agricultural machinery, including machinery selection, performance calculation, safety inspection, and maintenance, as well as various types of equipment, such as tillage implements, planting machines, fertilizer applicators, sprayers, cutters, and harvesters. Analyze problems and select appropriate machinery for field conditions, and evaluate machine performance to improve the efficiency of agricultural production.</p>	3(3-0-6)
AET2104	<p data-bbox="406 940 909 996">เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน</p> <p data-bbox="406 996 909 1041">Sustainable Postharvest Technology</p> <p data-bbox="215 1041 1441 1276">อธิบายหลักการของการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงกระบวนการควบคุมคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร ใช้ความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เช่น การเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมบรรยากาศ การขนส่ง และการแปรรูปสดพร้อมบริโภค พัฒนากระบวนการจัดการผลิตผลทางการเกษตรเพื่อการบริโภคและการจำหน่ายทั้งในประเทศและการส่งออก เพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลทางการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p data-bbox="215 1288 1441 1568">Explain the principles of post-harvest agriculture, including quality control processes for agricultural products. Use this knowledge on appropriate post-harvest practices, such as modified atmosphere storage, transportation, and fresh-cut processing. Develop management processes for agricultural products for consumption and distribution in both domestic and export markets to enhance value and extend the shelf life of agricultural products efficiently.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET2105	<p data-bbox="406 268 1228 324">การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบชลประทานเพื่อเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="406 324 1292 414">Water Resource and Irrigation Management for Agro-Environmental Systems</p> <p data-bbox="215 414 1441 660">อธิบายความสำคัญของน้ำในภาคการเกษตร รวมถึงวัฏจักรของน้ำและแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร ประเมินความต้องการน้ำของพืชและกำหนดแนวทางการให้น้ำอย่างเหมาะสม พัฒนาทักษะในการควบคุมและวัดปริมาณน้ำ ศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการชลประทานรูปแบบต่างๆ เช่น การให้น้ำทางผิวดิน การให้น้ำทางใต้ผิวดิน การให้น้ำแบบฉีดฝอย และการให้น้ำแบบหยด ประยุกต์ใช้ระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพ โดยบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำทางการเกษตรอย่างยั่งยืน</p> <p data-bbox="215 660 1441 952">Explain the importance of water in agriculture, including the water cycle and agricultural water sources. Evaluate crop water requirements and determine appropriate irrigation strategies. Develop skills in water control and measurement. Study and compare various irrigation methods, such as surface irrigation, subsurface irrigation, sprinkler irrigation, and drip irrigation. Apply efficient irrigation systems by integrating modern technology to optimize water use for sustainable agricultural practices.</p>	3(3-0-6)
AET2106	<p data-bbox="406 996 790 1041">เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน</p> <p data-bbox="406 1041 901 1086">Green Technology for Sustainability</p> <p data-bbox="215 1086 1441 1288">อธิบายแนวคิดและหลักการของเทคโนโลยีสีเขียวที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานทดแทน การจัดการขยะอย่างยั่งยืน การใช้เทคโนโลยีที่ลดการปล่อยมลพิษและการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต ศึกษาแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนและการอนุรักษ์ธรรมชาติที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน</p> <p data-bbox="215 1288 1441 1512">Explain the concepts and principles of green technology, focusing on efficient resource use and environmental friendliness, such as renewable energy, sustainable waste management, and technologies that reduce pollution and chemical usage in production processes. Explore strategies for developing technologies that promote the use of renewable resources and conservation of nature that align with sustainable development goals (SDGs).</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET2107	<p>กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน</p> <p>Laws, Policies, and Ethics for Sustainable Agro-Environmental Management</p>	3(3-0-6)
	<p>อธิบายหลักการและบทบัญญัติของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับประเทศและระหว่างประเทศ ทำความเข้าใจนโยบายและมาตรการทางกฎหมายที่ส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ประเมินผลกระทบของกฎหมายและนโยบายต่อความมั่นคงทางเกษตรและอาหาร ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมต่อการเกษตร และเศรษฐกิจของเกษตรกร ประยุกต์ใช้แนวทางทางกฎหมายและนโยบายเพื่อพัฒนาภาคเกษตรกรรมให้สอดคล้องกับหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืนและมาตรฐานสากล</p> <p>Explain the principles and provisions of laws related to agriculture and the environment at both national and international levels. Understand policies and legal measures affecting the agricultural sector and natural resource management. Evaluate the impacts of laws and policies on agricultural and food security, environmental sustainability in agriculture, and the economic well-being of farmers. Apply legal and policy approaches to develop the agricultural sector in alignment with sustainable development principles and international standards.</p>	
AET2108	<p>การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p>Agro-Environmental System and Technology Management</p>	3(3-0-6)
	<p>อธิบายเทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้ในระบบเกษตร รวมถึงการประยุกต์คอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการวางแผนกระบวนการผลิตสินค้าเกษตร ประเมินและประยุกต์ใช้แนวทางนโยบาย มาตรฐาน และการควบคุมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร รวมถึงการศึกษามาตรฐานสินค้าเกษตรและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain about technologies applied in agricultural systems, including the use of computers for data collection and analysis to support agricultural production planning. Evaluate and apply policies, standards, and regulations related to agriculture, including the study of agricultural product standards and environmental regulations.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3102	<p data-bbox="406 268 1045 324">เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน</p> <p data-bbox="406 324 1165 369">Smart Agriculture and Sustainable Production Systems</p> <p data-bbox="197 369 1430 616">อธิบายแนวคิดและหลักการของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ เช่น การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ปัญญาประดิษฐ์ ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และระบบอัตโนมัติในภาคเกษตร ศึกษาเซ็นเซอร์ ระบบควบคุมระยะไกล และการจัดการข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดการใช้ทรัพยากร และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เน้นการพัฒนาทักษะในการออกแบบและพัฒนาโซลูชันทางเทคโนโลยีสำหรับภาคเกษตร</p>	3(2-2-5)
	<p data-bbox="406 616 1430 851">Explain the concepts and principles of smart agriculture technology, including applications of Internet of Things, artificial intelligence, big data analytics, and automation in agriculture. Explore sensors, remote control systems, and data management techniques to enhance productivity, optimize resource use, and minimize environmental impact. Emphasize skill development in designing and developing technological solutions for agriculture.</p>	
AET3103	<p data-bbox="406 896 1212 952">การควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="406 952 1141 1041">Water Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems</p> <p data-bbox="197 1041 1430 1288">อธิบายปัญหามลพิษทางน้ำจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น แหล่งชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม วิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ พัฒนาแนวทางการควบคุมมลพิษทางน้ำโดยใช้หลักการเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง ฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ประยุกต์องค์ความรู้เพื่อเสนอแนวทางแก้ปัญหามลพิษทางน้ำร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ โดยคำนึงถึงกฎหมาย มาตรฐานสิ่งแวดล้อม และจรรยาบรรณวิชาชีพ</p>	3(2-2-5)
	<p data-bbox="406 1288 1430 1612">Explain the issues of water pollution from various sources, such as communities, industries, and agriculture. Analyze the impacts of water pollution on the environment and human health. Develop strategies for water pollution control using principles of relevant technologies and innovations. Practice the use of tools and equipment for water quality monitoring and analysis. Apply knowledge to propose solutions for water pollution problems in integration with other disciplines considering laws, environmental standards, and professional ethics.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3104	<p data-bbox="430 268 1117 358">การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="430 369 1117 459">Air Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems</p> <p data-bbox="197 470 1430 694">อธิบายแหล่งกำเนิดและประเภทของมลพิษทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซพิษ และสารเคมีในอากาศ วิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพมนุษย์ และระบบนิเวศ ศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการควบคุมมลพิษทางอากาศ เช่น การกรอง การดูดซับ และการเผาไหม้ ศึกษากฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศ พัฒนาทักษะในการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมมลพิษทางอากาศเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน</p> <p data-bbox="197 705 1430 985">Explain the sources and types of air pollution, including particulate matter, toxic gases, and airborne chemicals. Analyze the impacts of air pollution on the environment, human health, and ecosystems. Explore air pollution control technologies and processes, such as filtration, adsorption, and combustion. Study relevant laws and standards related to air quality. Develop skills in analyzing and designing air pollution control systems to address problems effectively and sustainably.</p>	3(2-2-5)
AET3105	<p data-bbox="430 1041 1244 1131">การควบคุมและการจัดการของเสียอันตรายในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="430 1142 1165 1187">Hazardous Waste Management and Control in Agro-Environmental Systems</p> <p data-bbox="197 1198 1430 1377">อธิบายแหล่งที่มาของของเสียอันตรายประเภทต่าง ๆ เช่น ของเสียจากอุตสาหกรรม เคมีภัณฑ์ พลังงาน และภาคการเกษตร วิเคราะห์คุณสมบัติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ศึกษาวิธีการและเทคโนโลยีในการจัดการและควบคุมของเสียอันตราย เช่น การเก็บรวบรวม การขนส่ง การกำจัด และการรีไซเคิล รวมถึงกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอันตราย</p> <p data-bbox="197 1388 1430 1612">Explain the sources of various types of hazardous waste, such as waste from industrial processes, chemicals, energy production, and agriculture. Analyze the properties and impacts on the environment and human health. Explore methods and technologies for managing and controlling hazardous waste, including collection, transportation, disposal, and recycling. Study relevant laws and standards related to hazardous waste management.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3106	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Geoinformatics for Sustainable environmental management	3(2-2-5)
	<p>อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม เช่น การวิเคราะห์การใช้ที่ดิน การจัดการน้ำ การติดตามสภาพภูมิอากาศ และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ศึกษาวิธีการและเทคโนโลยีในการเก็บข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ดาวเทียม และอากาศยานไร้คนขับ เพื่อใช้ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืนในภาคการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain geoinformatics and their applications in managing agricultural and environmental resources, such as land use analysis, water management, climate monitoring, and natural resource management. Study methods and technologies for collecting data from various sources, such as satellites and unmanned aerial vehicle, to support decision-making related to sustainable development in agriculture and the environment.</p>	
AET3107	การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมเกษตร Management System and Environment in Agro-Industry	3(2-2-5)
	<p>อธิบายเกี่ยวกับการจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมเกษตรโดยเน้นการใช้เทคโนโลยีและกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการผลิตอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรอย่างยั่งยืน ศึกษากระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การควบคุมมลพิษ การจัดการขยะ และการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการอุตสาหกรรมเกษตร</p> <p>Explain the management of systems and the environment in the agricultural industry, focusing on the use of efficient technologies and processes to produce food and agricultural products sustainably. Study environmentally friendly production processes, natural resource management, pollution control, waste management, and reducing environmental impacts from agricultural industrial processes.</p>	
AET4101	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3(3-0-6)
	<p>อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการและหลักการในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบของกิจกรรมหรือโครงการต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในแง่ของธรรมชาติและสังคม ศึกษาเกี่ยวกับการป้องกันและการบรรเทาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain the processes and principles of environmental impact assessment, which includes analyzing the potential environmental impacts of activities or projects on both the natural environment and society. Study methods for preventing and mitigating environmental impacts.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET4102	<p data-bbox="430 313 893 369">สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="430 369 1037 414">Seminar in Agro-Environmental Technology</p> <p data-bbox="197 414 1430 649">อธิบายแนวทางและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ผ่านการสัมมนาและการนำเสนอหัวข้อจากการศึกษาและการค้นคว้าวิจัยใหม่ ๆ ประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมร่วมกับศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และค้นคว้าความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงเทคโนโลยีในการทำงานได้ สื่อสารความรู้และทำงานเป็นทีมเพื่อพัฒนาทักษะการตัดสินใจและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์เฉพาะหน้า</p> <p data-bbox="197 649 1430 940">Explain the current approaches and technologies related to agro-environmental technology through seminars and presentations on recent studies and research. Apply basic knowledge of agro-environmental technology along with related fields, and research new knowledge to develop or improve technological practices. Communicate knowledge and work collaboratively for developing decision-making skills and the ability to solve ad hoc problems.</p>	1(0-2-1)
AET4103	<p data-bbox="430 985 973 1041">โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="430 1041 1149 1086">Research Project in Agro-Environmental Technology</p> <p data-bbox="197 1086 1430 1321">ศึกษาค้นคว้าปัญหาพิเศษทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมโดยประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในภาคการผลิตทางการเกษตรและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างถูกต้อง บูรณาการความรู้ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ภายใต้กรอบกฎหมายและจรรยาบรรณในการทำงาน ฝึกฝนการทำงานเป็นทีม และพัฒนาทักษะการสื่อสารการตัดสินใจ</p> <p data-bbox="197 1321 1430 1612">Explore special issues in agro-environmental technology by applying fundamental knowledge related to agro-environmental technology to solve real-world problems in agricultural production and environmental management. Use relevant tools and equipment to address problems accurately. Integrate knowledge involving other disciplines within legal and ethical frameworks. Practice teamwork skills and develop communication and decision-making skills.</p>	3(0-6-3)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
	3) กลุ่มวิชาเลือก ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต	
รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET2109	<p>การควบคุมและการจัดการมลพิษเสียงและการสั่นสะเทือนในระบบเกษตร สิ่งแวดล้อม</p> <p>Noise and Vibration Management and Control in Agro-Environmental Systems</p> <p>อธิบายลักษณะเฉพาะของเสียงและการสั่นสะเทือน ระดับของเสียง และการได้ยิน ใช้ความรู้เพื่อจำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงและผลกระทบที่เกิดขึ้น เรียนรู้วิธีการวัดเสียงและการควบคุมเสียง และพัฒนาแนวทางการป้องกันเสียงและความสั่นสะเทือนในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ประเมินนโยบาย กฎระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเสียงและความสั่นสะเทือน เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติตามมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ</p> <p>Explain the characteristics of sound and vibration, sound levels, and hearing. Use this knowledge to classify the sources of sound and their impacts. Learn methods for measuring and controlling sound, and develop strategies for preventing noise and vibration in various environments. Evaluate policies, regulations, and standards related to sound and vibration control to promote compliance with environmental and health standards.</p>	3(2-2-5)
AET2110	<p>การจัดการป่าชุมชนและวนเกษตรอินทรีย์</p> <p>Community Forest Management and Organic Agroforestry</p> <p>อธิบายหลักการที่ทำให้เกิดความยั่งยืนถาวรของระบบป่าธรรมชาติร่วมกับการทำเกษตรที่ถูกต้อง ใช้ความรู้ในการเลือกชนิดของพืชที่เหมาะสมกับป่าแต่ละประเภท เพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนของระบบนิเวศ ประยุกต์ใช้ระบบการเกษตรกรรมที่ทำในพื้นที่ป่าในแต่ละพื้นที่ และระบบเกษตรในป่าชุมชนได้อย่างเหมาะสม</p> <p>Explain the principles that contribute to the long-term sustainability of natural forest ecosystems integrated with proper agricultural practices. Utilize knowledge to select appropriate plant species for each forest type to enhance environmental quality and ecosystem sustainability. Apply suitable agricultural systems in various forest areas and community forests.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET2111	<p data-bbox="406 324 813 369">การบริหารจัดการฟาร์มอย่างยั่งยืน</p> <p data-bbox="406 369 837 414">Sustainable Farm Management</p> <p data-bbox="215 414 1410 604">อธิบายและทำความเข้าใจความหมาย ความสำคัญ และความสัมพันธ์ของการจัดการฟาร์ม ศึกษาเศรษฐศาสตร์ในการจัดการฟาร์ม การบันทึกกิจการฟาร์ม การวางแผนธุรกิจฟาร์มและการจัดการงบประมาณ จัดหาสินเชื่อเพื่อประกอบกิจการฟาร์ม แก้ปัญหาในการจัดการฟาร์มและการใช้ที่ดินป่าไม้กับการเกษตร</p>	3(3-0-6)
	<p data-bbox="215 616 1410 795">Explain and understand the meaning, importance, and interrelationship of farm management. Study farm economics, farm record-keeping, business planning, and budget management. Explore the process of securing loans for farm operations. Solve problem for farm management and forestry land use with agriculture.</p>	
AET2112	<p data-bbox="406 851 821 896">เทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน</p> <p data-bbox="406 896 925 940">Soilless Plant Production Technology</p> <p data-bbox="215 940 1410 1220">อธิบายหลักการและแนวคิดพื้นฐานของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมถึงระบบและเทคนิคต่าง ๆ เช่น การปลูกพืชในน้ำ การปลูกพืชในวัสดุปลูก การปลูกพืชแบบแอโรโพนิกส์ และระบบปลูกพืชแนวตั้ง วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ น้ำ สารละลายธาตุอาหาร แสง อุณหภูมิ ความชื้น และการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือน การเลือกชนิดพืช ระบบการผลิต การดูแลรักษา การควบคุมโรคและแมลง รวมถึงต้นทุนการผลิตและแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินทั้งในระดับครัวเรือนและเชิงพาณิชย์</p>	3(2-2-5)
	<p data-bbox="215 1232 1410 1563">Explain the fundamental principles and concepts of soilless cultivation, including various systems and techniques, such as hydroponics, substrate culture, aeroponics, and vertical farming systems. Analyze factors affecting plant growth, including water, nutrient solutions, light, temperature, humidity, and environmental management within greenhouses. Plant selection, production systems, maintenance, pest and disease control, as well as production costs and the development trends of soilless cultivation technology at both household and commercial levels.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
-----------------	-------------------------------	-----------------

AET2113	การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Environment and Natural Resource Management	3(2-2-5)
----------------	--	-----------------

อธิบายหลักการและแนวทางการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร การเกษตร ใช้ความรู้ในการจำแนกประเภทของทรัพยากรที่มีบทบาทสำคัญต่อการประกอบอาชีพ เกษตรกรรม และสามารถนำแนวทางการประเมินคุณภาพทรัพยากรมาใช้วิเคราะห์สถานการณ์สิ่งแวดล้อม ในพื้นที่เกษตรกรรม ฝึกฝนการใช้เครื่องมือและเทคนิคการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อตรวจสอบ ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการผลิตทางการเกษตร

Explain the principles and approaches for assessing environmental quality and managing agricultural resources. Use knowledge to classify types of resources that play a crucial role in agricultural occupations and utilize resource assessment methods to analyze environmental conditions in agricultural areas. Develop skills in using tools and techniques for environmental quality assessment to examine the impacts on agricultural production.

AET2114	การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Environmental Sustainable Development	3(3-0-6)
----------------	--	-----------------

อธิบายหลักการและแนวทางในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยเน้นการบูรณาการ ระหว่างการพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการ วางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการมลพิษ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการ ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษากรณีตัวอย่างของโครงการพัฒนาที่ยั่งยืน และการ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอย่างยั่งยืน

Explain the principles and approaches to sustainable environmental development, focusing on the integration of economic, social, and environmental development. Apply sustainable development concepts in natural resource planning, pollution management, biodiversity conservation, and climate change adaptation. Explore case studies of sustainable development projects and promoting community participation in sustainable development.

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET2115	การสร้างผู้นำและเครือข่ายเพื่อการพัฒนาเกษตรสิ่งแวดล้อม Leadership and Networking for Agro-Environmental Development	3(2-2-5)
	<p>อธิบายหลักการการพัฒนาภาวะผู้นำและความสำคัญของภาวะผู้นำในการพัฒนาการเกษตร รวมถึงสามารถจำแนกบทบาทของบุคลากรทางการเกษตรและความสัมพันธ์ระหว่างผู้นำกับการพัฒนาเกษตรกรรม ประยุกต์ใช้แนวคิดภาวะผู้นำในการพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการเกษตร และใช้เครื่องมือและกลยุทธ์ในการเสริมสร้างพลังของเครือข่ายทางการเกษตร</p> <p>Explain the principles of leadership development and the importance of leadership in agricultural development, including to identify the roles of agricultural personnel and the relationship between leadership and agricultural advancement. Apply leadership concepts to enhance the potential of agricultural personnel and utilize tools and strategies to empower agricultural networks.</p>	
AET3108	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Sustainable Agro-Environmental Remediation Technology	3(2-2-5)
	<p>อธิบายแนวคิด หลักการ และเทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์และธรรมชาติ เช่น การฟื้นฟูดินที่ปนเปื้อน และการฟื้นฟูแหล่งน้ำ การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีทางกายภาพและเคมี</p> <p>Explain the concepts, principles, and technologies for remediating environments impacted by human activities, and natural processes, such as soil remediation, and water remediation. Selecting appropriate technologies, including biotechnologies, physical and chemical methods.</p>	
AET3109	การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Digital Image Processing for Sustainable Environmental Management	3(2-2-5)
	<p>อธิบายแนวคิด หลักการ และเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับการจัดการด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม การประมวลผลภาพดิจิทัลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ การวิเคราะห์ข้อมูลภาพ การจำแนกประเภทภาพ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องในการวิเคราะห์และตัดสินใจ ประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์เพื่อแก้ปัญหาในบริบทของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การตรวจสอบสภาพแวดล้อม และการสนับสนุนการเกษตรที่ยั่งยืน</p> <p>Explain the concepts, principles, and techniques of digital image processing for agricultural and environmental management. Digital image processing using satellite, and aerial images. Image data analysis, image classification, and the application of softwares in analysis, and decision-making in terms of natural resource management, environmental monitoring, and supporting sustainable agriculture.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3110	<p data-bbox="406 324 997 369">เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน</p> <p data-bbox="406 369 1141 414">Environmental Economics for Sustainable Agriculture</p> <p data-bbox="215 414 1406 660">อธิบายแนวคิดและหลักการเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม การประเมินค่าของทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบจากนโยบายสิ่งแวดล้อม และการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริบทเศรษฐกิจและสังคม พัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ทางการเงิน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์</p> <p data-bbox="215 660 1406 896">Explain the concepts and principles of economics related to natural resource and environmental management, including environmental cost-benefit analysis, valuation of natural resources, the impact of environmental policies, and the management of environmental issues in economic, and social contexts. Develop skills in applying economic tools, such as financial analysis, and cost-benefit analysis.</p>	3(3-0-6)
AET3111	<p data-bbox="406 952 1013 996">การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="406 996 1173 1041">Water Quality Analysis for Agro-Environmental Systems</p> <p data-bbox="215 1041 1406 1288">วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของน้ำที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ โดยใช้เครื่องมือและเทคนิคทางห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม ประเมินผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อระบบนิเวศและกิจกรรมของมนุษย์ และบูรณาการองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมในการจัดการและปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างยั่งยืน รวมทั้งพัฒนาทักษะในการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อเตรียมความพร้อมสู่การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ</p> <p data-bbox="215 1288 1406 1568">Analyze the chemical, physical, and biological components of water affecting water quality using appropriate laboratory tools, and techniques. Evaluate the impact of water quality on ecosystems, and human activities. Integrate knowledge of agricultural environmental technology in managing, and improving water quality sustainably. Develop skills in communication, teamwork, and problem-solving to prepare for professional workplace environments.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3112	หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อม Principle of Environmental Health	3(3-0-6)
	<p>อธิบายแนวคิดและหลักการของอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของมนุษย์และคุณภาพของสิ่งแวดล้อม โดยการวิเคราะห์ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น มลพิษทางอากาศ น้ำ และดิน การจัดการขยะ การควบคุมโรคจากสิ่งแวดล้อม และการประยุกต์ใช้มาตรการเพื่อป้องกันและควบคุมปัญหาสุขภาพจากสิ่งแวดล้อม เรียนรู้กระบวนการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาสุขภาพและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน</p>	
	<p>Explain the concepts and principles of environmental health related to human health and environmental quality. Analyze environmental factors affecting health, such as air, water, and soil pollution, waste management, and the control of environment-related diseases. Learn the application of measures to prevent and control health problems from environmental factors. Understand processes for managing natural resources and the environment to prevent health issues and promote sustainable development.</p>	
AET3113	อาชีพอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน Occupational Health and Safety	3(3-0-6)
	<p>อธิบายหลักการและแนวทางในการจัดการอาชีพอนามัยและความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพและความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน การประเมินสิ่งแวดล้อมในการทำงาน และการป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน การส่งเสริมการสร้างสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยและมีสุขภาพดี เรียนรู้กฎหมายและระเบียบข้อบังคับด้านความปลอดภัยและสุขภาพในองค์กร</p>	
	<p>Explain the principles and methods of managing occupational health and safety in the workplace. Risk assessment related to health and safety hazards arising from work activities. Evaluating the work environment, and preventing work-related diseases. Promoting a safe and healthy working environment. Learn laws and regulations regarding safety and health in organizations.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3114	<p>การสำรวจและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการเกษตร Environmental Quality Survey and Monitoring for Agricultural Management</p>	3(2-2-5)
	<p>สำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อประเมินผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์และติดตามสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องในการดำเนินการ ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านการสำรวจและการติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ภายใต้กรอบของกฎหมายและจรรยาบรรณ ฝึกทักษะการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม การตัดสินใจและการแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้า รวมถึงการประยุกต์ตนให้มีวุฒิภาวะ เพื่อสามารถปฏิบัติงานในองค์กรได้</p>	
	<p>Survey and monitor environmental quality using various tools, and techniques to assess human activity impacts and monitor environmental situations. Use tools and equipment correctly in conducting surveys. Apply knowledge of environmental survey and monitoring in conjunction with other disciplines within the framework of laws and ethics. Develop skills in communication, teamwork, decision-making, and problem-solving, and demonstrate professionalism for effective work in organizations.</p>	
AET3115	<p>อุตุนิยมวิทยาเพื่อการวางแผนการเกษตรสิ่งแวดล้อม Meteorology for Agro-Environmental Planning</p>	3(3-0-6)
	<p>อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานในสาขาอุตุนิยมวิทยา โดยเน้นที่สมดุลความร้อนของโลก การเกิดฤดูกาล อุณหภูมิและความชื้น รวมถึงการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวระดับและแนวตั้ง ศึกษากระบวนการและปัจจัยที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองรุนแรง และประเมินแนวโน้มการผันแปรของสภาพอากาศระดับโลก เช่น สภาวะโลกร้อนและปรากฏการณ์เอลนีโญ</p>	
	<p>Explain the principles and basic knowledge in the field of meteorology, focusing on the Earth's heat balance, the formation of seasons, temperature, and humidity, as well as the movement of air both horizontally and vertically. Examine the processes and factors that lead to severe thunderstorms and assess global climate variability trends, such as global warming and the El Niño phenomenon.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3116	<p data-bbox="406 313 1252 459">วิทยาศาสตร์การดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทางสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Science of Diving for Sustainable Environmental Survey and Research</p> <p data-bbox="215 459 1410 604">อธิบายหลักการและเทคนิคการดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทางสิ่งแวดล้อม เก็บตัวอย่างและการวัดตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศทางทะเล การใช้อุปกรณ์ดำน้ำ ศึกษาเทคนิคการดำน้ำอย่างปลอดภัย</p> <p data-bbox="215 604 1410 750">Explain the principles and techniques of diving for environmental exploration and research. Collect samples and measuring of various environmental variables related to marine ecosystem. Learn diving equipment and safe diving practices.</p>	3(2-2-5)
AET3117	<p data-bbox="406 795 1252 985">การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนเพื่อการศึกษาเกษตรสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ Using Smartphone Applications for Spatial Agro-Environmental Studies</p> <p data-bbox="215 985 1410 1142">ใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนเพื่อการศึกษาสิ่งแวดล้อมในเชิงพื้นที่ โดยเน้นการใช้ระบบดาวเทียมนำร่องของโลก และแผนที่ดิจิทัลในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="215 1142 1410 1332">Use smartphone applications for spatial environmental studies, with a focus on utilizing Global Navigation Satellite System (GNSS) technology, and digital mapping to collect, and analyze environmental data in different areas for supporting environmental management decision-making.</p>	3(2-2-5)
AET3118	<p data-bbox="406 1377 1252 1523">เทคโนโลยีทำแห้งและการเก็บรักษาผลิตผลเกษตรเพื่อความยั่งยืน Drying and Storage Technology for Agricultural Commodities for Sustainability</p> <p data-bbox="215 1523 1410 1758">อธิบายและทำความเข้าใจหลักการทางอุณหพลศาสตร์และการถ่ายเทความร้อน เช่น สมบัติอากาศชื้น สมบัติทางกายภาพ และชีวเคมีของผลิตผลเกษตร รวมถึงการสูญเสียและการควบคุมคุณภาพ ใช้ความรู้และทฤษฎีของวิธีการทำแห้งและการเก็บรักษา เพื่อประยุกต์ใช้ในการทำแห้งผลิตผลเกษตร รวมทั้งพัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการทำงานในด้านนี้ให้มีประสิทธิภาพ</p> <p data-bbox="215 1758 1410 1998">Explain and understand the principles of thermodynamics and heat transfer, such as the properties of moist air, physical and biochemical properties of agricultural products, including post-harvest losses, and quality control. Apply knowledge and theories of drying and storage methods to the drying of agricultural products, and develop the ability to effectively use appropriate tools and equipment in this field.</p>	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
-----------------	-------------------------------	-----------------

AET3119	หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช Principles and Techniques of Plant Tissue Culture	3(2-2-5)
----------------	---	-----------------

อธิบายหลักการพื้นฐานของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาวะปลอดเชื้อ เทคนิคและกระบวนการสำคัญ เช่น การเตรียมอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ การจัดการสิ่งแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง การเลือกชนิดของเนื้อเยื่อพืช การชักนำให้เกิดการแตกยอด การชักนำให้เกิดราก การเหนี่ยวนำให้เกิดแคลลัส การเพิ่มปริมาณพืช การย้ายปลูกพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยง การขยายพันธุ์พืช การผลิตพืชปลอดโรค และการปรับปรุงพันธุ์พืชในเชิงชีววิทยาโมเลกุล ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและทักษะในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออย่างถูกต้องและปลอดภัย

Explain the fundamental principles of plant tissue culture under sterile conditions, including essential techniques and processes, such as the preparation of culture media, environmental management for tissue culture, selection of plant tissue types, shoot induction, root induction, callus induction, plant multiplication, and the transplantation of cultured plants. Plant propagation, disease-free plant production, and plant improvement at the molecular biology level. Practical laboratory sessions to develop understanding and skills in accurate and safe tissue culture practices.

AET3120	เทคโนโลยีการจัดการดินและปุ๋ย Soil and Fertilizers Management Technology	3(2-2-5)
----------------	--	-----------------

อธิบายหลักการและเทคโนโลยีในการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร เน้นความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน รวมถึงการวิเคราะห์ดิน และการวางแผนการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพดินและสิ่งแวดล้อม ศึกษาวิธีการปรับปรุงดินด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และการจัดการดินในระบบเกษตรยั่งยืน เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

Explain the principles and technologies for soil and fertilizer management to enhance agricultural production efficiency. Emphasis understanding the physical, chemical, and biological properties of soil, including soil analysis and proper fertilizer planning to maintain soil quality, and protect the environment. Study soil improvement methods using various techniques, such as the application of organic fertilizers, chemical fertilizers, and soil management practices within sustainable agricultural systems, to promote the efficient use of natural resources, and minimize environmental impacts.

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3121	<p data-bbox="406 324 798 369">การส่งเสริมและสื่อสารการเกษตร</p> <p data-bbox="406 369 1045 414">Extension and Communication for Agriculture</p> <p data-bbox="215 414 1414 604">อธิบายและทำความเข้าใจถึงความหมาย ความสำคัญ และหลักการส่งเสริมการเกษตร วิธีการส่งเสริมการเกษตร การสื่อสารเพื่อการส่งเสริมการเกษตร การส่งเสริมพลังกลุ่ม และการพัฒนาเกษตรกร เพื่อออกแบบและประยุกต์การวางแผนโครงการส่งเสริมการเกษตร การประเมินผลสำเร็จในการส่งเสริมการเกษตร ปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมการเกษตร</p> <p data-bbox="215 604 1414 851">Explain and understand the meaning, importance, and principles of agricultural extension, methods of agricultural extension, communication for agricultural extension, group empowerment, and farmer development. Apply and design agricultural extension project planning, assess the success of agricultural extension efforts, identify problems, and challenges in agricultural extension.</p>	3(2-2-5)
AET3122	<p data-bbox="406 907 989 952">การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานการเกษตร</p> <p data-bbox="406 952 1165 996">Logistics and Supply Chain Management in Agriculture</p> <p data-bbox="215 996 1414 1288">อธิบายหลักการและความสำคัญของโลจิสติกส์ในภาคธุรกิจเกษตร เข้าใจถึงองค์ประกอบของระบบโลจิสติกส์ รวมถึงการจัดซื้อ การผลิต การจัดเก็บ และการกระจายผลผลิตทางการเกษตร และสามารถจำแนกกระบวนการวางแผนและควบคุมโลจิสติกส์ในภาคการเกษตร ประยุกต์ใช้หลักการจัดการโลจิสติกส์ในการบริหารวัตถุดิบ คลังสินค้า และต้นทุน วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน และสามารถเปรียบเทียบแนวทางการจัดการคลังสินค้าและการขนส่งที่มีประสิทธิภาพในบริบทของธุรกิจเกษตรกรรม</p> <p data-bbox="215 1288 1414 1659">Explain the principles and importance of logistics in agricultural business. Understand the components of the logistics system, including procurement, production, storage, and distribution of agricultural products, and identify the processes for planning and controlling logistics in the agricultural sector. Apply logistics management principles in the administration of raw materials, warehousing, and cost management. Analyze factors affecting the efficiency of logistics and supply chain systems, and compare effective approaches to warehouse and transportation management within the context of agribusiness.</p>	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET3123	<p data-bbox="406 268 1077 324">การผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="406 324 1220 369">Safe and Environmentally-Friendly Agricultural Production</p> <p data-bbox="215 369 1414 616">อธิบายหลักการ แนวคิด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมดิน พันธุ์พืช/สัตว์ การใช้ปัจจัยการผลิต การควบคุมศัตรูพืชและโรค การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการตรวจสอบย้อนกลับ มาตรฐานระบบการผลิต เช่น GAP (Good Agricultural Practices), Organic, ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม และมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร ผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนในห่วงโซ่การผลิตสินค้าเกษตร</p>	3(3-0-6)
	<p data-bbox="406 616 1414 952">Explain the principles, concepts, and standards related to the production of safe agricultural products, covering all stages from soil preparation, plant/animal selection, use of production inputs, pest and disease control, harvesting, and post-harvest management, to traceability systems. Production standards, such as Good Agricultural Practices (GAP), Organic, Participatory Guarantee Systems (PGS), and food safety standards. Impacts on consumer health, the environment, and sustainability throughout the agricultural production chain.</p>	
AET3124	<p data-bbox="406 996 1204 1052">การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบการผลิตทางเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="406 1052 1157 1097">Life Cycle Assessment of Agro-Environmental Systems</p> <p data-bbox="215 1097 1414 1232">อธิบายหลักการ และกระบวนการของการประเมินวัฏจักรชีวิตในระบบการผลิตทางเกษตรและสิ่งแวดล้อม ใช้ซอฟต์แวร์เกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรชีวิต วางแผนและออกแบบระบบการผลิตที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p>	3(2-2-5)
	<p data-bbox="406 1232 1414 1377">Explain principles and processes of Life Cycle Assessment (LCA) in agricultural and environmental production systems. The use of Life Cycle Assessment software. Plan and design production systems that minimize environmental impacts.</p>	
AET3125	<p data-bbox="406 1422 1013 1478">การประเมินคาร์บอนในระบบเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="406 1478 1125 1523">Carbon Assessment in Agro-Environmental Systems</p> <p data-bbox="215 1523 1414 1713">อธิบายหลักการ และองค์ประกอบของวัฏจักรและการประเมินคาร์บอนในภาคเกษตรและสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์แหล่งกำเนิด การปลดปล่อย และการกักเก็บของก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการเกษตรและสิ่งแวดล้อม การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย</p>	3(2-2-5)
	<p data-bbox="406 1713 1414 1948">Explain the principles and components of carbon cycles, and carbon assessment in agricultural and environmental sectors. Analyze sources, emissions, and sequestration of greenhouse gases in agricultural, and environmental activities. Assess the carbon footprint of products, carbon footprint of organizations, and Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER) development.</p>	

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET4104	<p>การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม Environmental Risk Assessment</p> <p>อธิบายหลักการและกระบวนการในการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงการระบุและวิเคราะห์อันตรายที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางอากาศ น้ำ ดิน และเสียง การประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น พายุ น้ำท่วม และแผ่นดินไหว การใช้เทคนิคและเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยง เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงทางสถิติ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เสนอแนวทางในการลดความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงเพื่อป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain the principles and processes of environmental risk assessment, including the identification and analysis of hazards arising from activities that impact the environment, such as air, water, soil, and noise pollution. Assessment of risks from natural disasters, such as storms, floods, and earthquakes. Use techniques and tools for risk assessment, such as statistical risk analysis, mathematical modeling, and impact assessment from climate change. Propose strategies for risk reduction and risk management to prevent, and mitigate environmental impact.</p>	3(3-0-6)

ค. หมวดวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจศึกษา 7 หน่วยกิต

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET4201	<p>การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology I</p> <p>แสดงให้เห็นถึงการเตรียมพร้อมก่อนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในด้านความรู้ความเข้าใจทักษะ ลักษณะนิสัยที่เหมาะสมกับอาชีพ และโอกาสในการทำงาน</p> <p>Demonstrate pre-training experience in cognitive, skills, characters suitable for professions, and career opportunities.</p>	2(90)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต
AET4202	<p data-bbox="414 268 1069 313">การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="414 324 1133 369">Field Experience in Agro-Environmental Technology</p> <p data-bbox="414 369 1212 459">รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน AET4201 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p data-bbox="197 459 1436 604">ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายในหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนที่ได้รับความเห็นชอบจากโปรแกรมวิชาได้เป็นอย่างดี ดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมประสบการณ์วิชาชีพร่วมกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนอย่างน้อย 1 โครงการ พร้อมจัดทำรายงานแสดงผลการดำเนินงาน</p> <p data-bbox="197 604 1436 795">Perform assigned tasks in public or private agencies that have been approved by the course program well. Carry out at least one project or activity that promotes professional experience in collaboration with government or private agencies, and prepare a report showing performance.</p>	5(225)
AET4203	<p data-bbox="414 851 558 896">สหกิจศึกษา</p> <p data-bbox="414 907 750 952">Co-operative Education</p> <p data-bbox="197 952 1436 1041">ปฏิบัติงานในหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนในลักษณะพนักงานชั่วคราวตามโครงการที่ได้รับมอบหมายได้เป็นอย่างดี สร้างรายงานแสดงผลงานและการนำเสนอ</p> <p data-bbox="197 1041 1436 1133">Perform in government or private agencies as a temporary employee according to assigned projects well. Create reports showing performance and presentations.</p>	7(315)

ภาคผนวก ข

สำเนาคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร และกรรมการวิพากษ์หลักสูตร

รายชื่อคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิชัย สุขอึ้ง ประธานกรรมการ
2. นางเดือนดารา รักเดช กรรมการ
(เจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์ชำนาญงาน งานบำบัดน้ำเสีย ฝ่ายช่างสุขาภิบาล กองช่าง เทศบาลนคร เชียงราย)
3. ว่าที่ร้อยตรีจตุรนต์ วรงค์ศักดิ์ กรรมการ
(เกษตรจังหวัดเชียงราย สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์)
4. นายอาทิตย์ บุญรอด กรรมการ
(ผู้อำนวยการส่วนทรัพยากรธรรมชาติ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย)
5. นางสาววรรณีย์ หาวา วิงวอน กรรมการ
(เจ้าหน้าที่มาตรฐานสิ่งแวดล้อม ส่วนนโยบายสิ่งแวดล้อม มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงในพระบรมราชูปถัมภ์)
6. นายธนภิต ตันเจริญ กรรมการ
(หัวหน้าหน่วยบำบัดน้ำทิ้ง, ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำประจำโรงงาน แผนกควบคุมคุณภาพ และ รักษาการหัวหน้าหน่วยผลิตยางสกีม แผนกผลิต บริษัท ไทยรับเบอร์ลาเทคส์กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) สาขาเชียงราย)
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสถียร ฉันทะ กรรมการ
8. อาจารย์ ดร. กฤษณ์พงศ์ ภาษิตวิไลธรรม กรรมการ
9. อาจารย์ ดร.สุทธิพร วิทย์ผดุง กรรมการ
10. อาจารย์ ดร.พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์ กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย จันธิมา กรรมการและเลขานุการ
12. นางสาวศิวพร พลอยเพชร กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ที่ ๓๑๔๕/๒๕๖๗
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม

เพื่อให้การดำเนินงานการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิผล ถูกต้องตามมาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ของสำนักงาน ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑(๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. ๒๕๔๗ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|---------------|
| ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิษณุ สุขอึ้ง | ประธานกรรมการ |
| ๒. ว่าที่ร้อยตรีดุจดีย์ วงศ์ภักดิ์
(เกษตรจังหวัดเชียงราย สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย) | กรรมการ |
| ๓. นายอาทิตย์ บุญรอด
(ผู้อำนวยการส่วนทรัพยากรธรรมชาติ สำนักงานทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย) | กรรมการ |
| ๔. นางเคือนดารารัก เดช
(เจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์ชำนาญงาน งานบำบัดน้ำเสีย ฝ่ายสุขาภิบาลกองช่าง เทศบาลนครเชียงราย) | กรรมการ |
| ๕. นางสาววรรณีย์ หวา วังวอน
(เจ้าหน้าที่มาตรฐานสิ่งแวดล้อม ส่วนนโยบายสิ่งแวดล้อม มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงในพระบรมราชูปถัมภ์) | กรรมการ |
| ๖. นายธนภิต์ ตันเจริญ
(หัวหน้าหน่วยบำบัดน้ำทิ้ง แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์กรุ๊ป จำกัด(มหาชน) จังหวัดเชียงราย) | กรรมการ |
| ๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสถียร ฉันทะ | กรรมการ |

-๒-๘. อาจารย์ ดร.พิภพ นวัตกรรม



-๒-

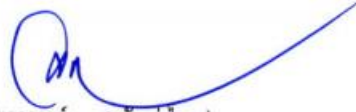
๘. อาจารย์ ดร.พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์	กรรมการ
๙. อาจารย์ ดร.สฤทธิพร วิทยมคุง	กรรมการ
๑๐. อาจารย์ ดร.กฤษณ์พงศ์ ภาจิตวิไลธรรม	กรรมการ
๑๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย จันธิมา	กรรมการและเลขานุการ
๑๒. นางสาวศิวพร พลอยเพชร	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

หน้าที่

ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๖๕ และประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่องรายละเอียดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๕

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๗



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย มุ่งไธสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

สรุปข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร

1. หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของหลักสูตร

1.1 ชื่อหลักสูตรเปลี่ยนจาก “สาขาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม” เป็น “สาขาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม”

1.2 ปรับปรุงหลักสูตรให้ตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ชาติ ตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาประเทศ ตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และสอดคล้องกับข้อบังคับสภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. หมวดที่ 2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

2.1 หลักสูตรได้กำหนดคุณสมบัติผู้ที่จะเข้าศึกษาในหลักสูตร ต้องมีลักษณะคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือ สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หรือเทียบเท่า หรือ สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญา หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือ

2) คุณสมบัติอื่นตามประกาศของมหาวิทยาลัย

2.2 หลักสูตรกำหนดให้มีแผนการรับนักศึกษาปีละ 25 คน

2.3 ค่าธรรมเนียมการศึกษา 16,000 บาท/คน/ปี (ไม่รวมค่าธรรมเนียมอื่น ๆ)

3. หมวดที่ 3 ปรัชญา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้

3.1 ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง (PLOs) ของหลักสูตร มีทั้งหมด 6 ข้อ ดังนี้

PLO 1: อธิบายความรู้พื้นฐานและแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้

PLO 2: ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการส่งเสริมการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง

PLO 3: ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมร่วมกับศาสตร์อื่นได้

PLO 4: พัฒนาหรือปรับปรุงงานให้ดีขึ้นโดยการค้นคว้าความรู้ใหม่และบูรณาการร่วมกับศาสตร์ที่เกี่ยวข้องภายใต้กฎหมายและจรรยาบรรณ

PLO 5: แสดงให้เห็นถึงการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม กล้าตัดสินใจ กล้าแสดงออก สามารถแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้า มีปฏิภาณไหวพริบ มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม และแสดงความเป็นผู้นำ

PLO 6: ประพฤติตนให้เป็นผู้มีวุฒิภาวะและสามารถพัฒนาตนเองได้ดีเพียงพอที่จะปฏิบัติงานในสถานประกอบการหรือองค์กรผู้ใช้บัณฑิต

3.2 ปรับความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษา (Year Learning Outcomes; YLOs) และองค์ประกอบการเรียนรู้ของ Bloom ให้มีความสอดคล้องกับ PLOs

4. หมวดที่ 4 โครงสร้างของหลักสูตรและรายวิชา

4.1 กำหนดหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 122 หน่วยกิต โดยจำแนกเป็น

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ให้เรียนไม่น้อยกว่า 24 หน่วยกิต

ประกอบด้วยกลุ่มวิชา ดังต่อไปนี้

- | | | | |
|-------------------------|---------------------|----|----------|
| 1) กลุ่มวิชาบังคับเรียน | ให้เรียน | 6 | หน่วยกิต |
| 2) กลุ่มวิชาเลือกเรียน | ให้เรียนไม่น้อยกว่า | 18 | หน่วยกิต |

ข. หมวดวิชาเฉพาะ ให้เรียนไม่น้อยกว่า ประกอบด้วยกลุ่มวิชาดังต่อไปนี้	85	หน่วยกิต
1) กลุ่มวิชาแกน ให้เรียน	24	หน่วยกิต
2) กลุ่มวิชาบังคับ ให้เรียน	49	หน่วยกิต
3) กลุ่มวิชาเลือก ให้เรียนไม่น้อยกว่า	12	หน่วยกิต
ค. หมวดวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจศึกษา	7	หน่วยกิต
ง. หมวดวิชาเลือกเสรี	6	หน่วยกิต

4.2 รหัสวิชาใช้ตัวอักษร AET

5. หมวดที่ 5 การจัดการกระบวนการเรียนรู้

ให้มีวิธีการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ในแต่ละด้านโดยจำแนกเป็นรายวิชา เพื่อให้ตอบสนองต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา

6. หมวดที่ 6 การจัดการกระบวนการเรียนรู้

หลักสูตรประเมินความพร้อมและศักยภาพของปัจจัยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรทั้งสายวิชาการและสายสนับสนุนให้มีความพร้อมในการบริหารจัดการและจัดการหลักสูตร

7. หมวดที่ 7 การประเมินผลการเรียนและเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา

หลักสูตรได้กำหนดให้ผู้สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีความประพฤติดี รักษาไว้ซึ่งเกียรติและศักดิ์แห่งความเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
- 2) สอบผ่านในรายวิชาต่าง ๆ ครบตามหลักสูตรและเงื่อนไขที่กำหนด
- 3) ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรไม่ต่ำกว่า 2.00
- 4) มีระยะเวลาศึกษาตามเกณฑ์หลักสูตรปริญญาตรี (4 ปี) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อนหกภาค การศึกษาปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลาและไม่ก่อนสี่ภาคการศึกษาปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา
- 5) ผู้ขอเทียบโอนผลการศึกษา หรือผู้ขอยกเว้นการศึกษารายวิชาต้องมีเวลาศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 1 ปีการศึกษา
- 6) ปฏิบัติครบถ้วนเงื่อนไขการเป็นผู้สำเร็จการศึกษาตามประกาศหรือระเบียบของมหาวิทยาลัย

8. หมวดที่ 8 การประกันคุณภาพหลักสูตร

8.1 หลักสูตรกำหนดคุณภาพและเกณฑ์ควบคุมคุณภาพการศึกษาของหลักสูตรที่สอดคล้องกับเกณฑ์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (Criteria ของ AUN-QA)

8.2 หลักสูตรกำหนดแนวทางการดำเนินการบริหารและจัดการความเสี่ยง

9. หมวดที่ 9 ระบบและกลไกการพัฒนาหลักสูตร

หลักสูตรดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ และยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

รายชื่อคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตร

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิชญ์	สุขอึ้ง	ประธานกรรมการ
2. อาจารย์ ดร.ธีรวรรณ	บุญโทแสง	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ดร.จิตรลดา	ไชยเลิศ	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
4. นายสมคิด	ดำน้อย	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
5. นายพงศ์พิชญ์	ใจเที่ยง	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย	จันธิมา	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสถียร	ฉันทะ	กรรมการ
8. อาจารย์ ดร.กฤษณ์พงศ์	ภาชิตวิไลธรรม	กรรมการ
9. อาจารย์ ดร.พิรภานุวัฒน์	ชินวงศ์	กรรมการ
10. อาจารย์ ดร.สฤทธิพร	วิทย์ผดุง	กรรมการและเลขานุการ
11. นางสาวศิวพร	พลอยเพชร	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ ๓๕๕๗/๒๕๖๘

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๘

เพื่อให้การดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๘ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์สูงสุด

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๓ (๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. ๒๕๔๗ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๘ ดังนี้

๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง	ประธานกรรมการ
๒. อาจารย์ ดร.ธีรวรรณ บุญโทแสง	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๓. ดร.จิตรลดา ไชยเลิศ	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๔. นายสมคิด คำน้อย	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๕. นายพงศ์พิชญ์ ใจเที่ยง	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย จันธิมา	กรรมการ
๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสถียร ฉันทะ	กรรมการ
๘. อาจารย์ ดร.กฤษฏีพงศ์ ภาชิตวิไลธรรม	กรรมการ
๙. อาจารย์ ดร.พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์	กรรมการ
๑๐. อาจารย์ ดร.สฤทธิพร วิทยผลุง	กรรมการและเลขานุการ
๑๑. นางสาวศิวพร พลอยเพชร	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

หน้าที่

ดำเนินการวิพากษ์หลักสูตร และให้ข้อเสนอแนะต่อโครงสร้างหลักสูตร ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ ตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ข้อปฏิบัติ/ประกาศ/ระเบียบ/ข้อบังคับมหาวิทยาลัย โดยต้องรักษามาตรฐานทางวิชาการ มาตรฐานวิชาชีพ และคำนึงถึงความสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน ของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม รวมถึงความเหมาะสมของหลักสูตรในด้านต่าง ๆ

หังนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๘

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัย มุ่งโรสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

สรุปข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการวิพากษ์หลักสูตร

1. ทบทวนปรัชญาของหลักสูตร และปรับชื่อรายวิชาให้สอดคล้องกับปรัชญาของหลักสูตร
2. ผนวกรายวิชาจริยธรรมวิชาชีพทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมกับรายวิชาอื่นในหลักสูตร
3. ควรมีรายวิชาที่สอดคล้องกับสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคเหนือ หรือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเกษตรกรรม
4. ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs) ให้สอดคล้องยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
5. ให้เพิ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ชุมชน และเกษตรกร
6. หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569) เป็นหลักสูตรที่ดี เพราะตอบสนองในการทำงานอย่างบูรณาการทั้งด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม
7. ให้จัดการเรียนการสอนการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program; T-VER) การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organization; CFO) และการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Product; CFP) ตามองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
8. ให้มีรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเคมีเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยการขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน พ.ศ. 2560
9. ควรมีรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม และจัดอบรมด้านกฎหมายเกี่ยวกับการจัดการข้อร้องเรียน

ภาคผนวก ค

ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอาจารย์ประจำหลักสูตร

ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร

.....

ชื่อ - สกุล นายกฤตวิษณุ สุขอึ้ง

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ประวัติการศึกษา

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)	มหาวิทยาลัยบูรพา	พ.ศ. 2557
วท.ม. (การจัดการทรัพยากรชีวภาพ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	พ.ศ. 2549
วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยศิลปากร	พ.ศ. 2544

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2565-ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
พ.ศ. 2560-2564	ประธานโปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2558-2559	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ เผยแพร่

- Prasertsin, T., Suk-ueng, K., Chantima, K., & Panya, V. (2024). Relationship between Kai algae and aquatic environmental quality using AARL-PC score and inverse distance weighting interpolation. *EnvironmentAsia*, 17(1), 55-68.
- Chantima, K., Suk-ueng, K., Tananoi, T., & Prasertsin, T. (2025). Aestivation and its impact on the survival of snail intermediate hosts and trematode transmission in rice paddies. *Journal of Helminthology*, 99, e43.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. AET3106 ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
2. AET3109 การประเมินผลสภาพจิตัลเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 3410/2564

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 10/2564 เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2564 จึงแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัย จำนวน 2 ราย ให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการดังบัญชี รายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2564

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย มุ่งโฮง)

รักษาราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ
แบบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ 3410/2564 สังกัด วันที่ 30 กรกฎาคม 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			
2	นายกฤตวิษณุ สุขอึ้ง	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) วท.ม. (การจัดการทรัพยากร ชีวภาพ) ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)	อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	629	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	629			วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	27 ม.ค. 2563



ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร

.....

ชื่อ - สกุล นายเสถียร ฉันทะ

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (สาขาวิชาสาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

ประวัติการศึกษา

ปร.ด. (ความหลากหลายทางชีวภาพ)	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	พ.ศ. 2557
ศศ.ด. (พัฒนาสังคม)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	พ.ศ. 2552
ศศ.ม. (การจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	พ.ศ. 2542
วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช	พ.ศ. 2562
สب. (การบริหารสาธารณสุข)	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช	พ.ศ. 2539
สب. (สาธารณสุข)	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช	พ.ศ. 2537
ประกาศนียบัตร (เจ้าพนักงานสาธารณสุข)	วิทยาลัยการสาธารณสุขพิษณุโลก	พ.ศ. 2534

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2565 - ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2556 - 2564	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ เผยแพร่

- Phromkerd, W., Chunta, S., Baimai, V., & Kiriratnikom, S. (2023). Diversity and utilization of indigenous up land rice varieties in Nakorn Si Thammarat Province, Thailand. *International Journal of Agricultural Thechnology*, 19(1), 215-228.
- Chankaew, S., Chunta, S., Baimai, V., & Kiriratnikom, S. (2023). Effect of physico-chemicals on the phytoplankton community in the Sago Plam Wetlands, Nakhon Si Thammarat province, the Peninsular East Cost of Thailand. *International Journal of Agricultural Thechnology*, 19(2), 421-434.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. AET2107 กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
2. AET3113 อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ที่ 555/2563

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 15/2562 เมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2562 จึงแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัย จำนวน 5 ราย ให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ ดังบัญชีรายละเอียดแนบท้ายคำสั่งนี้

สั่ง ณ วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2563

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัชัย มุ่งโรสสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บัญชีรายละเอียดการแต่งตั้งพนักงานมหาวิทยาลัยให้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ
 แบบท้ายคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ 555/2563 ตั้ง ณ วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2563

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งและส่วนราชการเดิม			ตำแหน่งที่เลื่อนและแต่งตั้ง			ตั้งแต่วันที่	หมายเหตุ
		วุฒิ/วิชาเอก	ตำแหน่ง / สังกัด	ค่าจ้าง	ตำแหน่ง / สังกัด	สาขาวิชา	ค่าจ้าง		
1	นายเสถียร ฉันทะ	ปร.ศ. (ความหลากหลาย ทางชีวภาพ)	อาจารย์ โปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	การจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	16 พ.ศ. 2562		

ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร

.....

ชื่อ-นามสกุล นายพิรภานูวัฒน์ ชื่นวงศ์

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	พ.ศ. 2548
วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	พ.ศ. 2541
วท.บ. (เทคโนโลยีการเกษตร)	สถาบันราชภัฏเชียงใหม่	พ.ศ. 2539

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2564-ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย
พ.ศ. 2555-2563	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2554-2555	รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษาและประกันคุณภาพการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2548-2553	รองคณบดี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2544-ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ เผยแพร่

สุรศักดิ์ วณิชอนุกุล, พิรภานูวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และ สิทธิศักดิ์ ปิ่นมณฑลกุล. (2565). การกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย. *วารสารสหวิทยาการ: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 156-167.

Wanichanukul, S., Chuenwong, P., Chantima, K., Suk-ueng, K., & Pinmongkhonkul, S. (2022). Biodiversity of plant community in natural forest in Pa Doi Bo National Forest Reserves, Chiang Rai, Thailand. *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research*, 11(2), 116-125.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. AET3121 การส่งเสริมและสื่อสารการเกษตร
2. AET3122 การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานการเกษตร

ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร

.....

ชื่อ-นามสกุล นายสฤทธิพร วิทย์ผดุง

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

ประวัติการศึกษา

D.eng (Agricultural Product Process and Storage Engineering)	Jiangsu University	พ.ศ. 2551
วศ.ม. (วิศวกรรมพลังงาน)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	พ.ศ. 2547
วศ.บ. (วิศวกรรมเกษตร)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	พ.ศ. 2542

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2553-ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2563-2564	กรรมการสภาวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2560-2563	รองคณบดีฝ่ายงานจัดการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. 2556-2559	รองคณบดีฝ่ายวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ เผยแพร่

- สฤทธิพร วิทย์ผดุง. (2566). การศึกษากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. *Journal of Science and Technology CRRU*, 2(1), 72-81.
- Chantima, K., Suk-Ueng, K., Intep, P., & Vittayapadung, S. (2023). First Evidence of Microplastics Ingestion by Freshwater Fishes from Nong Luang Wetland (Chiang Rai, Thailand). *Sains Malaysiana*, 52(9), 2471-2483.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. AET2103 เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อม
2. AET3102 เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน

ประวัติอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตร

.....

ชื่อ-นามสกุล นายกฤษฎ์พงษ์ ภาชิตวิไลธรรม

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

ประวัติการศึกษา

วท.ด. (พืชสวน)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	พ.ศ. 2558
วท.ม. (วิทยาศาสตร์การเกษตร)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	พ.ศ. 2548
วท.บ. (ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	พ.ศ. 2545

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2548- ปัจจุบัน อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ เผยแพร่

Pasitvilaitham, K., Pramuan, J., Saengchong, N., Kaewpanus, K., Ruanto, P., & Thepnurat, M. (2023).

Effects of magnetic flux density on germination and seedling growth in *Oryza sativa* var. *Glutinosa*. *Plant Physiology Reports*, 28(1), 1-7.

กฤษฎ์พงษ์ ภาชิตวิไลธรรม และ จารุวรรณ เนื้อทอ. (2567). การประยุกต์ใช้สารไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีตเมนต์ในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ในทานตะวัน. *วารสาร มรภ.กพ. วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*. 3(2), 167-177.

รายวิชาที่รับผิดชอบสอนในหลักสูตร

1. AET2101 หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
2. AET2112 เทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

ภาคผนวก ง
ตารางเปรียบเทียบหลักสูตร

ตารางเปรียบเทียบหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
1	รูปแบบของหลักสูตร	1. เป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 และ มคอ.1 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2559	1. เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565	ไม่อิงตาม มคอ.1 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2559 โดยปรับให้เข้ากับบริบททางสังคม และสามารถสอดแทรกทักษะเพิ่มเติมสำหรับการบูรณาการมากขึ้น
2	ชื่อหลักสูตร	2.1 ภาษาไทย วิทยาศาสตรบัณฑิตและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม	2.1 ภาษาไทย เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม	เพื่อแสดงถึงเป้าหมายหลักในการปรับปรุงหลักสูตรให้เข้ากับยุคเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม
		2.2 ภาษาอังกฤษ Bachelor of Science Program in Innovative Environmental Science	2.2 ภาษาอังกฤษ Bachelor of Science Program in Agro-Environmental Technology	
3	ชื่อปริญญา	3.1 ภาษาไทย วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิตและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม) วท.บ. (วิทยาศาสตรบัณฑิตและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม)	3.1 ภาษาไทย วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม) วท.บ. (เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม)	เพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางศาสตร์ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมและการเพิ่มเติมรายวิชาทางด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมที่ระบุไว้ในหลักสูตร
		3.2 ภาษาอังกฤษ Bachelor of Science (Innovative Environmental Science) B.Sc. (Innovative Environmental Science)	3.2 ภาษาอังกฤษ Bachelor of Science (Agro-Environmental Technology) B.S. (Agro-Environmental Technology)	
4	ปรัชญาของหลักสูตร	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรบัณฑิตและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นหลักสูตรเพื่อสร้างความเชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมให้กับนักศึกษา นักวิชาการ และประชาชนผู้สนใจทั่วไปให้เป็นผู้ที่มีความรู้และความสามารถเสนอแนะแนวทางในการจัดการปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีคุณธรรมจริยธรรมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง พัฒนาท้องถิ่น และพัฒนาประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถบูรณาการศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีเกษตร และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาชุมชนท้องถิ่นและประเทศชาติ	เพื่อเพิ่มความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมเป็นฐานการเรียนรู้ การก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ อันนำไปสู่การใช้และพัฒนาเทคโนโลยีเกษตร และสิ่งแวดล้อม
5	วัตถุประสงค์ของหลักสูตร	1) เพื่อผลิตและพัฒนาบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตรบัณฑิตและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมที่สามารถพัฒนาตนเอง พัฒนาท้องถิ่น และพัฒนาประเทศชาติอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน 2) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถ และมีความพร้อมในการประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตรบัณฑิตและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมที่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน ทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง	1) มีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรควบคู่ไปกับเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งด้านเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม 2) มีความรู้ที่ทันสมัย สามารถพัฒนาความรู้อย่างสม่ำเสมอ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดเป็นทำเป็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ	เพื่อเพิ่มจุดเด่น และลักษณะเฉพาะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ โดยเฉพาะทักษะการวิเคราะห์ และการใช้เทคโนโลยีเป็นฐาน

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง																																																										
		3) เพื่อผลิตบัณฑิตที่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ	3) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะการบริหารจัดการและทำงานเป็นทีมที่มีจิตสำนึกและรับผิดชอบต่อตนเอง วิชาชีพ และสังคม	การเรียนรู้ รวมไปถึงการพัฒนาวิชาการในระดับสูงขึ้นไป																																																										
6	ระบบการศึกษา	1.1 ระบบ การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ ในหนึ่งภาคการศึกษามีระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ และให้ปฏิบัติตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2563 1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน มีการจัดการศึกษาภาคฤดูร้อนโดยจัดการเรียนการสอนภาคเรียนละ 9 สัปดาห์ หรือเป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค ไม่มี	1.1 การจัดการศึกษาให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่อง การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 โดยใช้ระบบการศึกษาแบบทวิภาค 1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน มีการจัดการศึกษาภาคฤดูร้อนโดยจัดการเรียนการสอนภาคเรียนละ 9 สัปดาห์ หรือเป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค ไม่มี	เปลี่ยนเป็นระบบการศึกษาแบบทวิภาค																																																										
7	ประเภทหลักสูตร	หลักสูตรปริญญาตรีวิชาการ	หลักสูตรปริญญาตรีวิชาการ	คงเดิม																																																										
8	การดำเนินการหลักสูตร	8.1 วัน-เวลาในดำเนินการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 1 เดือนมิถุนายน – ตุลาคม ภาคเรียนที่ 2 เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ภาคฤดูร้อน เดือนมีนาคม - พฤษภาคม	8.1 วัน-เวลาในดำเนินการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 1 เดือนมิถุนายน – ตุลาคม ภาคเรียนที่ 2 เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ภาคฤดูร้อน เดือนมีนาคม - พฤษภาคม	คงเดิม																																																										
		8.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา 1) เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ 2) คุณสมบัติอื่น ๆ ให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่อง การรับนักศึกษาใหม่ในแต่ละปีการศึกษา	8.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา 1) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือ 2) สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือ 3) สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญา หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือ 4) คุณสมบัติอื่นตามประกาศของมหาวิทยาลัย	ปรับปรุงคุณสมบัติของผู้เข้าศึกษาให้สอดคล้องกับหลักสูตร																																																										
		8.3 คุณสมบัติเฉพาะสาขา ไม่กำหนด	8.3 คุณสมบัติเฉพาะสาขา ไม่กำหนด	คงเดิม																																																										
		8.4 การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา ระบบและกลไกเป็นไปตามประกาศการคัดเลือกผู้เข้าศึกษาของมหาวิทยาลัยและคุณสมบัติของผู้เข้าศึกษาของหลักสูตร	8.4 การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา ระบบและกลไกเป็นไปตามประกาศการคัดเลือกผู้เข้าศึกษาของมหาวิทยาลัยและคุณสมบัติของผู้เข้าศึกษาของหลักสูตร	คงเดิม																																																										
		8.5 แผนการรับนักศึกษา <table border="1"> <thead> <tr> <th>จำนวนนักศึกษา</th> <th colspan="5">จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา</th> </tr> <tr> <th>ปีที่เข้าเรียน</th> <th>2564</th> <th>2565</th> <th>2566</th> <th>2567</th> <th>2568</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ชั้นปีที่ 1</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>ชั้นปีที่ 2</td> <td>-</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>ชั้นปีที่ 3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา					ปีที่เข้าเรียน	2564	2565	2566	2567	2568	ชั้นปีที่ 1	25	25	25	25	25	ชั้นปีที่ 2	-	25	25	25	25	ชั้นปีที่ 3	-	-	25	25	25	8.5 แผนการรับนักศึกษา <table border="1"> <thead> <tr> <th>จำนวนนักศึกษา</th> <th colspan="5">จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา</th> </tr> <tr> <th>ปีที่เข้าเรียน</th> <th>2569</th> <th>2570</th> <th>2571</th> <th>2572</th> <th>2573</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ชั้นปีที่ 1</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>ชั้นปีที่ 2</td> <td>-</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>ชั้นปีที่ 3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา					ปีที่เข้าเรียน	2569	2570	2571	2572	2573	ชั้นปีที่ 1	25	25	25	25	25	ชั้นปีที่ 2	-	25	25	25	25	ชั้นปีที่ 3	-	-	25	25
จำนวนนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา																																																													
ปีที่เข้าเรียน	2564	2565	2566	2567	2568																																																									
ชั้นปีที่ 1	25	25	25	25	25																																																									
ชั้นปีที่ 2	-	25	25	25	25																																																									
ชั้นปีที่ 3	-	-	25	25	25																																																									
จำนวนนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา																																																													
ปีที่เข้าเรียน	2569	2570	2571	2572	2573																																																									
ชั้นปีที่ 1	25	25	25	25	25																																																									
ชั้นปีที่ 2	-	25	25	25	25																																																									
ชั้นปีที่ 3	-	-	25	25	25																																																									

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564						หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569						เหตุผลในการปรับปรุง																								
		ชั้นปีที่ 4	-	-	-	25	25	ชั้นปีที่ 4	-	-	-	25	25																									
		รวม	25	50	75	100	100	รวม	25	50	75	100	100																									
จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา				25	25	จำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	25	25																											
9	โครงสร้างหลักสูตร	<p>โครงสร้างหลักสูตรระดับปริญญาตรีหน่วยกิตรวม 133 หน่วยกิต แบ่งเป็นหมวดวิชา ดังนี้</p> <p>1 หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต</p> <p>1.1 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 หน่วยกิต</p> <p>1.2 กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร 12 หน่วยกิต</p> <p>1.3 กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 9 หน่วยกิต</p> <p>1.4 กลุ่มวิชาบูรณาการและเสริมสร้างทักษะชีวิต 3 หน่วยกิต</p> <p>2 หมวดวิชาเฉพาะด้าน 91 หน่วยกิต</p> <p>1) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 39 หน่วยกิต</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 24 หน่วยกิต - กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน 15 หน่วยกิต <p>2) กลุ่มวิชาเฉพาะด้านบังคับ 40 หน่วยกิต</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลุ่มวิชาพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม 6 หน่วยกิต - กลุ่มวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 18 หน่วยกิต <ul style="list-style-type: none"> - วิชาด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมและการควบคุม 9 หน่วยกิต - วิชาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 9 หน่วยกิต - กลุ่มวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม 12 หน่วยกิต - กลุ่มวิชาการวิจัยและจริยธรรม 4 หน่วยกิต <p>3) กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน 12 หน่วยกิต</p> <p>3 หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต</p> <p>4 หมวดวิชาประสบการณ์ภาคสนาม 6 หน่วยกิต</p> <p>มีรายวิชาแยกตามโครงสร้างของหมวดวิชา ดังนี้</p> <p>1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ให้เรียนไม่น้อยกว่า 30 หน่วยกิต</p> <p>1.1 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 หน่วยกิต</p> <p style="padding-left: 20px;">บังคับเรียน 1 รายวิชาต่อไปนี้ 3 หน่วยกิต</p>						<p>โครงสร้างหลักสูตรระดับปริญญาตรีหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า 122 หน่วยกิต แบ่งเป็นหมวดวิชา ดังนี้</p> <p>1 หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ให้เรียนไม่น้อยกว่า 24 หน่วยกิต</p> <p>1.1 กลุ่มวิชาบังคับเรียน 12 หน่วยกิต</p> <p>1.2 กลุ่มวิชาเลือกเรียน 12 หน่วยกิต</p> <p>2 หมวดวิชาเฉพาะ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 85 หน่วยกิต</p> <p>2.1 กลุ่มวิชาแกน 24 หน่วยกิต</p> <p>2.2 กลุ่มวิชาบังคับ 49 หน่วยกิต</p> <p>2.3 กลุ่มวิชาเลือก ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต</p> <p>3 หมวดวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจศึกษา 7 หน่วยกิต</p> <p>4 หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต</p> <p>มีรายวิชาแยกตามโครงสร้างของหมวดวิชา ดังนี้</p> <p>1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ให้เรียนไม่น้อยกว่า 24 หน่วยกิต ดังนี้</p> <p>1.1 กลุ่มวิชาบังคับเรียน ให้เรียน 12 หน่วยกิต</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>รหัส</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GECCR0101</td> <td>เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GECCR0102</td> <td>การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GECCR0103</td> <td>พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GECCR0104</td> <td>ภาษาอังกฤษสุดปัง Lit Up English</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table> <p>1.2 กลุ่มวิชาเลือกเรียน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>รหัส</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GECCR0201</td> <td>กฎหมายรู้แล้วรอด Law Survivor</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GECCR0202</td> <td>ฉลาดวิทย์ Smart Science Literacy</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table>						รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GECCR0101	เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends	3(3-0-6)	GECCR0102	การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management	3(3-0-6)	GECCR0103	พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen	3(3-0-6)	GECCR0104	ภาษาอังกฤษสุดปัง Lit Up English	3(3-0-6)	รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GECCR0201	กฎหมายรู้แล้วรอด Law Survivor	3(3-0-6)	GECCR0202	ฉลาดวิทย์ Smart Science Literacy	3(3-0-6)	<p>ลดจำนวนหน่วยกิตเพิ่มถอนรายวิชาให้สอดคล้องกับผล การสำรวจผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย</p>
รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																				
GECCR0101	เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends	3(3-0-6)																																				
GECCR0102	การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management	3(3-0-6)																																				
GECCR0103	พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen	3(3-0-6)																																				
GECCR0104	ภาษาอังกฤษสุดปัง Lit Up English	3(3-0-6)																																				
รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																				
GECCR0201	กฎหมายรู้แล้วรอด Law Survivor	3(3-0-6)																																				
GECCR0202	ฉลาดวิทย์ Smart Science Literacy	3(3-0-6)																																				

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง	
		GEN1001 วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน Essential Science and Mathematics in Daily Life เลือกจากรายวิชาต่อไปนี้ 3 หน่วยกิต	GECRRU203 พาเธอไปดูดาว Stargaze with Me GECRRU204 ผู้ประกอบการมือใหม่ยุคดิจิทัล New Entrepreneur in Digital Age	3(3-0-6) 3(3-0-6)	
		GEN1002 สุขภาพเพื่อชีวิต Healthy Life	GECRRU205 รู้ทันสื่อ Media Literacy	3(3-0-6)	
		GEN1003 เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ Digital Technology for Communication and Learning	GECRRU206 รสนิยมศิลป์ Artistic Taste	3(3-0-6)	
		1.2 กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร 12 หน่วยกิต	GECRRU207 วัฒนธรรมสร้างสรรค์ Creative Culture	3(3-0-6)	
		บังคับเรียน 3 รายวิชาต่อไปนี้ 9 หน่วยกิต	GECRRU208 เชียงรายศึกษา Chiang Rai Studies	3(3-0-6)	
		GEN2001 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 Communicative English I	GECRRU209 ออกแบบรัก Love Design	3(3-0-6)	
		GEN2002 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 Communicative English II	GECRRU210 ปฐมพยาบาลทำเองได้ First Aid	3(3-0-6)	
		GEN2003 ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 Thai for Communication in the 21 st Century ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ 3 หน่วยกิต	GECRRU211 ภาษาไทยในชีวิตประจำวัน Thai in Daily Life	3(3-0-6)	
		GEN2004 ภาษาอังกฤษเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ English for Academic Purposes	GECRRU212 รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนมังกร Know the Language and Culture of the Dragon Land	3(3-0-6)	
		GEN2005 ภาษาอังกฤษเพื่อการประกอบอาชีพ English for Careers	GECRRU213 รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนซากุระ Know the Language and Culture of the Sakura Land	3(3-0-6)	
		GEN2006 ภาษาจีนเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Chinese for Basic Communication	GECRRU214 รู้ภาษาและวัฒนธรรมแดนกิมจิ Know the Language and Culture of the Kimchi Land	3(3-0-6)	
		GEN2007 ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Japanese for Basic Communication	GECRRU215 มหัศจรรย์ท่องเที่ยวไทย Amazing Thailand	3(3-0-6)	
		GEN2008 ภาษาพม่าเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Burmese for Basic Communication	GECRRU216 การเป็นเจ้าบ้านที่ดี Be My Guest	3(3-0-6)	
		GEN2009 ภาษาเกาหลีเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Korean for Basic Communication	GECRRU217เสน่ห์แห่งการบริการ Charm of Service	3(3-0-6)	
		GEN2010 ภาษาเวียดนามเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Vietnamese for Basic Communication	GECRRU218 เทียวหยุดโรค Tourism Therapy	3(3-0-6)	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		1.3 กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		
		ให้เรียนไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต	GECRRU219 เกมเพื่อชีวิต 3(3-0-6)	
		บังคับเรียน 2 รายวิชาต่อไปนี้ 6 หน่วยกิต	GECRRU220 เจ้าของแบรนด์ผลิตภัณฑ์สุขภาพและความงาม 3(3-0-6)	
	GEN3001 พลเมืองดี	3(3-0-6)	Brand Ownership of Health and Beauty Products	
	GEN3002 ศาสตร์พระราชา	3(3-0-6)	นันทนาการ ค่ายพักแรม Recreation and Camping	
	The King's Philosophy			
	ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ 3 หน่วยกิต		GECRRU222 แผนที่ชีวิต 3(3-0-6)	
	GEN3003 วิถีวัฒนธรรม	3(3-0-6)	Life Map	
	Cultural Way			
	GEN3004 ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	3(3-0-6)	สมาธิเพื่อพัฒนาชีวิต Meditation for Life Development	
	Sufficiency Economy Philosophy			
	GEN3005 ศูนย์สร้างสรรค์	3(3-0-6)	มารยาทการเข้าสังคม Social Etiquette	
	Creative Aesthetics			
	GEN3006 การเมืองและกฎหมายโลก	3(3-0-6)	สุขภาพดีด้วยสมุนไพรและการแพทย์ไทย Healthy with Thai Herbs and Medicine	
	World Politics and Laws			
	GEN3007 สมรรถนะของบัณฑิต	3(3-0-6)	GECRRU226 ศิลปะการใช้ชีวิต 3(3-0-6)	
	Competency of Graduate			
	GEN3008 ประชาคมอาเซียน	3(3-0-6)	GECRRU227 ศาสตร์แห่งความเป็นผู้นำ 3(3-0-6)	
	ASEAN Community			
	GEN3009 การเมืองการปกครองไทย	3(3-0-6)	GECRRU228 รู้แล้วรอด 3(3-0-6)	
	Thai Politics and Government			
	GEN3010 กฎหมายในชีวิตประจำวัน	3(3-0-6)	GECRRU229 ปรับห้องตามฮวงจุ้ย เปลี่ยนชีวิตให้สุดปัง 3(3-0-6)	
	Law in Daily Life			
	GEN3011 ทักษะชีวิต	3(3-0-6)	Feng Shui Adjustment for Enhancement Life Prosperity	
	Life Skills			
		1.4 กลุ่มวิชาบูรณาการและเสริมสร้างทักษะชีวิต		
		ให้เรียนไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต		
	GEN4001 การออกกำลังกายเพื่อชีวิต	3(3-0-6)		
	Exercise for Life			
	GEN4002 พลังงานกับการดำเนินชีวิต	3(3-0-6)		
	Energy for Life			
	GEN4003 การรู้เท่าทันการสื่อสาร	3(3-0-6)		
	Communication Literacy			
	GEN4004 การเป็นผู้ประกอบการในเขตเศรษฐกิจพิเศษ	3(3-0-6)		
	Entrepreneurship in Special Economic Zone			

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		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)	2. หมวดวิชาเฉพาะ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 85 หน่วยกิต ดังนี้ 2.1 กลุ่มวิชาแกน ให้เรียน 24 หน่วยกิต (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต AET1101 ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Biology and laboratory 3(2-2-5) AET1102 เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Chemistry and laboratory 3(2-2-5) AET1103 ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Physics and laboratory 3(2-2-5) AET1104 คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน Foundation of Mathematics and Statistics 3(3-0-6)	
		2. หมวดวิชาเฉพาะด้าน ให้เรียน 91 หน่วยกิต 2.1 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 39 หน่วยกิต 1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 24 หน่วยกิต	(2) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต AET1105 เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro-Environmental Technology 3(2-2-5) AET1106 เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro-Environmental Technology 3(2-2-5) AET1107 ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Biochemistry for Agro-Environmental Technology 3(2-2-5) AET3101 พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology 3(2-2-5)	
		ENV1108 ชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology I 3(3-0-6) ENV1109 ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology Laboratory I 1(0-2-1) ENV1110 ชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology II 2(2-0-4) ENV1111 ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology Laboratory II 1(0-2-1) ENV1112 เคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry I 3(3-0-6) ENV1113 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry Laboratory I 1(0-2-1) ENV1114 เคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry II 2(2-0-4) ENV1115 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry Laboratory II 1(0-2-1) ENV1116 คณิตศาสตร์และสถิติเบื้องต้น Basic Mathematics and Statistics 3(3-0-6) MA3801 แคลคูลัส 1 Calculus I 3(3-0-6)	2.2 กลุ่มวิชาบังคับ ให้เรียนไม่น้อยกว่า 49 หน่วยกิต AET2101 หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Principle of Agro-Environmental Technology 3(2-2-5) AET2102 นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร Ecology and Agroecology 3(2-2-5) AET2103 เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อม Agricultural and Environmental Machinery Technology 3(3-0-6)	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564		หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569		เหตุผลในการปรับปรุง	
		PH0401	ฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics	3(3-0-6)	AET2104	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน Sustainable Postharvest Technology	3(3-0-6)
		PH0402	ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics Laboratory	1(0-2-4)	AET2105	การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบชลประทานเพื่อ เกษตรสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
		2) กลุ่มวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน	15	หน่วยกิต			
		ENV2101	เคมีวิเคราะห์ Analytical Chemistry	3(3-0-6)	AET2106	เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน Green Technology for Sustainability	3(3-0-6)
		ENV2102	ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ Analytical Chemistry Laboratory	1(0-2-1)	AET2107	กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัด การเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	3(3-0-6)
		ENV2103	เคมีอินทรีย์ Organic Chemistry	3(3-0-6)	AET2108	การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Agro-Environmental System and Technology Management	3(3-0-6)
		ENV2104	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ Organic Chemistry Laboratory	1(0-2-1)	AET3102	เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน Smart Agriculture and Sustainable Production Systems	3(2-2-5)
		ENV2107	ชีวเคมี Biochemistry	3(3-0-6)	AET3103	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
		ENV2108	ปฏิบัติการชีวเคมี Biochemistry Laboratory	1(0-2-1)			
		ENV3118	สถิติและระเบียบวิธีทางสิ่งแวดล้อม Environmental Statistics and Research Methodology	3(3-0-6)			
		2.2 กลุ่มวิชาเฉพาะด้านบังคับ	40	หน่วยกิต			
		1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม	6	หน่วยกิต			
		ENV1101	หลักการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Principle of Environmental Science	3(2-2-5)	AET3104	การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศใน ระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
		ENV2106	นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Ecology	3(2-2-5)	AET3105	การควบคุมและการจัดการของเสียอันตรายในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
		2) กลุ่มวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม	18	หน่วยกิต			
		- วิชาด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมและการควบคุม	9	หน่วยกิต			
		ENV2109	มลพิษทางน้ำและการควบคุม Water Pollution and Control	3(3-0-6)	AET3106	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน	3(2-2-5)
		ENV2111	มลพิษทางอากาศและการควบคุม Air Pollution and Control	3(3-0-6)			
		ENV2213	ของเสียอันตรายและการควบคุม Hazardous Waste and Control	3(3-0-6)			

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		- วิชาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 9 หน่วยกิต		
	ENV3115	เทคโนโลยีการบำบัดสิ่งแวดล้อม Environmental Treatment Technology	AET3107	การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรม เกษตร Management System and Environment in Agro-Industry
	ENV3211	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม Environmental Remediation Technology	AET4101	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)
	ENV4121	อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม Internet of Things for Environmental Innovation	AET4102	สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 1(0-2-1)
	3) กลุ่มวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม 12 หน่วยกิต		AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 3(0-6-3)
	ENV3101	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม Geoinformatics for Environmental Management		
	ENV3102	การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม Digital Image Processing for Environmental Management	2.3 กลุ่มวิชาเลือก ให้เรียนไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต	
	ENV2105	กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม Environmental Laws and Policy	AET2109	การควบคุมและการจัดการมลพิษเสียงและการ สั่นสะเทือนในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Noise and Vibration Management and Control in Agro-Environmental Systems
	ENV4120	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	AET2110	การจัดการป่าชุมชนและวนเกษตรอินทรีย์ Community Forest Management and Organic Agroforestry
	4) กลุ่มวิชาการวิจัยและจริยธรรม 4 หน่วยกิต		AET2111	การบริหารจัดการฟาร์มอย่างยั่งยืน Sustainable Farm Management
	ENV1105	จริยธรรมวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Professional Ethics in Environmental Science	AET2112	เทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน 3(2-2-5)
	ENV4119	สัมมนาทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม Seminar in Innovative Environmental Science	AET2113	เทคโนโลยีการผลิตพืชไร้ดิน Soilless Plant Production Technology
	ENV4101	ปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม Special Problems in Innovative Environmental Science	AET2114	การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Environment and Natural Resource Management
	2.3 กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน 12 หน่วยกิต		AET2115	การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Sustainable Environmental Development
	ENV1104	เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม Environmental Economics	AET3108	การสร้างผู้นำและเครือข่ายเพื่อพัฒนาเกษตร สิ่งแวดล้อม Leadership and Networking for Agro- Environmental Development
	ENV2110	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ Water Quality Analysis		
	ENV2112	การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรม Management System and Environment in Industry		
	ENV2113	พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		ENV2114 หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อม Principle of Environmental Health	3(3-0-6) AET3109 การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการ สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	3(2-2-5)
		ENV2116 ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลและการควบคุม Solid Waste and Control	3(2-2-5) Digital Image Processing for Sustainable Environmental Management	
		ENV2206 มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือนและการควบคุม Noise and Vibration Pollution and Control	3(2-2-5) AET3110 เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน Environmental Economics for Sustainable Agriculture	3(3-0-6)
		ENV2207 ภัยพิบัติทางธรรมชาติ Natural Disasters	3(3-0-6) AET3111 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อระบบเกษตร สิ่งแวดล้อม Water Quality Analysis for Agro- Environmental Systems	3(2-2-5)
		ENV2208 การวิเคราะห์และเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม Environmental Sampling and Analysis	3(2-2-5)	
		ENV2210 ความหลากหลายทางชีวภาพ Biodiversity	3(3-0-6) AET3112 หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อม Principles of Environmental Health	3(3-0-6)
		ENV2211 อาชีวอนามัยและความปลอดภัย Occupational Health and Safety	3(3-0-6) AET3113 อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน Occupational Health and Safety	3(3-0-6)
		ENV2212 การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรพลังงาน Energy Resource Management and Conservation	3(3-0-6) AET3114 การสำรวจและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อการ จัดการเกษตร Environmental Quality Survey and Monitoring for Agricultural Management	3(2-2-5)
		ENV3201 เทคโนโลยีสะอาด Clean Technology	3(3-0-6) AET3115 อุตุนิยมวิทยาเพื่อการวางแผนการเกษตรสิ่งแวดล้อม Meteorology for Agro-Environmental Planning	3(3-0-6)
		ENV3202 แบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม Environmental Modeling	3(2-2-5)	
		ENV3209 พลังงานและสิ่งแวดล้อม Energy and Environment	3(2-2-5) AET3116 วิทยาศาสตร์การดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทาง สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Science of Diving for Sustainable Environmental Survey and Research	3(2-2-5)
		ENV3210 การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Environmental Sustainable Development	3(3-0-6)	
		ENV3212 การสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม Environmental Survey and Monitoring	3(2-2-5) AET3117 การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อการศึกษา เกษตรสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ Using Smartphone Applications for Spatial Agro-Environmental Studies	3(2-2-5)
		ENV3213 การวิเคราะห์ระบบและข้อมูลทางสิ่งแวดล้อม Environmental System and Data Analysis	3(3-0-6)	
		ENV3214 อุตุนิยมวิทยา Meteorology	3(3-0-6) AET3118 เทคโนโลยีทำแห้งและการเก็บรักษาผลผลิตเกษตร เพื่อความยั่งยืน Drying and Storage Technology for Agricultural Commodities for Sustainability	3(3-0-6)
		ENV3216 การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน Land Use Planning	3(3-0-6)	
		ENV3218 การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า Forest and Wildlife Conservation	3(3-0-6) AET3119 หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช Principles and Techniques of Plant Tissue Culture	3(2-2-5)

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง	
		ENV3219 ชลชีววิทยา Limnology	3(2-2-5)	AET3120 เทคโนโลยีการจัดการดินและปุ๋ย Soil and Fertilizers Management Technology	3(2-2-5)
		ENV3220 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ Air Pollution Control Technology	3(2-2-5)	AET3121 การส่งเสริมและสื่อสารการเกษตร Extension and Communication for Agriculture	3(2-2-5)
		ENV3221 เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอันตราย Hazardous Waste Treatment Technology	3(2-2-5)	AET3122 การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานการเกษตร Logistics and Supply Chain Management in Agriculture	3(2-2-5)
		ENV4220 การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม Environmental Risk Assessment	3(3-0-6)	AET3123 การผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและเป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม Safe and Environmentally-Friendly Agricultural Production	3(3-0-6)
		ENV4221 การมีส่วนร่วมของประชาชนและการจัดการความ ขัดแย้ง Public Participation and Conflict Management	3(3-0-6)	AET3124 การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบการผลิตทาง เกษตรและสิ่งแวดล้อม Life Cycle Assessment of Agro- Environmental Systems	3(2-2-5)
		3. หมวดวิชาเลือกเสรี	6 หน่วยกิต	AET3125 การประเมินคาร์บอนในระบบเกษตรและ สิ่งแวดล้อม Carbon Assessment in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)
		ให้นักศึกษาเลือกเรียนจากรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย โดยไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต เลือกฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษากลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง		AET4104 การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม Environmental Risk Assessment	3(3-0-6)
		4. หมวดวิชาประสบการณ์ภาคสนาม	6 หน่วยกิต	3. หมวดวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจศึกษา	7 หน่วยกิต
		ให้นักศึกษาเลือกรายวิชาในกลุ่มวิชาใดกลุ่มวิชาหนึ่งต่อไปนี้		ให้เลือกฝึกประสบการณ์วิชาชีพหรือสหกิจศึกษากลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง	
		1) กลุ่มวิชาการฝึกงาน		AET4201 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology	2(90)
		ENV4303 การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 1 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science I	2(240)	AET4202 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Field Experience in Agro-Environmental Technology	5(225)
		ENV4304 การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 2 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science II	4(480)	หรือ AET4203 สหกิจศึกษา Co-operative Education	7(315)
		2) กลุ่มวิชาสหกิจศึกษา			
		ENV4305 สหกิจศึกษา Cooperative Education	6(600)		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
			4. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต ให้นักศึกษาเลือกเรียนจากรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้วและไม่ใช่อายวิชาที่กำหนดให้เรียน	
10	คำอธิบายรายวิชาและรหัสรายวิชา	10.1 รายวิชา ความหมายของเลขรหัสที่ใช้ในหลักสูตร ตัวอักษร ENV หมายถึง วิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม ย่อมาจาก Innovative Environmental Science ตัวเลข 4 หลัก มีความหมายดังนี้ หลักที่ 1 หมายถึง ระดับชั้นปี หลักที่ 2 หมายถึง ลักษณะเนื้อหาของวิชาซึ่งมีความหมายดังนี้ เลข 1 หมายถึง กลุ่มวิชาบังคับ ได้แก่ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และกลุ่มวิชาเฉพาะด้านบังคับ เลข 2 หมายถึง กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน เลข 3 หมายถึง หมวดวิชาประสบการณ์ภาคสนาม หลักที่ 3 และ 4 หมายถึง ลำดับความยากง่ายของวิชา	10.1 รายวิชา ความหมายของเลขรหัสที่ใช้ในหลักสูตร รหัสวิชาตามหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ตัวอักษร AET ย่อมาจากคำว่า Agro-Environmental Technology หมายถึง วิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เลขตัวที่ 1 บ่งบอกถึงระดับความยากง่ายหรือชั้นปี เลขตัวที่ 2 บ่งบอกถึงลักษณะเนื้อหาของวิชา เลขตัวที่ 3 และ 4 บ่งบอกถึงลำดับก่อนหลังของวิชา	- ปรับปรุงรหัสวิชาเพื่อไม่ให้ตรงกับรหัสวิชาในหลักสูตรเดิม
		คำอธิบายรายวิชา ENV1108 ชีววิทยาพื้นฐาน 1 3(3-0-6) Foundation of Biology I สมบัติของสิ่งมีชีวิต การจัดระบบสิ่งมีชีวิต สารเคมีของชีวิต เซลล์และเมแทบอลิซึม พันธุศาสตร์ กลไกของวิวัฒนาการ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของสัตว์ นวัตกรรมและพฤติกรรม Properties of organisms. Living organization. Chemicals of life. Cells and metabolism. Genetics. Mechanism of evolution. Diversity of life. Structure and function of plants. Structure and function of animals. Ecology and behavior.	คำอธิบายรายวิชา AET1101 ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ 3(2-2-5) Foundation of Biology and laboratory อธิบายหลักการพื้นฐานของชีววิทยาและการปฏิบัติการทางชีววิทยา เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของสิ่งมีชีวิตทั้งในระดับเซลล์และอวัยวะ ใช้ความรู้ในการวิเคราะห์ปัญหาพื้นฐานและฝึกการใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางชีววิทยาในการทดลองอย่างถูกต้องและปลอดภัย Explain the basic principles of biology and laboratory practices to develop an understanding of the functioning of living organisms at the cellular and organ levels. Use this knowledge to analyze basic problems. Practice the correct and safe use of biological tools and equipment in laboratory experiments.	- ปรับปรุงรหัสวิชาเพื่อไม่ให้ตรงกับรหัสวิชาในหลักสูตรเดิม - ปรับปรุงคำอธิบายรายวิชาให้สอดคล้องกับ OBE

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV1109 ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 1 1(0-2-1) Foundation of Biology Laboratory I คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน กรดนิวคลีอิก การใช้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ การแบ่งเซลล์ เนื้อเยื่อ การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต การเจริญเติบโต การจำแนกประเภทสิ่งมีชีวิต และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาชีววิทยาพื้นฐาน 1 (ENV1108) Properties of carbohydrate, lipid, protein, nucleic acid, vitamin. Use of microscope. Cell. Cell division. Tissue. Reproduction of organism. Development and classification of organisms. Experiments related to the contents in foundation of Biology I (ENV1108)</p>	<p>AET1102 เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ 3(2-2-5) Foundation of Chemistry and laboratory อธิบายหลักการพื้นฐานของเคมี รวมถึงโครงสร้างของอะตอม พันธะเคมี ปฏิกิริยาเคมี และหลักการที่เกี่ยวข้องในระบบต่าง ๆ ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง Explain the fundamental principles of chemistry, including atomic structure, chemical bonds, and relevant chemical reactions in various systems. Practice in the laboratory to develop skills in the correct use of tools and equipment.</p>	
		<p>ENV1110 ชีววิทยาพื้นฐาน 2 2(2-0-4) Foundation of Biology II ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ เอนไซม์ การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจระดับเซลล์ ชนิดของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม อิทธิพลของจุลินทรีย์ต่อสิ่งแวดล้อมและการควบคุมแก้ไข ประโยชน์และโทษของจุลินทรีย์และการประยุกต์ใช้ในวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Chemical reaction in cells. Enzyme. Photosynthesis. Cellular respiration. Species of microbes in environment. Influence of microbes on environment and their control. Beneficial microorganism and microbial spoilage and their application in environmental science.</p>	<p>AET1103 ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ 3(2-2-5) Foundation of Physics and laboratory อธิบายหลักการพื้นฐานของฟิสิกส์ เช่น กฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงาน และแรง ศึกษาปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ทดลองปฏิบัติการฟิสิกส์เพื่อเสริมความเข้าใจในทฤษฎี เช่น การวัดแรง และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ ใช้เครื่องมือทางฟิสิกส์อย่างถูกต้อง Explain the fundamental principles of physics, such as the laws of motion, energy, and forces. Study physical phenomena in nature. Perform laboratory experiments to enhance understanding of theories, such as force measurement and motion analysis. Practice using physics instruments correctly.</p>	
		<p>ENV1111 ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 2 1(0-2-1) Foundation of Biology Laboratory II การทดลองปฏิบัติการปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ เอนไซม์ การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจระดับเซลล์ และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาชีววิทยาพื้นฐาน 2 (ENV1110) Laboratory experiments in chemical reaction in cells, enzyme, photosynthesis, and cellular respiration. Experiments related to the contents in foundation of Biology II (ENV1110)</p>	<p>AET1104 คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน 3(3-0-6) Foundation of Mathematics and Statistics อธิบายแนวคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และสถิติ เช่น การคำนวณเบื้องต้น การใช้ฟังก์ชัน ตัวแปร และสมการ รวมถึง วิเคราะห์ ข้อมูลเชิงสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐาน เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐานในชีวิตประจำวัน Explain the fundamental concepts of mathematics and statistics, including basic computations, the use of functions, variables, and equations, as well as statistical data analysis, such as measures of central tendency, dispersion, and hypothesis testing to solve basic mathematical and statistical problems in daily life.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV1112 เคมีพื้นฐาน 1 3(3-0-6) Foundation of Chemistry I ปริมาณสัมพันธ์ โครงสร้างอะตอมและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ พันธะเคมี แก๊ส ของแข็ง เทอร์โมไดนามิกส์ Stoichiometry. Atomic structures and properties of the elements in the periodic table. Chemical bonding. Gases. Solids. Thermodynamics.</p>	<p>AET1105 เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร 3(2-2-5) สิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro-Environmental Technology อธิบายแนวคิดและหลักการของเคมีวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเลือกใช้เครื่องมือและเทคนิคทางเคมีที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ อากาศ และพืช เน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และการทำงานเป็นทีม ฝึกปฏิบัติการใช้งานเครื่องมือวิเคราะห์และประเมินผลลัพท์อย่างถูกต้อง Explain the principles and concepts of qualitative and quantitative analytical chemistry related to agro-environmental technology, including the selection of appropriate chemical instruments and techniques for the analysis of soil, water, air, and plant samples. Emphasize the development of scientific problem-solving skills, analytical thinking, and teamwork. Practice using analytical tools and evaluating results correctly.</p>	
		<p>ENV1113 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 1 1(0-2-1) Foundation of Chemistry Laboratory I หลักปฏิบัติและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ สารเคมี ปฏิบัติการเกี่ยวกับเทคนิค การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานทางเคมี การเตรียมสารละลาย การไทเทรต กฎของแก๊ส และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมีพื้นฐาน (ENV1112) Principle and safety in laboratory. Chemicals. Experimental techniques. How to use chemical equipments. Preparation of solutions. Titration. Gas laws. Experiments related to the contents in Foundation of Chemistry I (ENV1112)</p>	<p>AET1106 เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร 3(2-2-5) สิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro-Environmental Technology อธิบายหลักการและกระบวนการทางเคมีอินทรีย์เบื้องต้นและการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม ฝึกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางเคมีอินทรีย์ในการศึกษาปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Explain the basic principles and processes of organic chemistry and its applications in developing agricultural environmental technologies. Practice using tools and equipment in organic chemistry to study reactions related to agro-environmental technology.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV1114 เคมีพื้นฐาน 2 2(2-0-4) Foundation of Chemistry II ของเหลวและสารละลาย สมดุลเคมีและสมดุลของไอออน เคมีไฟฟ้า จลนเคมี เคมีอินทรีย์เบื้องต้น Liquids and solutions. Chemical equilibrium and ionic equilibrium. Electrochemistry. Chemical kinetics. Introduction to organic chemistry.</p>	<p>AET1107 ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Biochemistry for Agro-Environmental Technology อธิบายหลักการและกระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญในเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม เน้นประยุกต์ใช้ความรู้ด้านชีวเคมีในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ยั่งยืน พัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ Explain the fundamental principles and processes of biochemistry relevant to agro-environmental technology. Emphasize the application of biochemistry knowledge in natural resource management and the development of sustainable technologies. Develop the ability to use appropriate tools and equipment for effective work.</p>	
		<p>ENV1115 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 2 1(0-2-1) Foundation of Chemistry Laboratory II สมบัติของแก๊สและของแข็ง ของเหลวและสารละลาย จลนพลศาสตร์เคมี อุณหพลศาสตร์ เคมีไฟฟ้า และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมีพื้นฐาน 2 (ENV1114) Properties of gas and solid. Liquid and solution. Kinetic chemistry. Thermodynamics. Electrochemistry. Experiments related to the contents in Foundation of Chemistry II (ENV1114)</p>	<p>AET3101 พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Environmental Toxicology อธิบายหลักการและวิธีการประเมินความเสี่ยงจากสารพิษในสิ่งแวดล้อม เน้นการระบุแหล่งที่มาของสารพิษ ประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการใช้เทคนิคในการตรวจวัดและเครื่องมือทางพิษวิทยาในภาคสนาม Explain the principles and methods for assessing the risks of toxic substances in the environment. Focusing on identifying sources of pollutants, evaluating their impacts on health and the environment, and applying techniques for measurement and toxicological tools in fieldwork.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV1116 คณิตศาสตร์และสถิติเบื้องต้น 3(3-0-6)</p> <p>Basic Mathematics and Statistics</p> <p>ตรรกวิทยาเบื้องต้น เซต ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน ระบบจำนวนจริง สมการและการประยุกต์ การเปลี่ยนหน่วย แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับความน่าจะเป็น ความหมายและขอบข่ายของสถิติ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจายของข้อมูล การประมาณค่า และการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ</p> <p>Introduction to logic. Set. Relations and functions. Real numbers. Equations and it's applied. Unit conversions. An Introduction to probability. Definition and scope of statistics. Measures of central tendency. Measures of dispersion. Estimation and testing hypothesis.</p>	<p>AET2101 หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)</p> <p>Principle of Agro-Environmental Technology</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการผลิตพืช สัตว์ และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน การลดของเสียและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการเกษตร เทคโนโลยีพลังงานทางเลือก ระบบเกษตรอินทรีย์ และเกษตรอัจฉริยะ รวมถึงนโยบายและแนวทางการพัฒนาเกษตรกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับท้องถิ่นและสากล</p> <p>Explain the fundamental principles of environmentally friendly agricultural technology. Apply technology in plant and animal production, and the sustainable management of natural resources. The efficient use of resources, waste reduction, and minimizing environmental impacts. Biotechnology for agriculture, alternative energy technologies, organic farming systems, and smart agriculture, as well as policies and development strategies that emphasize environmental considerations at both local and global levels.</p>	
		<p>MA3801 แคลคูลัส 1 3(3-0-6)</p> <p>Calculus I</p> <p>ฟังก์ชันและกราฟ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ตัวแปรเดียวและการประยุกต์ ปริพันธ์เบื้องต้น</p> <p>The function and graphs, limits and continuous of functions. One variable derivative and application. Basic Integration.</p>	<p>AET2102 นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร 3(2-2-5)</p> <p>Ecology and Agroecology</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของนิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กระบวนการทางชีวภาพ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง วัฏจักรสารอาหาร การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ วิเคราะห์ผลกระทบของกิจกรรมเกษตรต่อสิ่งแวดล้อม ฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศเกษตรอย่างถูกต้อง</p> <p>Explain the fundamental principles of ecology and agroecology, including interactions between living organisms and their environment, biological processes, such as photosynthesis, nutrient cycling, and living organisms adaptations within ecosystems. Analyze the impacts of agricultural activities on the environment. Practice using tools and equipment to assess environmental quality and agroecological systems accurately.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>PH0401 ฟิสิกส์พื้นฐาน 3(3-0-6) Foundation of Physics กลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง การสั่นและคลื่น คลื่นเสียง เทอร์โมไดนามิกส์ กลศาสตร์ของของไหล แม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแส อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ทัศนศาสตร์ ฟิสิกส์ ยุคใหม่</p> <p>Mechanics of rigid bodies. Vibrations and waves. Sound waves. Thermodynamics. Fluid mechanics. Electromagnetism. Electricity. Introduction to electronics. Optics. Modern physics.</p>	<p>AET2103 เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดลอม 3(3-0-6) Agricultural and Environmental Machinery Technology</p> <p>อธิบายหลักการทำงานและองค์ประกอบของเครื่องจักรกล เกษตรและสิ่งแวดลอมสมัยใหม่ การเลือกใช้ การคำนวณสมรรถนะ การตรวจสอบ ความปลอดภัย และการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเกษตร เช่น อุปกรณ์เตรียมดิน เครื่องปลูกพืช เครื่องให้ปุ๋ย เครื่องพ่นสารเคมี เครื่องตัด และเครื่องเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ปัญหาและเลือกใช้เครื่องจักรให้เหมาะสมกับสภาพงานจริง รวมถึงการ ประเมินผลการปฏิบัติงานของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร</p> <p>Explain the operating principles and components of modern agricultural machinery, including machinery selection, performance calculation, safety inspection, and maintenance, as well as various types of equipment, such as tillage implements, planting machines, fertilizer applicators, sprayers, cutters, and harvesters. Analyze problems and select appropriate machinery for field conditions, and evaluate machine performance to improve the efficiency of agricultural production.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>PH0402 ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1(0-2-4) Foundation of Physics Laboratory กลศาสตร์ การสั่นและคลื่น อุณหพลศาสตร์ ของไหล สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แสง เสียง และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน (PH0401) Mechanics. Vibrations and waves. Thermodynamics. Fluid mechanics. Electric field. Electromagnetic. Optics. Sound. Modern physics. Experiments related to the contents in Foundation of Physics (PH0401)</p>	<p>AET2104 เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน 3(3-0-6) Sustainable Postharvest Technology อธิบายหลักการของการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงกระบวนการควบคุมคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร ใช้ความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เช่น การเก็บรักษาในสภาพตัดแปลงบรรยากาศ การขนส่ง และการแปรรูปสดพร้อมบริโภค พัฒนาระบบการจัดการผลผลิตทางการเกษตรเพื่อการบริโภคและการจำหน่ายทั้งในประเทศและการส่งออก เพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตทางการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>Explain the principles of post-harvest agriculture, including quality control processes for agricultural products. Use this knowledge on appropriate post-harvest practices, such as modified atmosphere storage, transportation, and fresh-cut processing. Develop management processes for agricultural products for consumption and distribution in both domestic and export markets to enhance value and extend the shelf life of agricultural products efficiently.</p>	
		<p>ENV2101 เคมีวิเคราะห์ 3(3-0-6) Analytical Chemistry หลักการพื้นฐานของเคมีวิเคราะห์ ทฤษฎีปฏิกิริยากรดและเบส ปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน ปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนและปฏิกิริยาการเกิดตะกอน การประยุกต์ปฏิกิริยาเหล่านี้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการตกตะกอนและการวัดปริมาตร สมดุลเคมีระหว่างเฟสในการสกัดด้วยตัวทำละลาย</p> <p>Basic principles in analytical chemistry. Theory of acid-base. Oxidation-reduction. Complex formation and precipitation reactions. Applications of the above-outlined reactions in quantitative gravimetric and volumetric analysis. Interface equilibria in solvent extraction.</p>	<p>AET2105 การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบชลประทาน เพื่อเกษตรสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Water Resource and Irrigation Management for Agro-Environmental Systems อธิบายความสำคัญของน้ำในภาคการเกษตร รวมถึงวัฏจักรของน้ำและแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร ประเมินความต้องการน้ำของพืชและกำหนดแนวทางการให้น้ำอย่างเหมาะสม พัฒนาศักยภาพในการควบคุมและวัดปริมาณน้ำ ศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการชลประทานรูปแบบต่างๆ เช่น การให้น้ำทางผิวดิน การให้น้ำทางใต้ผิวดิน การให้น้ำแบบฉีดฝอย และการให้น้ำแบบหยด ประยุกต์ใช้ระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพ โดยบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำทางการเกษตรอย่างยั่งยืน</p> <p>Explain the importance of water in agriculture, including the water cycle and agricultural water sources. Evaluate crop water requirements and determine appropriate irrigation strategies. Develop skills in water control and measurement. Study and compare various irrigation methods, such as surface irrigation, subsurface irrigation, sprinkler irrigation, and drip irrigation. Apply efficient irrigation systems by integrating modern technology to optimize water use for sustainable agricultural practices.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2102 ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 1(0-2-1)</p> <p>Analytical Chemistry Laboratory</p> <p>ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เครื่องมือและเทคนิคในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การทดลองเกี่ยวกับการวิเคราะห์สารโดยวิธีตกตะกอนและการวัดปริมาตร และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมีวิเคราะห์ (ENV2101)</p> <p>Errors in chemical analysis. Statistical data analysis. Instrumentation and techniques in quantitative chemical analysis. Experiments on chemical analysis based on gravimetric and volumetric methods, and experiments related to the contents in Analytical Chemistry (ENV2101)</p>	<p>AET2106 เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน 3(3-0-6)</p> <p>Green Technology for Sustainability</p> <p>อธิบายแนวคิดและหลักการของเทคโนโลยีสีเขียวที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานทดแทน การจัดการขยะอย่างยั่งยืน การใช้เทคโนโลยีที่ลดการปล่อยมลพิษและการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต ศึกษาแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนและการอนุรักษ์ธรรมชาติที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน</p> <p>Explain the concepts and principles of green technology, focusing on efficient resource use and environmental friendliness, such as renewable energy, sustainable waste management, and technologies that reduce pollution and chemical usage in production processes. Explore strategies for developing technologies that promote the use of renewable resources and conservation of nature that align with sustainable development goals (SDGs).</p>	
		<p>ENV2103 เคมีอินทรีย์ 3(3-0-6)</p> <p>Organic Chemistry</p> <p>เคมีของสารประกอบอะลิฟาติกและสารประกอบอะโรมาติก พอลิเมอร์ คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน โปรตีนและลิพิด การประยุกต์เทคนิคอัตร้าไวโอเลตและอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในการพิสูจน์ประเภทของหมู่ฟังก์ชัน</p> <p>Chemistry of aliphatic and aromatic compounds, polymers, carbohydrates, amino acids, proteins and lipids. Applications of ultraviolet and infrared spectroscopy in functional groups identification.</p>	<p>AET2107 กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 3(3-0-6)</p> <p>Laws, Policies, and Ethics for Sustainable Agro-Environmental Management</p> <p>อธิบายหลักการและบทบัญญัติของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับประเทศและระหว่างประเทศ ทำความเข้าใจนโยบายและมาตรการทางกฎหมายที่ส่งผลต่อภาคเกษตรกรรมและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ประเมินผลกระทบของกฎหมายและนโยบายต่อความมั่นคงทางเกษตรและอาหาร ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมต่อการเกษตร และเศรษฐกิจของเกษตรกร ประยุกต์ใช้แนวทางทางกฎหมายและนโยบายเพื่อพัฒนาภาคเกษตรกรรมให้สอดคล้องกับหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืนและมาตรฐานสากล</p> <p>Explain the principles and provisions of laws related to agriculture and the environment at both national and international levels. Understand policies and legal measures affecting the agricultural sector and natural resource management. Evaluate the impacts of laws and policies on agricultural and food security, environmental sustainability in agriculture, and the economic well-being of farmers. Apply legal and policy approaches to develop the agricultural sector in alignment with sustainable development principles and international standards.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2104 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1(0-2-1)</p> <p>Organic Chemistry Laboratory</p> <p>เทคนิคเบื้องต้นของปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ ได้แก่ การตกผลึก การหาจุดเดือด การกลั่น การสกัด และโครมาโทกราฟี การตรวจสอบคุณสมบัติและปฏิกิริยาเคมีของหมู่ฟังก์ชันนัลของสารอินทรีย์ และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมีอินทรีย์ (ENV2103)</p> <p>Basic organic chemistry techniques including crystallization, determination of boiling point, distillation, extraction and chromatography. Determination and chemical reaction of functional groups of organic compounds. Experiments related to the contents in Organic Chemistry (ENV2103)</p>	<p>AET2108 การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตร 3(3-0-6)</p> <p>สิ่งแวดล้อม</p> <p>Agro-Environmental System and Technology Management</p> <p>อธิบายเทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้ในระบบเกษตร รวมถึงการประยุกต์คอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการวางแผนกระบวนการผลิตสินค้าเกษตร ประเมินและประยุกต์ใช้แนวทางนโยบาย มาตรฐาน และการควบคุมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร รวมถึงการศึกษามาตรฐานสินค้าเกษตร และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain about technologies applied in agricultural systems, including the use of computers for data collection and analysis to support agricultural production planning. Evaluate and apply policies, standards, and regulations related to agriculture, including the study of agricultural product standards and environmental regulations.</p>	
		<p>ENV2107 ชีวเคมี 3(3-0-6)</p> <p>Biochemistry</p> <p>โครงสร้างและหน้าที่ของชีวโมเลกุล เอนไซม์และชีวพลังงานศาสตร์ เมแทบอลิซึมและการควบคุม การเก็บและการแสดงออกของข้อมูลทางพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม</p> <p>Structures and functions of biomolecules, enzymes and bioenergetics. Metabolism and regulation. Storage and expression of genetic information. Genetic engineering.</p>	<p>AET3102 เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน 3(2-2-5)</p> <p>Smart Agriculture and Sustainable Production Systems</p> <p>อธิบายแนวคิดและหลักการของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ เช่น การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ปัญญาประดิษฐ์ ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และระบบอัตโนมัติในภาคเกษตร ศึกษาเซ็นเซอร์ ระบบควบคุมระยะไกล และการจัดการข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดการใช้ทรัพยากร และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เน้นการพัฒนาทักษะในการออกแบบและพัฒนาโซลูชันทางเทคโนโลยีสำหรับภาคเกษตร</p> <p>Explain the concepts and principles of smart agriculture technology, including applications of Internet of Things, artificial intelligence, big data analytics, and automation in agriculture. Explore sensors, remote control systems, and data management techniques to enhance productivity, optimize resource use, and minimize environmental impact. Emphasize skill development in designing and developing technological solutions for agriculture.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2108 ปฏิบัติการชีวเคมี 1(0-2-1)</p> <p>Biochemistry Laboratory</p> <p>การใช้สารละลายบัฟเฟอร์ในทางชีวเคมี การทดสอบทางกายภาพและเคมีของชีวโมเลกุล การวิเคราะห์เชิงปริมาณ จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ การแยกและการทำรศนิวคลีอิกให้บริสุทธิ์ เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส การศึกษากลไกในกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาชีวเคมี (ENV2107)</p> <p>Utilization of buffer solutions in biochemistry. Physical and chemical properties of biomolecules. Quantitative analysis. Enzymes kinetics. Isolation and purification of nucleic acids. Electrophoresis. Studies of carbohydrate metabolism. Experiments related to the contents in Biological Chemistry (ENV2107)</p>	<p>AET3103 การควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำใน 3(2-2-5)</p> <p>ระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม</p> <p>Water Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems</p> <p>อธิบายปัญหามลพิษทางน้ำจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น แหล่งชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม วิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ พัฒนาแนวทางการควบคุมมลพิษทางน้ำโดยใช้หลักการเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง ฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ประยุกต์องค์ความรู้เพื่อเสนอแนวทางแก้ปัญหามลพิษทางน้ำร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ โดยคำนึงถึงกฎหมาย มาตรฐานสิ่งแวดล้อม และจรรยาบรรณวิชาชีพ</p> <p>Explain the issues of water pollution from various sources, such as communities, industries, and agriculture. Analyze the impacts of water pollution on the environment and human health. Develop strategies for water pollution control using principles of relevant technologies and innovations. Practice the use of tools and equipment for water quality monitoring and analysis. Apply knowledge to propose solutions for water pollution problems in integration with other disciplines considering laws, environmental standards, and professional ethics.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3118 สถิติและระเบียบวิธีทางสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Environmental Statistics and Research Methodology การวิเคราะห์ความแปรปรวน การวางแผนการทดลองเบื้องต้น การเปรียบเทียบเชิงพหุ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม การถดถอยพหุคูณ การวัดความสัมพันธ์สำหรับตารางการจร การถดถอยลอจิสติก อย่างง่าย การวิเคราะห์โพรบิต การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์</p> <p>Analysis of variance. Basic experimental designs. Multiple comparisons. Analysis of covariance. Multiple regression. Measures of association for contingency tables. Simple logistic regression. Probit analysis. Utilization of packages.</p>	<p>AET3104 การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศ 3(2-2-5) ในระบอบเกษตรสิ่งแวดล้อม Air Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems อธิบายแหล่งกำเนิดและประเภทของมลพิษทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซพิษ และสารเคมีในอากาศ วิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพมนุษย์ และระบบนิเวศ ศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการควบคุมมลพิษทางอากาศ เช่น การกรอง การดูดซับ และการเผาไหม้ ศึกษากฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศ พัฒนาทักษะในการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมมลพิษทางอากาศเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน</p> <p>Explain the sources and types of air pollution, including particulate matter, toxic gases, and airborne chemicals. Analyze the impacts of air pollution on the environment, human health, and ecosystems. Explore air pollution control technologies and processes, such as filtration, adsorption, and combustion. Study relevant laws and standards related to air quality. Develop skills in analyzing and designing air pollution control systems to address problems effectively and sustainably.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV1101 หลักการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Principle of Environmental Science นิยามและประวัติความเป็นมาของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศและความสมดุลทางธรรมชาติ การเพิ่มของประชากรมนุษย์และคุณภาพชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลกระทบจากการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม การตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม หลักการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการป้องกันและควบคุมมลพิษ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Definition and history of natural resources and environment. Ecology and natural balance. Quality of life and population growth. Relationships among economics social and environment. Impacts of environmental science and technology on environment. Principles of environmental science and technology for pollution control and prevention. Sustainable natural resources and environmental management. Case study and field visited.</p>	<p>AET3105 การควบคุมและการจัดการของเสียอันตราย 3(2-2-5) ในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Hazardous Waste Management and Control in Agro-Environmental Systems</p> <p>อธิบายแหล่งที่มาของของเสียอันตรายประเภทต่าง ๆ เช่น ของเสียจากอุตสาหกรรม เคมีภัณฑ์ พลังงาน และภาคการเกษตร วิเคราะห์คุณสมบัติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ศึกษาวิธีการและเทคโนโลยีในการจัดการและควบคุมของเสียอันตราย เช่น การเก็บรวบรวม การขนส่ง การกำจัด และการรีไซเคิล รวมถึงกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอันตราย</p> <p>Explain the sources of various types of hazardous waste, such as waste from industrial processes, chemicals, energy production, and agriculture. Analyze the properties and impacts on the environment and human health. Explore methods and technologies for managing and controlling hazardous waste, including collection, transportation, disposal, and recycling. Study relevant laws and standards related to hazardous waste management.</p>	
		<p>ENV2106 นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Environmental Ecology หลักการเกี่ยวกับนิเวศวิทยา ระบบนิเวศ ปัจจัยจำกัด พลังงาน วัฏจักรของสาร ประชากร ชุมชีพ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมต่อระบบนิเวศ บทบาทและความสำคัญของนิเวศวิทยาในการวางแผนพัฒนาต่าง ๆ และการประยุกต์ทฤษฎีทางนิเวศวิทยาในการศึกษาปัญหาทางสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Principle of ecology, ecosystem, limiting factors, energy, nutrient cycle, population community and succession. Impact of environmental changes on ecosystems. Roles and importance of ecology in terms of solving environmental problems. Case study and field visited.</p>	<p>AET3106 ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 3(2-2-5) Geoinformatics for Sustainable environmental management</p> <p>อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม เช่น การวิเคราะห์การใช้ที่ดิน การจัดการน้ำ การติดตามสภาพภูมิอากาศ และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ศึกษาวิธีการและเทคโนโลยีในการเก็บข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ดาวเทียม และอากาศยานไร้คนขับ เพื่อใช้ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืนในภาคการเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain geoinformatics and their applications in managing agricultural and environmental resources, such as land use analysis, water management, climate monitoring, and natural resource management. Study methods and technologies for collecting data from various sources, such as satellites and unmanned aerial vehicle, to support decision-making related to sustainable development in agriculture and the environment.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2109 มลพิษทางน้ำและการควบคุม 3(3-0-6) Water Pollution and Control ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด สาเหตุ และผลกระทบของมลพิษทางน้ำ การเก็บตัวอย่าง การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพเบื้องต้น แนวทางในการป้องกันและควบคุมมลพิษทางน้ำ หลักการเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสีย กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษทางน้ำ กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Fundamental of sources, causes and impacts of water pollution. Water sampling and basis water quality analysis by using physical, chemical and biological parameters. Principles and processes of water pollution control and prevention. Introduction to wastewater treatment. Law for water pollution management. Case study and field visited.</p>	<p>AET3107 การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมใน 3(2-2-5) อุตสาหกรรมเกษตร Management System and Environment in Agro-Industry อธิบายเกี่ยวกับการจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมใน อุตสาหกรรมเกษตรโดยเน้นการใช้เทคโนโลยีและกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ ในการผลิตอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรอย่างยั่งยืน ศึกษากระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การควบคุมมลพิษ การจัดการขยะ และการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการอุตสาหกรรม การเกษตร</p> <p>Explain the management of systems and the environment in the agricultural industry, focusing on the use of efficient technologies and processes to produce food and agricultural products sustainably. Study environmentally friendly production processes, natural resource management, pollution control, waste management, and reducing environmental impacts from agricultural industrial processes.</p>	
		<p>ENV2111 มลพิษทางอากาศและการควบคุม 3(3-0-6) Air Pollution and Control สารมลพิษทางอากาศ การแพร่กระจายและผลกระทบของสารมลพิษทางอากาศที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การตรวจวัดและเก็บตัวอย่างอากาศ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษทางอากาศ การติดตามคุณภาพอากาศ และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการควบคุมมลพิษทางอากาศ กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Air pollutants. Dispersion and impact of air pollutants on human and environment. Air monitoring and sampling. Laws related to air pollution control. Air quality monitoring, and use of appropriate technologies to control air pollution. Case study and field visited.</p>	<p>AET4101 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Environmental Impact Assessment อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการและหลักการในการ ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบของกิจกรรมหรือโครงการ ต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในแง่ของธรรมชาติและสังคม ศึกษาเกี่ยวกับการป้องกันและการบรรเทาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain the processes and principles of environmental impact assessment, which includes analyzing the potential environmental impacts of activities or projects on both the natural environment and society. Study methods for preventing and mitigating environmental impacts.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2213 ของเสียอันตรายและการควบคุม 3(3-0-6) Hazardous Waste and Control การจำแนกประเภท ลักษณะ และสมบัติของของเสียอันตราย หลักการและแนวคิดในการป้องกันและควบคุมของเสียอันตราย วิธีทางของของเสียอันตรายในสิ่งแวดล้อมและผลกระทบ การตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง การประเมินและการจัดการความเสี่ยง ระบบการเก็บรวบรวม ขนส่ง บำบัดและกำจัด กฎระเบียบและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและควบคุมของเสียอันตราย กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Categorization, characterization and properties of hazardous waste. Concept of hazardous waste prevention and control. Fate of hazardous waste in the environment and effects. Monitoring and sampling. Risk assessment and management. Collection, storage, transportation, treatment and disposal. Legislations and regulations related to hazardous waste prevention and control. Case study and field visited.</p>	<p>AET4102 สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 1(0-2-1) Seminar in Agro-Environmental Technology อธิบายแนวทางและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ผ่านการสัมมนาและการนำเสนอหัวข้อจากการศึกษาและการค้นคว้าวิจัยใหม่ ๆ ประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมร่วมกับศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และค้นคว้าความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงเทคโนโลยีในการทำงานได้ สื่อสารความรู้และทำงานเป็นทีมเพื่อพัฒนาทักษะการตัดสินใจและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์เฉพาะหน้า</p> <p>Explain the current approaches and technologies related to agro-environmental technology through seminars and presentations on recent studies and research. Apply basic knowledge of agro-environmental technology along with related fields, and research new knowledge to develop or improve technological practices. Communicate knowledge and work collaboratively for developing decision-making skills and the ability to solve ad hoc problems.</p>	
		<p>ENV3115 เทคโนโลยีการบำบัดสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Environmental Treatment Technology เทคโนโลยีในการบำบัดมลพิษสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ ได้แก่ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือน ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และของเสียอันตราย ด้วยวิธีทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ การวัด การป้องกันและการควบคุม นโยบาย กฎระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวกับการควบคุมมลพิษ กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Environmental treatment technology to combat water pollution, air pollution, noise and vibration pollution, solid and hazardous waste by physical, chemical and biological treatment. To study about measurement, protection and control, also rules in pollution control, case study and field visited.</p>	<p>AET4103 โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 3(0-6-3) Research Project in Agro-Environmental Technology ศึกษาค้นคว้าปัญหาพิเศษทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมโดยประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในภาคการผลิตทางการเกษตรและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างถูกต้อง บูรณาการความรู้ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ภายใต้กรอบกฎหมายและจรรยาบรรณในการทำงาน ฝึกฝนการทำงานเป็นทีม และพัฒนาทักษะการสื่อสารการตัดสินใจ</p> <p>Explore special issues in agro-environmental technology by applying fundamental knowledge related to agro-environmental technology to solve real-world problems in agricultural production and environmental management. Use relevant tools and equipment to address problems accurately. Integrate knowledge involving other disciplines within legal and ethical frameworks. Practice teamwork skills and develop communication and decision-making skills.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3211 เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Environmental Remediation Technology</p> <p>ชนิด การเคลื่อนย้ายและการเปลี่ยนรูปของสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ลักษณะเฉพาะของการปนเปื้อน วิธีการฟื้นฟูโดยวิธีการทางด้านฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพ ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม การวัด แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม เกณฑ์การเลือกเทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม กรณีศึกษา มีการศึกษาออกสถานที่</p> <p>Type, fate and transformation of contaminants in environment. Characteristics of contamination. Physical, chemical and biological remediation. Effective factors of environmental remediation technology. Measures. Mathematic models related to remediation technology. Criteria for desiring suitable environmental remediation technology. Case study and field visited.</p>	<p>AET2109 การควบคุมและการจัดการมลพิษเสียงและการสั่นสะเทือนในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Noise and Vibration Management and Control in Agro-Environmental Systems</p> <p>อธิบายลักษณะเฉพาะของเสียงและการสั่นสะเทือน ระดับของเสียง และการได้ยิน ใช้ความรู้เพื่อจำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียงและผลกระทบที่เกิดขึ้น เรียนรู้วิธีการวัดเสียงและการควบคุมเสียง และพัฒนาแนวทางการป้องกันเสียงและความสั่นสะเทือนในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ประเมินนโยบาย กฎระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเสียงและความสั่นสะเทือน เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติตามมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ</p> <p>Explain the characteristics of sound and vibration, sound levels, and hearing. Use this knowledge to classify the sources of sound and their impacts. Learn methods for measuring and controlling sound, and develop strategies for preventing noise and vibration in various environments. Evaluate policies, regulations, and standards related to sound and vibration control to promote compliance with environmental and health standards.</p>	
		<p>ENV4121 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Internet of Things for Environmental Innovation</p> <p>หลักการเบื้องต้นของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โครงสร้างพื้นฐาน อุปกรณ์และการเลือกอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่เหมาะสมกับนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เบื้องต้นสำหรับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การเลือกระบบปฏิบัติการพื้นฐานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่เหมาะสมกับนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม</p> <p>Basic principles of internet of things (IoT). Components of internet of things, such as, hardware and software, basic structures, devices and its suitable selected for environmental innovation. Basic application programs and platform selection of internet of things appropriated for environmental innovation.</p>	<p>AET2110 การจัดการป่าชุมชนและวนเกษตรอินทรีย์ 3(3-0-6) Community Forest Management and Organic Agroforestry</p> <p>อธิบายหลักการที่ทำให้เกิดความยั่งยืนถาวรของระบบป่าธรรมชาติร่วมกับการทำการเกษตรที่ถูกต้อง ใช้ความรู้ในการเลือกชนิดของพืชที่เหมาะสมกับป่าแต่ละประเภท เพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนของระบบนิเวศประยุกต์ใช้ระบบการเกษตรกรรมที่ทำในพื้นที่ป่าในแต่ละพื้นที่ และระบบเกษตรในป่าชุมชนได้อย่างเหมาะสม</p> <p>Explain the principles that contribute to the long-term sustainability of natural forest ecosystems integrated with proper agricultural practices. Utilize knowledge to select appropriate plant species for each forest type to enhance environmental quality and ecosystem sustainability. Apply suitable agricultural systems in various forest areas and community forests.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2105 กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Environmental Laws and Policy แนวคิดเบื้องต้นและโครงสร้างของกฎหมายสิ่งแวดล้อม บทบาทของกฎหมายสิ่งแวดล้อมในการควบคุมมลพิษและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อม นโยบายของรัฐในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกรณีศึกษา</p> <p>Basic concept and structure of the environmental laws. Roles of the environmental laws in pollution control and environmental conservation. Law related to the environmental problems. National policies on natural resources and environment conservation, and case study</p>	<p>AET2111 การบริหารจัดการฟาร์มอย่างยั่งยืน 3(3-0-6) Sustainable Farm Management อธิบายและทำความเข้าใจความหมาย ความสำคัญ และความสัมพันธ์ของการจัดการฟาร์ม ศึกษาเศรษฐศาสตร์ในการจัดการฟาร์ม การบันทึกกิจการฟาร์ม การวางแผนธุรกิจฟาร์มและการจัดการงบประมาณ จัดหาสินเชื่อเพื่อประกอบกิจการฟาร์ม แก้ปัญหาในการจัดการฟาร์มและการใช้ที่ดินป่าไม้กับการเกษตร</p> <p>Explain and understand the meaning, importance, and interrelationship of farm management. Study farm economics, farm record-keeping, business planning, and budget management. Explore the process of securing loans for farm operations. Solve problem for farm management and forestry land use with agriculture.</p>	
		<p>ENV3101 ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Geoinformatics for Environmental Management หลักการของระบบภูมิสารสนเทศ กระบวนการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล โครงสร้างและการจัดการฐานข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศ การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการจัดการและติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Principle of geoinformatics. Process of geographic information system. Data compilation and analysis. Structures and database management in geoinformatics. Application of geoinformatics for environmental management and monitoring. Case study and field visited.</p>	<p>AET2112 เทคโนโลยีการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน 3(2-2-5) Soilless Plant Production Technology อธิบายหลักการและแนวคิดพื้นฐานของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมถึงระบบและเทคนิคต่าง ๆ เช่น การปลูกพืชในน้ำ การปลูกพืชในวัสดุปลูก การปลูกพืชแบบแอโรโปนิคส์ และระบบปลูกพืชแนวตั้ง วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ น้ำ สารละลายธาตุอาหาร แสง อุณหภูมิ ความชื้น และการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือน การเลือกชนิดพืช ระบบการผลิต การดูแลรักษา การควบคุมโรคและแมลง รวมถึงต้นทุนการผลิตและแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินทั้งในระดับครัวเรือนและเชิงพาณิชย์</p> <p>Explain the fundamental principles and concepts of soilless cultivation, including various systems and techniques, such as hydroponics, substrate culture, aeroponics, and vertical farming systems. Analyze factors affecting plant growth, including water, nutrient solutions, light, temperature, humidity, and environmental management within greenhouses. Plant selection, production systems, maintenance, pest and disease control, as well as production costs and the development trends of soilless cultivation technology at both household and commercial levels.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3102 การประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัลเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม Digital Image Processing for Environmental Management</p> <p>หลักการและวิธีการของการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายจากดาวเทียม เป็นต้น การประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัลเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Principles and methods of digital image processing, such as aerial photographs and satellite images. Digital image processing for environmental management. Case study and field visited.</p>	<p>AET2113 การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Environment and Natural Resource Management</p> <p>อธิบายหลักการและแนวทางการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากรเกษตร ใช้ความรู้ในการจำแนกประเภทของทรัพยากรที่มีบทบาทสำคัญต่อการประกอบอาชีพเกษตรกรรม และสามารถนำแนวทางการประเมินคุณภาพทรัพยากรมาใช้วิเคราะห์สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่เกษตรกรรม ฝึกฝนการใช้เครื่องมือและเทคนิคการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการผลิตทางการเกษตร</p> <p>Explain the principles and approaches for assessing environmental quality and managing agricultural resources. Use knowledge to classify types of resources that play a crucial role in agricultural occupations and utilize resource assessment methods to analyze environmental conditions in agricultural areas. Develop skills in using tools and techniques for environmental quality assessment to examine the impacts on agricultural production.</p>	
		<p>ENV4120 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment</p> <p>ที่มา ความหมาย และแนวความคิดของการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม กระบวนการศึกษาและจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม การกำหนดมาตรการป้องกันแก้ไขและติดตามตรวจสอบผลกระทบ กรณีศึกษา มีการศึกษานอกสถานที่</p> <p>Background, connotation and concept of environmental impact assessment. Methods of environmental impact study and report preparation. Law and regulation of environmental impact assessment. Criteria of mitigation and monitoring measures. Case study and field visited.</p>	<p>AET2114 การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Environmental Sustainable Development</p> <p>อธิบายหลักการและแนวทางในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยเน้นการบูรณาการระหว่างการพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการมลพิษ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษกรณีตัวอย่างของโครงการพัฒนาที่ยั่งยืน และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอย่างยั่งยืน</p> <p>Explain the principles and approaches to sustainable environmental development, focusing on the integration of economic, social, and environmental development. Apply sustainable development concepts in natural resource planning, pollution management, biodiversity conservation, and climate change adaptation. Explore case studies of sustainable development projects and promoting community participation in sustainable development.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV1105 จริยธรรมวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 1(1-0-2) Professional Ethics in Environmental Science</p> <p>หลักจริยธรรม การใช้ความรู้ตามหลักจริยธรรมทางสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน ความรับผิดชอบต่อสังคมของภาคธุรกิจกับการจัดการสิ่งแวดล้อม การอภิปรายและการทดสอบ และกรณีศึกษา</p> <p>Principles of ethics. Uses of environmental ethics in everyday life. Environmental problem solving and sustainable development. Corporate social responsibility and environmental management. Discussion and test, and case studies</p>	<p>AET2115 การสร้างผู้นำและเครือข่ายเพื่อการพัฒนา 3(2-2-5) เกษตรสิ่งแวดล้อม Leadership and Networking for Agro-Environmental Development</p> <p>อธิบายหลักการการพัฒนาภาวะผู้นำและความสำคัญของภาวะผู้นำในการพัฒนาการเกษตร รวมถึงสามารถจำแนกบทบาทของบุคลากรทางการเกษตรและความสัมพันธ์ระหว่างผู้นำกับการพัฒนาเกษตรกรรม ประยุกต์ใช้แนวคิดภาวะผู้นำในการพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการเกษตร และใช้เครื่องมือและกลยุทธ์ในการเสริมสร้างพลังของเครือข่ายทางการเกษตร</p> <p>Explain the principles of leadership development and the importance of leadership in agricultural development, including to identify the roles of agricultural personnel and the relationship between leadership and agricultural advancement. Apply leadership concepts to enhance the potential of agricultural personnel and utilize tools and strategies to empower agricultural networks.</p>	
		<p>ENV4119 สัมมนาทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 1(0-2-1) Seminar in Innovative Environmental Science</p> <p>สัมมนาในหัวข้อที่สนใจทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม โดยรวบรวมและเรียบเรียงจากงานวิจัยที่ทันสมัยเพื่อนำเสนอ</p> <p>Seminar on interesting topics in innovative environmental science issues investigating from current researches and presentation.</p>	<p>AET3108 เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 3(2-2-5) Sustainable Agro-Environmental Remediation Technology</p> <p>อธิบายแนวคิด หลักการ และเทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์และธรรมชาติ เช่น การฟื้นฟูดินที่ปนเปื้อน และการฟื้นฟูแหล่งน้ำ การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีทางกายภาพและเคมี</p> <p>Explain the concepts, principles, and technologies for remediating environments impacted by human activities, and natural processes, such as soil remediation, and water remediation. Selecting appropriate technologies, including biotechnologies, physical and chemical methods.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV4101 ปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม สิ่งแวดล้อม 2(0-2-4)</p> <p>Special problems in Innovative Environmental Science</p> <p>ทำวิจัยในหัวข้อที่น่าสนใจทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม ภายใต้การแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา</p> <p>Do research on topics of interest in innovative environmental science under the supervision of advisor.</p>	<p>AET3109 การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการ สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 3(2-2-5)</p> <p>Digital Image Processing for Sustainable Environmental Management</p> <p>อธิบายแนวคิด หลักการ และเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับการจัดการด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม การประมวลผลภาพดิจิทัลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ การวิเคราะห์ข้อมูลภาพ การจำแนกประเภทภาพ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องในการวิเคราะห์และตัดสินใจ ประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์เพื่อแก้ปัญหาในบริบทของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การตรวจสอบสภาพแวดล้อม และการสนับสนุนการเกษตรที่ยั่งยืน</p> <p>Explain the concepts, principles, and techniques of digital image processing for agricultural and environmental management. Digital image processing using satellite, and aerial images. Image data analysis, image classification, and the application of softwares in analysis, and decision-making in terms of natural resource management, environmental monitoring, and supporting sustainable agriculture.</p>	
		<p>ENV1104 เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม 3(3-0-6)</p> <p>Environmental Economics</p> <p>ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ บทบาทของทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ต่อ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับเศรษฐกิจ ปัญหาสิ่งแวดล้อม สาเหตุ และผลกระทบของความเสื่อมโทรมของคุณภาพสิ่งแวดล้อม หลักเศรษฐศาสตร์ว่าด้วยผลการควบคุมมลภาวะ นโยบายของรัฐบาลในการควบคุมมลภาวะ</p> <p>Environmental problems using economic analysis, the role of economic theory for solving environmental problems. The relationship between economy and environment. Environmental problems, causes and impacts of degeneracy of environmental quality. Economic principles for pollution control. National policy for pollution control.</p>	<p>AET3110 เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตร อย่างยั่งยืน 3(3-0-6)</p> <p>Environmental Economics for Sustainable Agriculture</p> <p>อธิบายแนวคิดและหลักการเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม การประเมินค่าของทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบจากนโยบายสิ่งแวดล้อม และการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริบทเศรษฐกิจและสังคม พัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ทางการเงิน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์</p> <p>Explain the concepts and principles of economics related to natural resource and environmental management, including environmental cost-benefit analysis, valuation of natural resources, the impact of environmental policies, and the management of environmental issues in economic, and social contexts. Develop skills in applying economic tools, such as financial analysis, and cost-benefit analysis.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2110 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 3(2-2-5) Water Quality Analysis ความรู้เกี่ยวกับปริมาณการวิเคราะห์ การเก็บและเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล</p> <p>Basic concepts in quantitative analysis. Water sampling and storage. Analysis of water quality by using physical, chemical and biological parameters. Data analysis and interpretation.</p>	<p>AET3111 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อระบบเกษตร 3(2-2-5) สิ่งแวดล้อม Water Quality Analysis for Agro-Environmental Systems วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของน้ำที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ โดยใช้เครื่องมือและเทคนิคทางห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม ประเมินผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อระบบนิเวศและกิจกรรมของมนุษย์ และบูรณาการองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมในการจัดการและปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างยั่งยืน รวมทั้งพัฒนาทักษะในการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ</p> <p>Analyze the chemical, physical, and biological components of water affecting water quality using appropriate laboratory tools, and techniques. Evaluate the impact of water quality on ecosystems, and human activities. Integrate knowledge of agricultural environmental technology in managing, and improving water quality sustainably. Develop skills in communication, teamwork, and problem-solving to prepare for professional workplace environments.</p>	
		<p>ENV2112 การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรม 3(2-2-5) Management System and Environment in Industry แนวคิดเกี่ยวกับอนุกรมมาตรฐานของระบบการจัดการที่ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น มอก. 18000 ISO 9000 ISO14000 ISO 17025 HACCP TQM รวมถึงระบบมาตรฐานสากลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (อีเอ็มเอส) ซึ่งเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001 การนำไปปฏิบัติในงานอุตสาหกรรม การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และการตรวจประเมิน การดำเนินการและประเมินผล และกรณีศึกษา</p> <p>Concepts of standards of management systems in the industry, such as TIS 18000, ISO9000, ISO14000, ISO17025, HACCP, TQM, including International Environmental Management System (EMS) standard, particularly ISO 14001. Implementation in industrial work. Continual improvement and auditing. Implementation and evaluation, and case studies.</p>	<p>AET3112 หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Principle of Environmental Health อธิบายแนวคิดและหลักการของอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของมนุษย์และคุณภาพของสิ่งแวดล้อม โดยการวิเคราะห์ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น มลพิษทางอากาศ น้ำ และดิน การจัดการขยะ การควบคุมโรคจากสิ่งแวดล้อม และการประยุกต์ใช้มาตรการเพื่อป้องกันและควบคุมปัญหาสุขภาพจากสิ่งแวดล้อม เรียนรู้กระบวนการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาสุขภาพและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน</p> <p>Explain the concepts and principles of environmental health related to human health and environmental quality. Analyze environmental factors affecting health, such as air, water, and soil pollution, waste management, and the control of environment-related diseases. Learn the application of measures to prevent and control health problems from environmental factors. Understand processes for managing natural resources and the environment to prevent health issues and promote sustainable development.</p>	
		<p>ENV2113 พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5) Environmental Toxicology</p>	<p>AET3113 อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน 3(3-0-6)</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>สารพิษในสิ่งแวดล้อม กลไกความเป็นพิษของสารพิษในสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายสารมลพิษ การเคลื่อนย้ายและการกระจายสารพิษในเฟสต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อม การติดตามผลกระทบที่เกิดจากการสะสมของสารพิษในสิ่งแวดล้อม</p> <p>Toxicants in environment. Mechanisms of toxicity in the environment. Factors influencing on pollutants distribution. Transport and accumulation of pollutants in environmental media. Monitoring of effects causing by toxicants accumulation in the environment.</p>	<p>Occupational Health and Safety</p> <p>อธิบายหลักการและแนวทางในการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพและความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน การประเมินสิ่งแวดล้อมในการทำงาน และการป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน การส่งเสริมการสร้างสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยและมีสุขภาพดี เรียนรู้กฎหมายและระเบียบข้อบังคับด้านความปลอดภัยและสุขภาพในองค์กร</p> <p>Explain the principles and methods of managing occupational health and safety in the workplace. Risk assessment related to health and safety hazards arising from work activities. Evaluating the work environment, and preventing work-related diseases. Promoting a safe and healthy working environment. Learn laws and regulations regarding safety and health in organizations.</p>	
		<p>ENV2114 หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6)</p> <p>Principle of Environmental Health</p> <p>แนวคิดพื้นฐานของงานอนามัยสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสุขภาพ ปัจจัยทางด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพและสังคมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ รวมถึงองค์ประกอบของงานอนามัยสิ่งแวดล้อม</p> <p>Principles of environmental health. Relationship between environment and health. Physical; chemical; biological and social factors affecting health, including components of environmental health.</p>	<p>AET3114 การสำรวจและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการเกษตร 3(2-2-5)</p> <p>Environmental Quality Survey and Monitoring for Agricultural Management</p> <p>สำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อประเมินผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์และติดตามสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องในการดำเนินการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านการสำรวจและการติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ภายใต้กรอบของกฎหมายและจรรยาบรรณ ฝึกทักษะการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม การตัดสินใจและการแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้า รวมถึงการประยุกต์ตนให้มีคุณภาพ เพื่อสามารถปฏิบัติงานในองค์กรได้</p> <p>Survey and monitor environmental quality using various tools, and techniques to assess human activity impacts and monitor environmental situations. Use tools and equipment correctly in conducting surveys. Apply knowledge of environmental survey and monitoring in conjunction with other disciplines within the framework of laws and ethics. Develop skills in communication, teamwork, decision-making, and problem-solving, and demonstrate professionalism for effective work in organizations.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2116 ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลและการควบคุม 3(2-2-5) Solid Waste and Control</p> <p>ชนิด องค์ประกอบ และแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ผลกระทบของสิ่งปฏิกูลต่อสุขภาพอนามัยและชุมชน อัตราการเกิดและการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่กำจัดมูลฝอย กฎระเบียบและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและควบคุมขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล</p> <p>Types, composition and sources of solid waste and night soil. Effects of night soil on human health and community. Generation rate and prediction of solid waste quantity. Sampling and analysis of solid waste and night soil. Environmental quality monitoring in disposal sites. Legislation and regulations related to solid waste and night soil management and control.</p>	<p>AET3115 อุตุนิยมวิทยาเพื่อการวางแผนการเกษตร 3(3-0-6) สิ่งแวดล้อม Meteorology for Agro-Environmental Planning</p> <p>อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานในสาขาอุตุนิยมวิทยา โดยเน้นที่สมดุลความร้อนของโลก การเกิดฤดูกาล อุณหภูมิและความชื้น รวมถึงการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวระดับและแนวตั้ง ศึกษากระบวนการและปัจจัยที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองรุนแรง และประเมินแนวโน้มการผันแปรของสภาพอากาศระดับโลก เช่น สภาวะโลกร้อนและปรากฏการณ์เอลนีโญ</p> <p>Explain the principles and basic knowledge in the field of meteorology, focusing on the Earth's heat balance, the formation of seasons, temperature, and humidity, as well as the movement of air both horizontally and vertically. Examine the processes and factors that lead to severe thunderstorms and assess global climate variability trends, such as global warming and the El Niño phenomenon.</p>	
		<p>ENV2206 มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือนและการควบคุม 3(2-2-5) Noise and Vibration Pollution and Control</p> <p>ลักษณะเฉพาะของเสียงและการสั่นสะเทือน ระดับของเสียงและการได้ยิน การจำแนกประเภท แหล่งกำเนิด ผลกระทบ การวัด การป้องกันและการควบคุม นโยบาย กฎระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเสียงและความสั่นสะเทือน</p> <p>Specific characteristics of noise and vibration. Sound and hearing level. Classification, sources, impact, measurement, prevention and control, policies, rules and regulations related to noise and vibration control.</p>	<p>AET3116 วิทยาศาสตร์การดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทางสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 3(2-2-5) Science of Diving for Sustainable Environmental Survey and Research</p> <p>อธิบายหลักการและเทคนิคการดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทางสิ่งแวดล้อม เก็บตัวอย่างและการวัดตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศทางทะเล การใช้อุปกรณ์ดำน้ำ ศึกษาเทคนิคการดำน้ำอย่างปลอดภัย</p> <p>Explain the principles and techniques of diving for environmental exploration and research. Collect samples and measuring of various environmental variables related to marine ecosystem. Learn diving equipment and safe diving practices.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2207 ภัยพิบัติทางธรรมชาติ 3(3-0-6)</p> <p>Natural Disasters</p> <p>ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ กระบวนการสำคัญที่ส่งผลให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ และผลกระทบที่มีต่อมนุษยชาติ ธรณีวิทยาและสภาพภูมิอากาศที่มีความเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์และภัยพิบัติต่าง ๆ เช่น แผ่นดินไหว สึนามิ ภูเขาไฟระเบิด ดินถล่ม อุทกภัย ภัยต่าง ๆ และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก</p> <p>To explore natural phenomenal and process that affected to natural disasters and their impact on humankind. Tectonic and climate related disasters are examined in detail, including earthquakes, tsunamis, volcanic eruptions, landslides, flooding, hurricanes, tornadoes, and climate change.</p>	<p>AET3117 การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อ 3(2-2-5)</p> <p>การศึกษาเกษตรสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่</p> <p>Using Smartphone Applications for Spatial Agro-Environmental Studies</p> <p>ใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อการศึกษาสิ่งแวดล้อมในเชิงพื้นที่ โดยเน้นการใช้ระบบดาวเทียมนำร่องของโลก และแผนที่ดิจิทัลในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการสิ่งแวดล้อม</p> <p>Use smartphone applications for spatial environmental studies, with a focus on utilizing Global Navigation Satellite System (GNSS) technology, and digital mapping to collect, and analyze environmental data in different areas for supporting environmental management decision-making.</p>	
		<p>ENV2208 การวิเคราะห์และเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)</p> <p>Environmental Sampling and Analysis</p> <p>การสุ่มตัวอย่าง การเก็บ และการรักษาตัวอย่างน้ำ ดิน อากาศและขยะ วิธีการในการวิเคราะห์สมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ การควบคุมคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลและความเชื่อมั่นของข้อมูล</p> <p>Random sampling, collection, handling, and storage of water, soil, air and solid waste samples. The analytic methods for physical, chemical and biological parameters. Quality control, data interpretation and data reliability.</p>	<p>AET3118 เทคโนโลยีทำแห้งและการเก็บรักษาผลิตผล 3(3-0-6)</p> <p>เกษตรเพื่อความยั่งยืน</p> <p>อธิบายและทำความเข้าใจหลักการทางอุณหพลศาสตร์และการถ่ายเทความร้อน เช่น สมบัติอากาศชื้น สมบัติทางกายภาพ และชีวเคมีของผลิตผลเกษตร รวมถึงการสูญเสียและการควบคุมคุณภาพ ใช้ความรู้และทฤษฎีของวิธีการทำแห้งและการเก็บรักษา เพื่อประยุกต์ใช้ในการทำแห้งผลิตผลเกษตร รวมทั้งพัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการทำงานในด้านนี้</p> <p>Explain and understand the principles of thermodynamics and heat transfer, such as the properties of moist air, physical and biochemical properties of agricultural products, including post-harvest losses, and quality control. Apply knowledge and theories of drying and storage methods to the drying of agricultural products, and develop the ability to effectively use appropriate tools and equipment in this field.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2210 ความหลากหลายทางชีวภาพ 3(3-0-6)</p> <p>Biodiversity</p> <p>แนวคิด ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ องค์ประกอบ ความสำคัญ และการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ การอนุรักษ์ การใช้ประโยชน์ และจัดการความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน กรณีศึกษา</p> <p>Concepts and definitions of biodiversity. Components and importance of biodiversity studies. Loss of biodiversity, and conservation, utilization and sustainable management of biodiversity. Case study</p>	<p>AET3119 หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 3(2-2-5)</p> <p>Principles and Techniques of Plant Tissue Culture</p> <p>อธิบายหลักการพื้นฐานของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาวะปลอดเชื้อ เทคนิคและกระบวนการสำคัญ เช่น การเตรียมอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ การจัดการสิ่งแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง การเลือกชนิดของเนื้อเยื่อพืช การชักนำให้เกิดการแตกยอด การชักนำให้เกิดราก การเหนี่ยวนำให้เกิดแคลลัส การเพิ่มปริมาณพืช การย้ายปลูกพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยง การขยายพันธุ์พืช การผลิตพืชปลอดโรค และการปรับปรุงพันธุ์พืชในเชิงชีววิทยาโมเลกุล ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและทักษะในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออย่างถูกต้องและปลอดภัย</p> <p>Explain the fundamental principles of plant tissue culture under sterile conditions, including essential techniques and processes, such as the preparation of culture media, environmental management for tissue culture, selection of plant tissue types, shoot induction, root induction, callus induction, plant multiplication, and the transplantation of cultured plants. Plant propagation, disease-free plant production, and plant improvement at the molecular biology level. Practical laboratory sessions to develop understanding and skills in accurate and safe tissue culture practices.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV2211 อาชีวอนามัยและความปลอดภัย 3(3-0-6)</p> <p>Occupational Health and Safety</p> <p>หลักการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โรคจากการประกอบอาชีพ อุบัติเหตุ และอันตรายจากการประกอบอาชีพ หลักการและเทคนิคในการประเมินหาอันตรายในการทำงาน การควบคุมอันตราย กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในกระบวนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม มาตรฐานด้าน อาชีวอนามัยและความปลอดภัยระดับสากลและระดับประเทศ</p> <p>Principles of occupational health and safety. Occupational diseases. Occupational accident and hazard. Principles and techniques of occupational health hazard evaluation. Hazard control. Occupational health and safety law in environmental impact assessment process. International and national standards of occupational health and safety.</p>	<p>AET3120 เทคโนโลยีการจัดการดินและปุ๋ย 3(2-2-5)</p> <p>Soil and Fertilizers Management Technology</p> <p>อธิบายหลักการและเทคโนโลยีในการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร เน้นความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน รวมถึงการวิเคราะห์ดินและการวางแผนการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพดินและสิ่งแวดล้อม ศึกษาวิธีการปรับปรุงดินด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และการจัดการดินในระบบเกษตรยั่งยืน เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain the principles and technologies for soil and fertilizer management to enhance agricultural production efficiency. Emphasis understanding the physical, chemical, and biological properties of soil, including soil analysis and proper fertilizer planning to maintain soil quality, and protect the environment. Study soil improvement methods using various techniques, such as the application of organic fertilizers, chemical fertilizers, and soil management practices within sustainable agricultural systems, to promote the efficient use of natural resources, and minimize environmental impacts.</p>	
		<p>ENV2212 การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรพลังงาน 3(3-0-6)</p> <p>Energy Resource Management and Conservation</p> <p>แหล่งกำเนิดของพลังงาน ความสัมพันธ์ของพลังงานและสิ่งแวดล้อมกับการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ หลักการและวิธีการอนุรักษ์พลังงานและจัดการสิ่งแวดล้อม ผลกระทบและการป้องกันแก้ไข ปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม กฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้อง</p> <p>Energy resources. Energy and environment related to the quality of living. Principle and methodology to energy conservation and environmental management. Effects and preventions of energy and environment with problem solving. Laws and related policies.</p>	<p>AET3121 การส่งเสริมและสื่อสารการเกษตร 3(2-2-5)</p> <p>Extension and Communication for Agriculture</p> <p>อธิบายและทำความเข้าใจถึงความหมาย ความสำคัญ และหลักการส่งเสริมการเกษตร วิธีการส่งเสริมการเกษตร การสื่อสารเพื่อการส่งเสริมการเกษตร การส่งเสริมพลังกลุ่ม และการพัฒนาเกษตรกร เพื่อออกแบบและประยุกต์การวางแผนโครงการส่งเสริมการเกษตร การประเมินผลสำเร็จในการส่งเสริมการเกษตร ปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมการเกษตร</p> <p>Explain and understand the meaning, importance, and principles of agricultural extension, methods of agricultural extension, communication for agricultural extension, group empowerment, and farmer development. Apply and design agricultural extension project planning, assess the success of agricultural extension efforts, identify problems, and challenges in agricultural extension.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3201 เทคโนโลยีสะอาด 3(3-0-6) Clean Technology สมดุลมวลสารและพลังงาน แนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด การประยุกต์และการ ตรวจสอบประเมินเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษา Mass and energy balance. Concept of clean technology. The application and clean technology assessments, and case study.</p>	<p>AET3122 การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน 3(2-2-5) การเกษตร Logistics and Supply Chain Management in Agriculture อธิบายหลักการและความสำคัญของโลจิสติกส์ในภาคธุรกิจ เกษตร เข้าใจถึงองค์ประกอบของระบบโลจิสติกส์ รวมถึงการจัดซื้อ การผลิต การ จัดเก็บ และการกระจายผลผลิตทางการเกษตร และสามารถจำแนกกระบวนการ วางแผนและควบคุมโลจิสติกส์ในภาคการเกษตร ประยุกต์ใช้หลักการจัดการ โลจิสติกส์ในการบริหารวัตถุดิบ คลังสินค้า และต้นทุน วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อ ประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน และสามารถเปรียบเทียบแนว ทางการจัดการคลังสินค้าและการขนส่งที่มีประสิทธิภาพในบริบทของธุรกิจ เกษตรกรรม Explain the principles and importance of logistics in agricultural business. Understand the components of the logistics system, including procurement, production, storage, and distribution of agricultural products, and identify the processes for planning and controlling logistics in the agricultural sector. Apply logistics management principles in the administration of raw materials, warehousing, and cost management. Analyze factors affecting the efficiency of logistics and supply chain systems, and compare effective approaches to warehouse and transportation management within the context of agribusiness.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3202 แบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)</p> <p>Environmental Modeling</p> <p>ชนิดของแบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม กระบวนการและเทคนิคในการสร้างแบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม และกรณีศึกษา</p> <p>Type of environmental models. Process and technique to create environmental model, and case studies.</p>	<p>AET3123 การผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและเป็นมิตร 3(3-0-6)</p> <p>ต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>Safe and Environmentally-Friendly Agricultural Production</p> <p>อธิบายหลักการ แนวคิด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมดิน พันธุ์พืช/สัตว์ การใช้ปัจจัยการผลิต การควบคุมศัตรูพืชและโรค การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการตรวจสอบย้อนกลับ มาตรฐานระบบการผลิต เช่น GAP (Good Agricultural Practices), Organic, ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม และมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร ผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนในห่วงโซ่การผลิตสินค้าเกษตร</p> <p>Explain the principles, concepts, and standards related to the production of safe agricultural products, covering all stages from soil preparation, plant/animal selection, use of production inputs, pest and disease control, harvesting, and post-harvest management, to traceability systems. Production standards, such as Good Agricultural Practices (GAP), Organic, Participatory Guarantee Systems (PGS), and food safety standards. Impacts on consumer health, the environment, and sustainability throughout the agricultural production chain.</p>	
		<p>ENV3209 พลังงานและสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)</p> <p>Energy and Environment</p> <p>ความสำคัญของพลังงานต่อชีวิตต่อระบบนิเวศและต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม พลังงานในอาหาร สถานการณ์และวิกฤตการณ์พลังงานของโลก ผลกระทบของการใช้พลังงานต่อสิ่งแวดล้อม การใช้และ การอนุรักษ์พลังงาน พลังงานทดแทน นโยบายการอนุรักษ์ทรัพยากรพลังงานของประเทศไทย</p> <p>The importance of energy to ecology, economics and social development. Food energy. World situation and crisis in energy. Effects of energy used impacted to environment. Energy used and conservation. Renewable energy. Thailand energy resources conservative policies.</p>	<p>AET3124 การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบการผลิต 3(2-2-5)</p> <p>ทางเกษตรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>Life Cycle Assessment of Agro-Environmental Systems</p> <p>อธิบายหลักการ และกระบวนการของการประเมินวัฏจักรชีวิตในระบบการผลิตทางเกษตรและสิ่งแวดล้อม ใช้ซอฟต์แวร์เกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรชีวิต วางแผนและออกแบบระบบการผลิตที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain of principles and processes of Life Cycle Assessment (LCA) in agricultural and environmental production systems. The use of Life Cycle Assessment software. Plan and design production systems that minimize environmental impacts.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3210 การพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 3(3-0-6)</p> <p>Environmental Sustainable Development</p> <p>ความรู้พื้นฐานของการอนุรักษ์และการพัฒนาที่ยั่งยืน หลักการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน การประยุกต์แนวทางเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน และกรณีศึกษา</p> <p>Basic knowledge of environmental conservation and sustainable development. Principle and sustainable development. Application of sufficient economy concept for development of sustainable development, and case studies.</p>	<p>AET3125 การประเมินคาร์บอนในระบบเกษตรและสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)</p> <p>Carbon Assessment in Agro-Environmental Systems</p> <p>อธิบายหลักการ และองค์ประกอบของวัฏจักรและการประเมินคาร์บอนในภาคเกษตรและสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์แหล่งกำเนิด การปลดปล่อย และการกักเก็บของก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการเกษตรและสิ่งแวดล้อม การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย</p> <p>Explain the principles and components of carbon cycles, and carbon assessment in agricultural and environmental sectors. Analyze sources, emissions, and sequestration of greenhouse gases in agricultural, and environmental activities. Assess the carbon footprint of products, carbon footprint of organizations, and Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER) development.</p>	
		<p>ENV3212 การสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)</p> <p>Environmental Survey and Monitoring</p> <p>วิธีการและเครื่องมือในการสำรวจคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ คุณภาพเสียง คุณภาพมูลฝอย คุณภาพดิน คุณภาพทางชีววิทยา (ทั้งพืชและสัตว์) เป็นต้น การวางแผนสำรวจข้อมูล การเก็บตัวอย่าง การรักษตัวอย่าง การวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ข้อมูล การรายงานผล และการนำเสนอข้อมูลจากการสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>Methods and tools for surveying environmental quality, such as water quality, air quality, noise quality, solid waste quality, soil quality, biological quality (both plants and animals). Surveying planning. Sampling. Sampling preservation. Environmental quality analysis. Data analysis. Reporting and data presentation achieved from surveying and monitoring environmental quality.</p>	<p>AET4104 การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6)</p> <p>Environmental Risk Assessment</p> <p>อธิบายหลักการและกระบวนการในการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงการระบุและวิเคราะห์อันตรายที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางอากาศ น้ำ ดิน และเสียง การประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น พายุ น้ำท่วม และแผ่นดินไหว การใช้เทคนิคและเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยง เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงทางสถิติ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เสนอแนวทางในการลดความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงเพื่อป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>Explain the principles and processes of environmental risk assessment, including the identification and analysis of hazards arising from activities that impact the environment, such as air, water, soil, and noise pollution. Assessment of risks from natural disasters, such as storms, floods, and earthquakes. Use techniques and tools for risk assessment, such as statistical risk analysis, mathematical modeling, and impact assessment from climate change. Propose strategies for risk reduction, and risk management to prevent and mitigate environmental impact.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3213 การวิเคราะห์ระบบและข้อมูลทางสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Environmental System and Data Analysis การประมวลผลและวิเคราะห์ระบบและข้อมูลทางสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติและคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล สิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณ การใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล</p> <p>Data compilation and analysis of environmental system. Application of statistics and mathematics for data analysis. Quantitative environmental data. The use of computer program for data collection and analysis.</p>	<p>AET4201 การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 2(90) เทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology I</p> <p>แสดงให้เห็นถึงการเตรียมพร้อมก่อนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะ ลักษณะนิสัยที่เหมาะสมกับอาชีพ และโอกาสในการทำงาน</p> <p>Demonstrate pre-training experience in cognitive, skills, characters suitable for professions, and career opportunities.</p>	
		<p>ENV3214 อุตุนิยมวิทยา 3(3-0-6) Meteorology ความรู้ทั่วไปในวิชาอุตุนิยมวิทยา โดยเฉพาะเรื่องสมดุลความร้อนของโลก การเกิดฤดูกาล อุณหภูมิและความชื้น การเคลื่อนที่ของอากาศทั้งในแนวระดับและในแนวตั้ง การเกิดพายุฟ้าคะนองรุนแรง รวมถึงแนวโน้มการผันแปรของสภาพอากาศระดับโลก เช่น สภาวะโลกร้อน หรือปรากฏการณ์เอลนีโญ เป็นต้น</p> <p>General knowledge in meteorology, especially in earth's energy balance, seasons, air temperature and humidity, air movement in vertical and horizontal directions, severe thunderstorm, trends of global climate change (e.g. global warming, El Niño)</p>	<p>AET4202 การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยี 5(225) เกษตรสิ่งแวดล้อม Field Experience in Agro-Environmental Technology</p> <p>ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายในหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนที่ได้รับความเห็นชอบจากโปรแกรมวิชาได้เป็นอย่างดี ดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมประสบการณ์วิชาชีพร่วมกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนอย่างน้อย 1 โครงการ พร้อมจัดทำรายงานแสดงผลการดำเนินงาน</p> <p>Perform assigned tasks in public or private agencies that have been approved by the course program well. Carry out at least one project or activity that promotes professional experience in collaboration with government or private agencies, and prepare a report showing performance.</p>	
		<p>ENV3216 การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน 3(3-0-6) Land Use Planning ความสำคัญของการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพการใช้ที่ดินในประเทศไทย การจำแนกและหลักการจำแนก สมรรถนะที่ดิน หลักการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การป่าไม้ ชุมชน และอื่น ๆ การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เน้นกิจกรรม การใช้ที่ดินในประเทศไทยเป็นสำคัญ</p> <p>Importance of land uses. Land use pattern in Thailand. Land suitability classification. Land capability. Principle of land use for agriculture, industry, forestry, community and etc. Land use planning emphasized on activities of land use in Thailand.</p>	<p>AET4203 สหกิจศึกษา 7(315) Co-operative Education</p> <p>ปฏิบัติงานในหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนในลักษณะพนักงานชั่วคราวตามโครงการที่ได้รับมอบหมายได้เป็นอย่างดี สร้างรายงานแสดงผลงานและการนำเสนอ</p> <p>Perform in government or private agencies as a temporary employee according to assigned projects well. Create reports showing performance and presentations.</p>	

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3218 การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า 3(3-0-6) Forest and Wildlife Conservation ความสำคัญของป่าไม้และสัตว์ป่า การจำแนกชนิดของป่าไม้และสัตว์ป่าในประเทศไทย นิเวศวิทยาของป่าไม้ สัตว์ป่า การปลูกสร้าง สวนป่า การดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ป่าไม้ ตลอดจนการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า กฎหมายที่เกี่ยวกับป่าไม้และสัตว์ป่า หน้าที่ของสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการป่าไม้และสัตว์ป่า</p> <p>The importance of forest and wildlife. Classification of forest and wildlife in Thailand. Ecology of forest and wildlife, plantation, managing forest product, including forest and wildlife resources conservation. Forest and wildlife laws. Roles of institution related to forestry and wildlife.</p>		
		<p>ENV3219 ชลธิวิทยา 3(2-2-5) Limnology การจำแนก กำเนิด และลักษณะทางอุทกวิทยาของแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่ใช่ทะเล ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมภายในแหล่งน้ำผิวดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ลักษณะการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ในแหล่งน้ำผิวดิน และวิธีการศึกษาทางด้านชลธิ</p> <p>Classification, origin and hydrological characteristics of inland waters. Interactions between inland water and its surrounding environments in terms of physical, chemical and biological aspects. Succession and human impacts on inland waters. Limnological study methods.</p>		
		<p>ENV3220 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ 3(2-2-5) Air Pollution Control Technology การออกแบบเบื้องต้น ควบคุม ตรวจสอบ แก้ไข และบำรุงรักษาระบบระบายอากาศ การออกแบบเบื้องต้น ควบคุม ตรวจสอบ แก้ไข และบำรุงรักษาระบบบำบัดและกำจัดมลพิษทางอากาศ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศ</p> <p>Basic system design, control and maintenance of air ventilation system. Basic design and maintenance of air pollution control system. Technology for control and prevention of air pollution. Mathematic models related to air pollution management and control.</p>		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV3221 เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอันตราย 3(2-2-5) Hazardous Waste Treatment Technology เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอันตรายด้วยวิธีการทางกายภาพ เคมี ชีวภาพและความร้อน การฝังกลบอย่างปลอดภัย การออกแบบเบื้องต้น ควบคุม ตรวจสอบ แก๊ซ และบำรุงรักษาระบบบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและควบคุมของเสียอันตราย</p> <p>Technology for physical, chemical, biological and thermal treatments. Secured landfill. Basic design, control and maintenance of hazardous waste treatment and disposal system. Mathematic models related to hazardous waste management and control.</p>		
		<p>ENV4220 การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Environmental Risk Assessment หลักการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม การประเมินความเสี่ยงจากสารเคมี วัตถุอันตราย และอุบัติเหตุต่าง ๆ การประเมินความเสี่ยงอย่างเป็นระบบต่อมนุษย์ และระบบนิเวศทั้งทางตรงและทางอ้อม การใช้ดัชนีชีวภาพในการวิเคราะห์ผลการประเมินความเสี่ยง เพื่อตัดสินใจเลือก มาตรการลดและป้องกัน ความเสี่ยง การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม</p> <p>Principles of environmental risk assessment. Risk assessment from chemicals, hazardous substances and various accidents. Systematic risk assessment for human and ecosystems, both direct and indirect. Use of biological indices in analysis of risk assessment results to consider alternative ways, mitigation and prevention of risk. Public participation for environmental risk management.</p>		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV4221 การมีส่วนร่วมของประชาชนและการจัดการความขัดแย้ง 3(3-0-6)</p> <p>Public Participation and Conflict Management</p> <p>แนวคิด ทฤษฎี กระบวนการ กฎหมายเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชน การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน ความหมายของข้อขัดแย้งและข้อพิพาท สาเหตุและรูปแบบของ ความขัดแย้ง กรณีศึกษาของการมีส่วนร่วมของประชาชนและความขัดแย้งในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม</p> <p>Concepts, theory, process and law related to public participation. Public participation in environmental and resource management. Environmental impact assessment. Factors determining the success of public participation process. Meaning of conflict and dispute. Causes and patterns of conflicts. Case studies of public participation and conflict in environment and resource management.</p>		
		<p>ENV4303 การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 1 2(240)</p> <p>Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science I</p> <p>ฝึกปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมในหน่วยงานต่าง ๆ ในจังหวัดเชียงราย เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 240 ชั่วโมง</p> <p>Innovative environmental science practice in several agencies in Chiang Rai province. Student will be systemically monitored as evaluated for a period of not less than 240 hours.</p>		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
		<p>ENV4304 การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้าน 4(480) วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 2 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science II</p> <p>ฝึกปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมในหน่วยงานรัฐบาล รัฐวิสาหกิจ ธุรกิจเอกชน หรือองค์กรที่ไม่แสวงผลกำไร โดยการนำความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในสถานการณ์จริง จัดให้มีการปฐมนิเทศเกี่ยวกับรายละเอียดของการฝึกงาน และจัดปัจฉิมนิเทศเพื่ออภิปรายและสรุปผลปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ตลอดจนวิธีการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 480 ชั่วโมง</p> <p>Innovative environmental science practice in government agencies, state enterprises, private businesses, or non-profit organizations by applying the knowledge in both theory and practice from the study to use in real situations. An orientation for the details of the internship and organizing post training for discussions and summaries of Innovative Environmental Sciencepractice problems as well as methods for solving problems successfully. Student will be systemically monitored as evaluated for a period of not less than 480 hours.</p>		
		<p>ENV4305 สหกิจศึกษา 6(600) Cooperative Education</p> <p>การปฏิบัติงานในสถานประกอบการเสมือนเป็นพนักงานของสถานประกอบการ ในตำแหน่งที่ตรงกับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มีหน้าที่รับผิดชอบชัดเจนและมีผู้นิเทศ หรือมีพนักงานควบคุมการปฏิบัติงาน มีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 600 ชั่วโมง มีการรวบรวมองค์ความรู้จัดทำรายงานและนำเสนอผลการปฏิบัติสหกิจศึกษา</p> <p>Performance in the workplace as employees of the establishments matched to the environmental science. Student must has a clear responsibility and has supervision or supervisory staff. Student will be systemically monitored as evaluated for a period of not less than 600 hours to gathering knowledge to prepare a report and presentation of the cooperative education results.</p>		

ที่	หัวข้อ	หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2564	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2569	เหตุผลในการปรับปรุง
11	อาจารย์ ผู้รับผิดชอบ หลักสูตร	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรินทร์ ทองคำ 2. อาจารย์ ดร.พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์ 3. อาจารย์ ดร.กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง 4. อาจารย์ ดร.กิตติชัย จันธิมา 5. อาจารย์ ดร.กฤษฏีพงศ์ ภาษิตวิไลธรรม	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสถียร ฉันทะ 3. อาจารย์ ดร.สฤทธิพร วิทยมดุง 4. อาจารย์ ดร.พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์ 5. อาจารย์ ดร.กฤษฏีพงศ์ ภาษิตวิไลธรรม	เปลี่ยนแปลงอาจารย์ ผู้รับผิดชอบหลักสูตร เนื่องจาก ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ สุรินทร์ ทองคำ เกษียณอายุราชการ และให้สอดคล้องกับแนวทาง OBE
12	แผนที่การ กระจายรายวิชา (Curriculum Mapping)	มีการดำเนินการจัดทำโดยเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF) พ.ศ. 2552	(1) การวางแผน โดยกำหนดคุณภาพและเกณฑ์ควบคุมคุณภาพการศึกษาของหลักสูตรที่ สอดคล้องกับเกณฑ์ของ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ (Criteria ของ AUN-QA) (2) การดำเนินการ โดยกำหนดตัวชี้วัดและดำเนินการตามแผน (3) การตรวจสอบ ประเมินคุณภาพการศึกษาผ่านตัวชี้วัดทุกปีการศึกษา (4) การปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของหลักสูตรจากผลการประเมิน	เพื่อพัฒนาบัณฑิตให้เป็นผู้มี คุณลักษณะพึงประสงค์ สอดคล้องกับปรัชญาและ วัตถุประสงค์หลักสูตร และ ผลลัพธ์การเรียนรู้ของ หลักสูตร (PLOs) หลักสูตร ได้มีการออกแบบการ วางแผนคุณภาพและการ ควบคุมคุณภาพ

ภาคผนวก จ
ตารางเปรียบเทียบแผนการศึกษา

ตารางเปรียบเทียบแผนการศึกษา

แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม			แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม			เหตุผลในการปรับปรุง																																																			
ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GEN1003</td> <td>เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ Digital Technology for Communication and Learning</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GEN2001</td> <td>ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 Communicative English I</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV1108</td> <td>ชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology I</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV1109</td> <td>ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology Laboratory I</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>ENV1112</td> <td>เคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry I</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV1113</td> <td>ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry Laboratory I</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>ENV1116</td> <td>คณิตศาสตร์และสถิติเบื้องต้น Basic Mathematics and Statistics</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>PH0401</td> <td>ฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>PH0402</td> <td>ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics Laboratory</td> <td>1(0-2-4)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GEN1003	เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ Digital Technology for Communication and Learning	3(3-0-6)	GEN2001	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 Communicative English I	3(3-0-6)	ENV1108	ชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology I	3(3-0-6)	ENV1109	ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology Laboratory I	1(0-2-1)	ENV1112	เคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry I	3(3-0-6)	ENV1113	ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry Laboratory I	1(0-2-1)	ENV1116	คณิตศาสตร์และสถิติเบื้องต้น Basic Mathematics and Statistics	3(3-0-6)	PH0401	ฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics	3(3-0-6)	PH0402	ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics Laboratory	1(0-2-4)	ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CRRUGEN101</td> <td>เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET1101</td> <td>ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Biology and laboratory</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET1102</td> <td>เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Chemistry and laboratory</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET1103</td> <td>ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Physics and laboratory</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET1104</td> <td>คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน Foundation of Mathematics and Statistics</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET2101</td> <td>หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Principle of Agro-Environmental Technology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	CRRUGEN101	เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends	3(3-0-6)	AET1101	ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Biology and laboratory	3(2-2-5)	AET1102	เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Chemistry and laboratory	3(2-2-5)	AET1103	ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Physics and laboratory	3(2-2-5)	AET1104	คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน Foundation of Mathematics and Statistics	3(3-0-6)	AET2101	หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Principle of Agro-Environmental Technology	3(2-2-5)	- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																																							
GEN1003	เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสื่อสารและการเรียนรู้ Digital Technology for Communication and Learning	3(3-0-6)																																																							
GEN2001	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 Communicative English I	3(3-0-6)																																																							
ENV1108	ชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology I	3(3-0-6)																																																							
ENV1109	ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 1 Foundation of Biology Laboratory I	1(0-2-1)																																																							
ENV1112	เคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry I	3(3-0-6)																																																							
ENV1113	ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 1 Foundation of Chemistry Laboratory I	1(0-2-1)																																																							
ENV1116	คณิตศาสตร์และสถิติเบื้องต้น Basic Mathematics and Statistics	3(3-0-6)																																																							
PH0401	ฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics	3(3-0-6)																																																							
PH0402	ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน Foundation of Physics Laboratory	1(0-2-4)																																																							
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																																							
CRRUGEN101	เทรนด์เทคโนโลยีดิจิทัล Digital Technology Trends	3(3-0-6)																																																							
AET1101	ชีววิทยาพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Biology and laboratory	3(2-2-5)																																																							
AET1102	เคมีพื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Chemistry and laboratory	3(2-2-5)																																																							
AET1103	ฟิสิกส์พื้นฐานและปฏิบัติการ Foundation of Physics and laboratory	3(2-2-5)																																																							
AET1104	คณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน Foundation of Mathematics and Statistics	3(3-0-6)																																																							
AET2101	หลักการทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Principle of Agro-Environmental Technology	3(2-2-5)																																																							

แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม			แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม			เหตุผลในการปรับปรุง																																																			
ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GEN2003</td> <td>ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 Thai for Communication in the 21st Century</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GEN3001</td> <td>พลเมืองดี Good Citizen</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV1110</td> <td>ชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology II</td> <td>2(2-0-4)</td> </tr> <tr> <td>ENV1111</td> <td>ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology Laboratory II</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>ENV1114</td> <td>เคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry II</td> <td>2(2-0-4)</td> </tr> <tr> <td>ENV1115</td> <td>ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry Laboratory II</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>ENV1101</td> <td>หลักการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Principle of Environmental Science</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENV1105</td> <td>จริยธรรมวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Professional Ethics in Environmental Science</td> <td>1(1-0-2)</td> </tr> <tr> <td>MA3801</td> <td>แคลคูลัส 1 Calculus I</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GEN2003	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 Thai for Communication in the 21 st Century	3(3-0-6)	GEN3001	พลเมืองดี Good Citizen	3(3-0-6)	ENV1110	ชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology II	2(2-0-4)	ENV1111	ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology Laboratory II	1(0-2-1)	ENV1114	เคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry II	2(2-0-4)	ENV1115	ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry Laboratory II	1(0-2-1)	ENV1101	หลักการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Principle of Environmental Science	3(2-2-5)	ENV1105	จริยธรรมวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Professional Ethics in Environmental Science	1(1-0-2)	MA3801	แคลคูลัส 1 Calculus I	3(3-0-6)	ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CRRUGEN102</td> <td>การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GECRRU103</td> <td>พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET1105</td> <td>เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro- Environmental Technology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET1106</td> <td>เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro- Environmental Technology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET1107</td> <td>ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Biochemistry for Agro- Environmental Technology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET2102</td> <td>นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร Ecology and Agroecology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	CRRUGEN102	การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management	3(3-0-6)	GECRRU103	พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen	3(3-0-6)	AET1105	เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro- Environmental Technology	3(2-2-5)	AET1106	เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro- Environmental Technology	3(2-2-5)	AET1107	ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Biochemistry for Agro- Environmental Technology	3(2-2-5)	AET2102	นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร Ecology and Agroecology	3(2-2-5)	- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																																							
GEN2003	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารในศตวรรษที่ 21 Thai for Communication in the 21 st Century	3(3-0-6)																																																							
GEN3001	พลเมืองดี Good Citizen	3(3-0-6)																																																							
ENV1110	ชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology II	2(2-0-4)																																																							
ENV1111	ปฏิบัติการชีววิทยาพื้นฐาน 2 Foundation of Biology Laboratory II	1(0-2-1)																																																							
ENV1114	เคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry II	2(2-0-4)																																																							
ENV1115	ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 2 Foundation of Chemistry Laboratory II	1(0-2-1)																																																							
ENV1101	หลักการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Principle of Environmental Science	3(2-2-5)																																																							
ENV1105	จริยธรรมวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Professional Ethics in Environmental Science	1(1-0-2)																																																							
MA3801	แคลคูลัส 1 Calculus I	3(3-0-6)																																																							
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																																							
CRRUGEN102	การจัดการความมั่นคงทางการเงิน Financial Stability Management	3(3-0-6)																																																							
GECRRU103	พลเมืองอัจฉริยะ Smart Citizen	3(3-0-6)																																																							
AET1105	เคมีวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Analytical Chemistry for Agro- Environmental Technology	3(2-2-5)																																																							
AET1106	เคมีอินทรีย์สำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Organic Chemistry for Agro- Environmental Technology	3(2-2-5)																																																							
AET1107	ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Biochemistry for Agro- Environmental Technology	3(2-2-5)																																																							
AET2102	นิเวศวิทยาและนิเวศเกษตร Ecology and Agroecology	3(2-2-5)																																																							

<p style="text-align: center;">แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม</p>	<p style="text-align: center;">แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p>	<p style="text-align: center;">เหตุผลในการปรับปรุง</p>																																													
<p>ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1</p> <table border="1" data-bbox="206 400 945 1007"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GEN2002</td> <td>ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 Communicative English II</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV2103</td> <td>เคมีอินทรีย์ Organic Chemistry</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV2104</td> <td>ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ Organic Chemistry Laboratory</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>ENV2106</td> <td>นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Ecology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENV2107</td> <td>ชีวเคมี Biochemistry</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV2108</td> <td>ปฏิบัติการชีวเคมี Biochemistry Laboratory</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>ENV2105</td> <td>กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม Environmental Laws and Policy</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GEN2002	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 Communicative English II	3(3-0-6)	ENV2103	เคมีอินทรีย์ Organic Chemistry	3(3-0-6)	ENV2104	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ Organic Chemistry Laboratory	1(0-2-1)	ENV2106	นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Ecology	3(2-2-5)	ENV2107	ชีวเคมี Biochemistry	3(3-0-6)	ENV2108	ปฏิบัติการชีวเคมี Biochemistry Laboratory	1(0-2-1)	ENV2105	กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม Environmental Laws and Policy	3(3-0-6)	<p>ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1</p> <table border="1" data-bbox="978 400 1664 1355"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GECRRU104</td> <td>ภาษาอังกฤษสุตบั้ง Lit Up English</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>CRRUGENXXX</td> <td></td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET2103</td> <td>เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและ สิ่งแวดล้อม Agricultural and Environmental Machinery Technology</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET2107</td> <td>กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อ การจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่าง ยั่งยืน Laws, Policies, and Ethics for Sustainable Agro-Environmental Management</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET3103</td> <td>การควบคุมและการจัดการมลพิษทาง น้ำในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Pollution Management and Control in Agro- Environmental Systems</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET3104</td> <td>การควบคุมและการจัดการมลพิษทาง อากาศในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Air Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GECRRU104	ภาษาอังกฤษสุตบั้ง Lit Up English	3(3-0-6)	CRRUGENXXX		3(3-0-6)	AET2103	เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและ สิ่งแวดล้อม Agricultural and Environmental Machinery Technology	3(3-0-6)	AET2107	กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อ การจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่าง ยั่งยืน Laws, Policies, and Ethics for Sustainable Agro-Environmental Management	3(3-0-6)	AET3103	การควบคุมและการจัดการมลพิษทาง น้ำในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Pollution Management and Control in Agro- Environmental Systems	3(2-2-5)	AET3104	การควบคุมและการจัดการมลพิษทาง อากาศในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Air Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)	<p>- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome</p>
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																													
GEN2002	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 Communicative English II	3(3-0-6)																																													
ENV2103	เคมีอินทรีย์ Organic Chemistry	3(3-0-6)																																													
ENV2104	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ Organic Chemistry Laboratory	1(0-2-1)																																													
ENV2106	นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Ecology	3(2-2-5)																																													
ENV2107	ชีวเคมี Biochemistry	3(3-0-6)																																													
ENV2108	ปฏิบัติการชีวเคมี Biochemistry Laboratory	1(0-2-1)																																													
ENV2105	กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม Environmental Laws and Policy	3(3-0-6)																																													
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																													
GECRRU104	ภาษาอังกฤษสุตบั้ง Lit Up English	3(3-0-6)																																													
CRRUGENXXX		3(3-0-6)																																													
AET2103	เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและ สิ่งแวดล้อม Agricultural and Environmental Machinery Technology	3(3-0-6)																																													
AET2107	กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อ การจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่าง ยั่งยืน Laws, Policies, and Ethics for Sustainable Agro-Environmental Management	3(3-0-6)																																													
AET3103	การควบคุมและการจัดการมลพิษทาง น้ำในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Pollution Management and Control in Agro- Environmental Systems	3(2-2-5)																																													
AET3104	การควบคุมและการจัดการมลพิษทาง อากาศในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Air Pollution Management and Control in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)																																													

แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม			แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม			เหตุผลในการปรับปรุง
ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2			ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2			- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	
GEN1001	วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน Essential Science and Mathematics in Daily Life	3(3-0-6)	CRRUGENXXX		3(3-0-6)	
GEN2006	ภาษาจีนเพื่อการสื่อสารเบื้องต้น Chinese for Basic Communication	3(3-0-6)	CRRUGENXXX		3(3-0-6)	
ENV2101	เคมีวิเคราะห์ Analytical Chemistry	3(3-0-6)	AET2106	เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน Green Technology for Sustainability	3(3-0-6)	
ENV2102	ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ Analytical Chemistry Laboratory	1(0-2-1)	AET3105	การควบคุมและการจัดการของเสียอันตราย ในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Hazardous Waste Management and Control in Agro-Environmental Systems	3(2-2-5)	
ENV2109	มลพิษทางน้ำและการควบคุม Water Pollution and Control	3(3-0-6)	AET3107	การจัดการระบบและสิ่งแวดล้อมใน อุตสาหกรรมเกษตร Management System and Environment in Agro-Industry	3(2-2-5)	
ENV2111	มลพิษทางอากาศและการควบคุม Air Pollution and Control	3(3-0-6)	AETxxxx		3(3-0-6)	
ENV2213	ของเสียอันตรายและการควบคุม Hazardous Waste and Control	3(3-0-6)				

<p>แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม</p>	<p>แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p>	<p>เหตุผลในการปรับปรุง</p>																																													
<p>ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1</p> <table border="1" data-bbox="206 400 945 938"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GEN3002</td> <td>ศาสตร์พระราชา The King's Philosophy</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>GEN3010</td> <td>กฎหมายในชีวิตประจำวัน Law in Daily Life</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV3101</td> <td>ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม Geoinformatics for Environmental Management</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENV3115</td> <td>เทคโนโลยีการบำบัดสิ่งแวดล้อม Environmental Treatment Technology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENVxxxx</td> <td>กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENVxxxx</td> <td>กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>xxxx</td> <td>หมวดวิชาเลือกเสรี</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GEN3002	ศาสตร์พระราชา The King's Philosophy	3(3-0-6)	GEN3010	กฎหมายในชีวิตประจำวัน Law in Daily Life	3(3-0-6)	ENV3101	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม Geoinformatics for Environmental Management	3(2-2-5)	ENV3115	เทคโนโลยีการบำบัดสิ่งแวดล้อม Environmental Treatment Technology	3(2-2-5)	ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(2-2-5)	ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(3-0-6)	xxxx	หมวดวิชาเลือกเสรี	3(3-0-6)	<p>ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1</p> <table border="1" data-bbox="972 400 1662 1043"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CRRUGENXXX</td> <td></td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET2104</td> <td>เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน Sustainable Postharvest Technology</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET2108</td> <td>การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Agro-Environmental System and Technology Management</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET3106</td> <td>ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Geoinformatics for Sustainable environmental management</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AETxxxx</td> <td></td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AETxxxx</td> <td></td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	CRRUGENXXX		3(3-0-6)	AET2104	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน Sustainable Postharvest Technology	3(3-0-6)	AET2108	การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Agro-Environmental System and Technology Management	3(3-0-6)	AET3106	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Geoinformatics for Sustainable environmental management	3(2-2-5)	AETxxxx		3(2-2-5)	AETxxxx		3(2-2-5)	<p>- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome</p>
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																													
GEN3002	ศาสตร์พระราชา The King's Philosophy	3(3-0-6)																																													
GEN3010	กฎหมายในชีวิตประจำวัน Law in Daily Life	3(3-0-6)																																													
ENV3101	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม Geoinformatics for Environmental Management	3(2-2-5)																																													
ENV3115	เทคโนโลยีการบำบัดสิ่งแวดล้อม Environmental Treatment Technology	3(2-2-5)																																													
ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(2-2-5)																																													
ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(3-0-6)																																													
xxxx	หมวดวิชาเลือกเสรี	3(3-0-6)																																													
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																													
CRRUGENXXX		3(3-0-6)																																													
AET2104	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน Sustainable Postharvest Technology	3(3-0-6)																																													
AET2108	การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม Agro-Environmental System and Technology Management	3(3-0-6)																																													
AET3106	ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน Geoinformatics for Sustainable environmental management	3(2-2-5)																																													
AETxxxx		3(2-2-5)																																													
AETxxxx		3(2-2-5)																																													

<p style="text-align: center;">แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม</p>	<p style="text-align: center;">แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p>	<p style="text-align: center;">เหตุผลในการปรับปรุง</p>																																										
<p>ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2</p> <table border="1" data-bbox="206 400 945 970"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GEN4005</td> <td>สิ่งแวดล้อมในโลกปัจจุบัน Environment in Today's World</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV3102</td> <td>การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการ สิ่งแวดล้อม Digital Image Processing for Environmental Management</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENV3118</td> <td>สถิติและระเบียบวิจัยทางสิ่งแวดล้อม Environmental Statistics and Research Methodology</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV3211</td> <td>เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม Environmental Remediation Technology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENVxxxx</td> <td>กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>xxxx</td> <td>หมวดวิชาเลือกเสรี</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	GEN4005	สิ่งแวดล้อมในโลกปัจจุบัน Environment in Today's World	3(3-0-6)	ENV3102	การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการ สิ่งแวดล้อม Digital Image Processing for Environmental Management	3(2-2-5)	ENV3118	สถิติและระเบียบวิจัยทางสิ่งแวดล้อม Environmental Statistics and Research Methodology	3(3-0-6)	ENV3211	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม Environmental Remediation Technology	3(2-2-5)	ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(2-2-5)	xxxx	หมวดวิชาเลือกเสรี	3(3-0-6)	<p>ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2</p> <table border="1" data-bbox="972 400 1675 1201"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AET3101</td> <td>พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET2105</td> <td>การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบ ชลประทานเพื่อเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Resource and Irrigation Management for Agro- Environmental Systems</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET3102</td> <td>เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบ การผลิตอย่างยั่งยืน Smart Agriculture and Sustainable Production Systems</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET4101</td> <td>การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>AET4102</td> <td>สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Seminar in Agro-Environmental Technology</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>AETxxxx</td> <td></td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	AET3101	พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology	3(2-2-5)	AET2105	การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบ ชลประทานเพื่อเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Resource and Irrigation Management for Agro- Environmental Systems	3(3-0-6)	AET3102	เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบ การผลิตอย่างยั่งยืน Smart Agriculture and Sustainable Production Systems	3(2-2-5)	AET4101	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3(3-0-6)	AET4102	สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Seminar in Agro-Environmental Technology	1(0-2-1)	AETxxxx		3(2-2-5)	<p>- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome</p>
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																										
GEN4005	สิ่งแวดล้อมในโลกปัจจุบัน Environment in Today's World	3(3-0-6)																																										
ENV3102	การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อการจัดการ สิ่งแวดล้อม Digital Image Processing for Environmental Management	3(2-2-5)																																										
ENV3118	สถิติและระเบียบวิจัยทางสิ่งแวดล้อม Environmental Statistics and Research Methodology	3(3-0-6)																																										
ENV3211	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม Environmental Remediation Technology	3(2-2-5)																																										
ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(2-2-5)																																										
xxxx	หมวดวิชาเลือกเสรี	3(3-0-6)																																										
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																										
AET3101	พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Toxicology	3(2-2-5)																																										
AET2105	การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบ ชลประทานเพื่อเกษตรสิ่งแวดล้อม Water Resource and Irrigation Management for Agro- Environmental Systems	3(3-0-6)																																										
AET3102	เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบ การผลิตอย่างยั่งยืน Smart Agriculture and Sustainable Production Systems	3(2-2-5)																																										
AET4101	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3(3-0-6)																																										
AET4102	สัมมนาทางเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Seminar in Agro-Environmental Technology	1(0-2-1)																																										
AETxxxx		3(2-2-5)																																										

<p style="text-align: center;">แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม</p>	<p style="text-align: center;">แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม</p>	<p style="text-align: center;">เหตุผลในการปรับปรุง</p>																																							
<p>กลุ่มที่ 1 เลือกแผนฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ภาคฤดูร้อน</p> <table border="1" data-bbox="206 400 945 603"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENV4303</td> <td>การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้าน วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 1 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science I</td> <td>2(240)</td> </tr> </tbody> </table> <p>ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1</p> <table border="1" data-bbox="206 687 945 1294"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENV4119</td> <td>สัมมนาทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม Seminar in Innovative Environmental Science</td> <td>1(0-2-1)</td> </tr> <tr> <td>ENV4101</td> <td>ปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม สิ่งแวดล้อม Special problems in Innovative Environmental Science</td> <td>2(2-0-4)</td> </tr> <tr> <td>ENV4120</td> <td>การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment</td> <td>3(3-0-6)</td> </tr> <tr> <td>ENV4121</td> <td>อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับนวัตกรรม สิ่งแวดล้อม Internet of Things for Environmental Innovation</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>ENVxxxx</td> <td>กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน</td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ENV4303	การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้าน วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 1 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science I	2(240)	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ENV4119	สัมมนาทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม Seminar in Innovative Environmental Science	1(0-2-1)	ENV4101	ปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม สิ่งแวดล้อม Special problems in Innovative Environmental Science	2(2-0-4)	ENV4120	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3(3-0-6)	ENV4121	อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับนวัตกรรม สิ่งแวดล้อม Internet of Things for Environmental Innovation	3(2-2-5)	ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(2-2-5)	<p>กลุ่มที่ 1 เลือกแผนฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1</p> <table border="1" data-bbox="978 400 1709 799"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AET4103</td> <td>โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology</td> <td>3(0-6-3)</td> </tr> <tr> <td>xxxx</td> <td></td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>xxxx</td> <td></td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>AET4201</td> <td>การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology</td> <td>2(90)</td> </tr> </tbody> </table>	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology	3(0-6-3)	xxxx		3(2-2-5)	xxxx		3(2-2-5)	AET4201	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology	2(90)	<p>- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome</p>
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																							
ENV4303	การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้าน วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 1 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science I	2(240)																																							
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																							
ENV4119	สัมมนาทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม Seminar in Innovative Environmental Science	1(0-2-1)																																							
ENV4101	ปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม สิ่งแวดล้อม Special problems in Innovative Environmental Science	2(2-0-4)																																							
ENV4120	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3(3-0-6)																																							
ENV4121	อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับนวัตกรรม สิ่งแวดล้อม Internet of Things for Environmental Innovation	3(2-2-5)																																							
ENVxxxx	กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะด้าน	3(2-2-5)																																							
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																																							
AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology	3(0-6-3)																																							
xxxx		3(2-2-5)																																							
xxxx		3(2-2-5)																																							
AET4201	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม Preparation for Professional Experience in Agro-Environmental Technology	2(90)																																							

แผนการศึกษาหลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2564) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม			แผนการศึกษาหลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2569) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม			เหตุผลในการปรับปรุง																								
ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENV4304</td> <td>การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้าน วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 2 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science II</td> <td>4(480)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ENV4304	การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้าน วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 2 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science II	4(480)	ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AET4202</td> <td>การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Field Experience in Agro-Environmental Technology</td> <td>5(225)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	AET4202	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Field Experience in Agro-Environmental Technology	5(225)	- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome												
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																												
ENV4304	การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานด้าน วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม 2 Cooperative and Work Integrated Education in Innovative Environmental Science II	4(480)																												
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																												
AET4202	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม Field Experience in Agro-Environmental Technology	5(225)																												
กลุ่มที่ 2 เลือกแผนสหกิจศึกษา ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENV4305</td> <td>สหกิจศึกษา Cooperative Education</td> <td>6(600)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	ENV4305	สหกิจศึกษา Cooperative Education	6(600)	กลุ่มที่ 2 เลือกแผนสหกิจศึกษา ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AET4103</td> <td>โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology</td> <td>3(0-6-3)</td> </tr> <tr> <td>xxxx</td> <td></td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> <tr> <td>xxxx</td> <td></td> <td>3(2-2-5)</td> </tr> </tbody> </table> ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>รหัสวิชา</th> <th>ชื่อวิชา</th> <th>หน่วยกิต</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AET4203</td> <td>สหกิจศึกษา Co-operative Education</td> <td>7(315)</td> </tr> </tbody> </table>			รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology	3(0-6-3)	xxxx		3(2-2-5)	xxxx		3(2-2-5)	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	AET4203	สหกิจศึกษา Co-operative Education	7(315)	- ปรับปรุงหลักสูตรตามแนวทาง Outcome Based Learning Backward Design โดยเริ่มจาก Outcome
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																												
ENV4305	สหกิจศึกษา Cooperative Education	6(600)																												
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																												
AET4103	โครงการวิจัยทางเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม Research Project in Agro-Environmental Technology	3(0-6-3)																												
xxxx		3(2-2-5)																												
xxxx		3(2-2-5)																												
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต																												
AET4203	สหกิจศึกษา Co-operative Education	7(315)																												

ภาคผนวก ฉ

สำเนาข้อบังคับ ประกาศ ระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง



ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี
พ.ศ. ๒๕๖๕

โดยที่เป็นการสมควรให้มีข้อบังคับ ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เพื่อใช้ในการประเมินผลการศึกษาในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๖๕ การกำหนดผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีได้รับปริญญาเกียรตินิยมตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. ๒๕๔๗ และประกาศกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เรื่องแนวทางการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๕

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๘ (๒) มาตรา ๕๗ และมาตรา ๕๘ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. ๒๕๔๗ และโดยความเห็นชอบของสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในคราวประชุมครั้งที่ ๑๗/๒๕๖๕ เมื่อวันที่ ๒๓ ธันวาคม ๒๕๖๕ จึงออกข้อบังคับไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ข้อบังคับนี้เรียกว่า “ข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๖๕”

ข้อ ๒ ข้อบังคับนี้ให้ใช้บังคับแก่นักศึกษาที่ใช้หลักสูตรที่จะเปิดใหม่และหลักสูตรปรับปรุงของมหาวิทยาลัยตั้งแต่วันที่ข้อบังคับนี้ประกาศใช้บังคับเป็นต้นไป

ข้อ ๓ บรรดากฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศ หรือคำสั่งใดของมหาวิทยาลัยในส่วนที่กำหนดไว้แล้วในข้อบังคับนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้ ให้ใช้ข้อบังคับนี้แทน

ข้อ ๔ ในข้อบังคับนี้

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

เชียงราย

“อธิการบดี”	หมายความว่า	อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ
-------------	-------------	----------------------------

เชียงราย

“สถาบันอุดมศึกษา” หมายความว่า สถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา หรือเทียบเท่าในหลักสูตรที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม หรือหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจตามกฎหมายรับรอง



-๒-

“ระบบคลังหน่วยกิต” หมายความว่า ระบบและกลไกในการเทียบโอน ความรู้ความสามารถและหรือสมรรถนะที่ได้จากการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ การศึกษาตาม อุตสาหกรรม และจากประสบการณ์บุคคล มาเก็บสะสมไว้ในคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัย

“คลังหน่วยกิต” หมายความว่า ระบบทะเบียนสะสมหน่วยกิตและ ผลการศึกษาสำหรับผู้เรียนทั้งจากการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอุตสาหกรรม อาชีวศึกษา หลักสูตรเพื่อรับปริญญา หลักสูตรระยะสั้น หลักสูตรฝึกอบรม การสร้างประสบการณ์ โดยมีหลักฐานที่เป็น องค์ประกอบในการเทียบหน่วยกิตรวบรวมไว้ด้วย

“การศึกษาในระบบ” หมายความว่า การศึกษาที่กำหนดจุดมุ่งหมาย วิธี การศึกษา หลักสูตร ระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการสำเร็จการศึกษาที่ แน่นนอน โดยได้รับประกาศนียบัตร ประกาศนียบัตรชั้นสูง ปริญญา หรือคุณวุฒิทางการศึกษาอื่น ๆ ซึ่งสถาบันอุดมศึกษายอมรับ

“การศึกษานอกระบบ” หมายความว่า การศึกษาที่มีความยืดหยุ่นในการ กำหนดจุดมุ่งหมาย รูปแบบ วิธีการจัดการศึกษา ระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไข สำคัญของการสำเร็จการศึกษา โดยเนื้อหาและหลักสูตรจะต้องมีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความ ต้องการของบุคคลแต่ละกลุ่ม

“การศึกษาตามอัธยาศัย” หมายความว่า การศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ด้วยตนเองตามความสนใจ ศักยภาพ ความพร้อม และโอกาส โดยศึกษาจากบุคคล ประสบการณ์ สังคม สภาพแวดล้อม สื่อ หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ

“นักศึกษา” หมายความว่า ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาใน หลักสูตรปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

“ผู้เรียน” หมายความว่า ผู้ที่มหาวิทยาลัยรับเข้าศึกษาและ ลงทะเบียนเรียนภายใต้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายว่าด้วยการ ดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิต

“หลักสูตร” หมายความว่า หลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย ที่ผ่านความเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัย

“รายวิชา” หมายความว่า รายวิชาในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย

ข้อ ๕ ให้มีการวัดผลการเรียนการสอนทุกรายวิชาในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย หลักเกณฑ์ วิธีการ และ แนวปฏิบัติ ให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๖ นักศึกษาที่มีสิทธิ์สอบวัดผลการเรียนปลายภาคต้องอยู่ในเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

(๑) มีเวลาเรียนในรายวิชานั้น ๆ หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ ของเวลาเรียนทั้งหมดหรือของเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมด

(๒) ในกรณีที่มีเวลาเรียนในรายวิชาใด หรือ เวลาในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอนในรายวิชาใด ตามข้อ ๖ (๑) น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ ให้อยู่ในดุลพินิจ ของอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชา โดยความเห็นชอบของคณบดี



-๓-

(๓) ในกรณีที่มึเวลาเรียนในรายวิชาใด หรือ มีเวลาในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอนในรายวิชาได้น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ จะไม่มีสิทธิ์สอบในรายวิชานั้น และให้ผู้สอนให้ผลการเรียนเป็น “F” หรือ “U” แล้วแต่กรณี

ข้อ ๗ ให้มีการประเมินผลการศึกษาในรายวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย ในหนึ่ง ภาคเรียน โดยแบ่งเป็นสองระบบ คือ

(๑) ระบบมีค่าระดับคะแนน กำหนดสัญลักษณ์ระดับคะแนนการประเมิน แบ่งเป็น แปดระดับ ได้แก่

สัญลักษณ์ผลการประเมิน	ความหมายของผลการประเมิน	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

ระบบนี้ใช้สำหรับการประเมินรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนตามหลักสูตรผลการประเมิน ที่ถือว่าสอบได้ต้องไม่ต่ำกว่า “D”

นักศึกษาที่ได้ผลการประเมินในรายวิชาบังคับเป็น “F” ต้องลงทะเบียนเรียนใหม่จนกว่า จะสอบได้และให้บันทึกผลการประเมินลงในทะเบียนแสดงผลการศึกษาด้วยทุกครั้ง

สำหรับรายวิชาเลือก ถ้าสอบได้ผลการประเมินเป็น “F” จะลงทะเบียนเรียนซ้ำ ในรายวิชานั้นอีก หรือเลือกลงทะเบียนในรายวิชาอื่นในกลุ่มวิชาเลือกเดียวกันแทนก็ได้ และให้บันทึกผลการ ประเมินลงในทะเบียนแสดงผลการศึกษาด้วยทุกครั้ง

(๒) ระบบไม่มีค่าระดับคะแนน กำหนดสัญลักษณ์การประเมินดังนี้

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

ระบบนี้ใช้สำหรับการประเมิน

(ก) รายวิชาในกลุ่มปฏิบัติการและหรือการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและหรือสหกิจ ศึกษาและหรือการศึกษาเชิงบูรณาการ

(ข) รายวิชาที่กำหนดให้ศึกษาเพิ่มเติมตามข้อกำหนดเฉพาะของหลักสูตร

(ค) รายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป (General Education)

กรณีที่มหาวิทยาลัยกำหนดให้นักศึกษาเรียนรายวิชาใดเพิ่มเติมโดยไม่นับเป็นหน่วยกิต สะสม หรือกรณีที่มหาวิทยาลัยกำหนดให้นักศึกษาทดสอบหรืออบรมตามเกณฑ์มาตรฐานของบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ให้ใช้สัญลักษณ์การประเมินดังกล่าวโดยอนุโลม



-๔-

รายวิชาบังคับที่ได้รับผลการประเมินเป็น “U” นักศึกษาต้องลงทะเบียนและเรียนใหม่จนกว่าจะผ่านการประเมินและให้บันทึกผลการประเมินลงในระเบียบแสดงผลการเรียนด้วยทุกครั้ง

สำหรับรายวิชาเลือก ถ้าสอบได้ค่าคะแนนระดับ “U” จะลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชานั้นอีกหรือเลือกลงทะเบียนในรายวิชาอื่นในกลุ่มวิชาเลือกเดียวกันแทนก็ได้ และให้บันทึกผลการประเมินลงในระเบียบแสดงผลการศึกษาด้วยทุกครั้ง

ข้อ ๘ สัญลักษณ์อื่นที่ใช้ในการประเมิน มีดังนี้

(๑) Au (Audit) ใช้สำหรับการลงทะเบียนเรียนเพื่อร่วมฟัง

(๒) W (Withdraw) ใช้ในกรณีดังต่อไปนี้

(ก) ใช้สำหรับบันทึกหลังจากที่ได้รับอนุมัติให้ยกเลิกรายวิชานั้นก่อนกำหนดสอบปลายภาคไม่น้อยกว่าสามสัปดาห์สำหรับภาคการศึกษาปกติ และไม่น้อยกว่าสิบห้าวันสำหรับภาคฤดูร้อน

(ข) ใช้สำหรับบันทึกหลังจากที่ได้รับอนุมัติให้ยกเลิกรายวิชาเรียนในกรณีที่นักศึกษาขอลาพักการศึกษา หรือถูกสั่งให้พักการศึกษา หลังจากลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษานั้น และพ้นกำหนดเวลาการขอลอนรายวิชานั้นแล้ว

(๓) I (Incomplete) ใช้ในกรณีต่อไปนี้

(ก) ในกรณีที่นักศึกษายังทำงานไม่แล้วเสร็จเมื่อสิ้นภาคการศึกษานั้น

(ข) ในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถส่งผลการประเมินในรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนภายในเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนดประจำภาคการศึกษานั้น ๆ

การส่งผลการประเมินเป็น “I” ให้ผู้สอนส่งผลการประเมินโดยระบุคะแนนเท่าที่มีอยู่ในขณะนั้น

กรณีผู้สอนส่งผลการประเมินรายวิชาเป็น “I” ทั้งหมดเรียน จะต้องมึหนังสือชี้แจงเหตุผลและความจำเป็นที่สอดคล้องกับแผนบริหารการสอนที่ระบุในเอกสาร มคอ.๓ ของรายวิชา และต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานต้นสังกัด

(๔) M (Missing) ใช้บันทึกการประเมินในรายวิชาที่นักศึกษาขาดสอบปลายภาคและให้ผู้สอนส่งคะแนนที่มีอยู่พร้อมเกณฑ์การประเมินของรายวิชานั้น

หากนักศึกษาไม่มาสอบตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด ให้คิดผลการประเมินตามคะแนนที่มีอยู่ตามเกณฑ์การประเมินของรายวิชานั้น

นักศึกษาที่ได้รับการประเมินเป็น “I” หรือ “M” ต้องดำเนินการขอรับการประเมินเพื่อเปลี่ยนผลการประเมินให้เสร็จสิ้นภายในสิบห้าวันนับจากวันที่ครบกำหนดส่งผลการเรียนของภาคการศึกษานั้น ๆ เว้นแต่นักศึกษาจะได้รับการอนุมัติจากมหาวิทยาลัยให้ขยายเวลาได้ ทั้งนี้ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในภาคการศึกษาถัดไป หากดำเนินการไม่แล้วเสร็จ ให้ถือว่านักศึกษาดังกล่าวได้รับผลการประเมินในรายวิชาดังกล่าวตามคะแนนที่มีหรือผลการประเมินเป็น “F” หรือ “U” โดยทันทีแล้วแต่กรณี



-๕-

ข้อ ๙ สัญลักษณ์อื่นที่ใช้ในการได้รับการเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษ ตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัย ให้ได้รับผลการเรียน ดังนี้

(๑) ผู้ที่ได้รับการเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษารายวิชาในหลักสูตรระดับอุดมศึกษา หรือเทียบเท่าที่สภามหาวิทยาลัยรับรองให้ได้รับผลการศึกษาเป็น “S”

(๒) รายวิชาที่ได้รับการเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษจากการศึกษาลงหน่วยกิต หรือ การศึกษานอกระบบ หรือ การศึกษาตามอัธยาศัย ให้ได้รับผลการศึกษาดังนี้

(ก) CE (Credits from Exam) กรณีที่ได้หน่วยกิตจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบจากมหาวิทยาลัยจากการทดสอบที่ไม่ใช่การทดสอบมาตรฐาน

(ข) CP (Credits from Portfolio) กรณีที่ได้หน่วยกิตจากการประเมินประสบการณ์ โดยการนำเสนอแฟ้มสะสมผลงาน

(ค) CS (Credits from Standardized Test) กรณีที่ได้หน่วยกิตจากการทดสอบมาตรฐาน

(ง) CT (Credits from Training) กรณีที่ได้หน่วยกิตจากการประเมินจากการฝึกอบรมจากการประเมินการศึกษาหรืออบรมที่จัดโดยหน่วยงานอื่นที่ไม่ใช่สถาบันอุดมศึกษา

หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขในการเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษตามข้อ ๙(๒) ให้ทำเป็นประกาศของมหาวิทยาลัย

ผู้มีสิทธิ์ขอเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษตามวรรคหนึ่ง จะต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ข้อ ๑๐ การหาค่าระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษา และค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม ให้คิดเป็นเลขทศนิยมสองตำแหน่งโดยไม่ปัดเศษ

สำหรับรายวิชาที่ได้รับผลการศึกษาเป็น “F” ให้นำหน่วยกิตมาเป็นตัวหารเฉลี่ย หากต่อมามีการลงทะเบียนซ้ำ แล้วได้ผลการศึกษาในระดับอื่นจึงจะไม่นำหน่วยกิตที่ได้รับผลการศึกษา “F” มาเป็นตัวหารเฉลี่ย แต่ยังคงต้องบันทึกผลการประเมินไว้ในระบบแสดงผลการศึกษา สำหรับผู้ได้รับผลการศึกษาตาม ข้อ ๗ (๒) ข้อ ๘ และ ข้อ ๙ ไม่นำหน่วยกิตมาเป็นตัวหารเฉลี่ย

ข้อ ๑๑ ในกรณีที่นักศึกษาสอบตกและเรียนซ้ำหรือเรียนซ้ำในรายวิชาที่เคยสอบได้แล้ว ให้นำหน่วยกิตและผลการศึกษาครั้งที่ได้รับผลการประเมินที่ดีที่สุดเพียงครั้งเดียวมาคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษาและค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

ข้อ ๑๒ การโอนผลการศึกษา

“การโอนผลการศึกษา” หมายความว่า การนำหน่วยกิตและผลการประเมินของทุกรายวิชา ที่เคยศึกษาจากหลักสูตรของมหาวิทยาลัยและคลังหน่วยกิตมาใช้โดยไม่ต้องศึกษารายวิชานั้นอีก

ผู้มีสิทธิ์ขอโอนผลการศึกษาต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขในการโอนผลการศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย



-๖-

ข้อ ๑๓ การเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษา

“การเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษา” หมายความว่า การนำหน่วยกิตของรายวิชา ในหลักสูตรของมหาวิทยาลัย หรือของสถาบันอุดมศึกษาอื่นหรือเทียบเท่าที่สภามหาวิทยาลัยรับรอง หรือ คลังหน่วยกิต ที่ได้ศึกษามาแล้วซึ่งมีเนื้อหาสาระครอบคลุมไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาที่ขอการเทียบโอน หน่วยกิตและผลการศึกษามาใช้ โดยไม่ต้องศึกษารายวิชานั้นอีก

ผู้มีสิทธิ์ขอเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษาต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่า ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขในการเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษา ให้เป็นไป ตามประกาศของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๔ ค่าธรรมเนียมในการขอโอนผลการศึกษาและการเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๕ การลาพักการศึกษา

(๑) ในภาคการศึกษาปกติ หากนักศึกษาไม่ลงทะเบียนเรียนด้วยเหตุใด ๆ ก็ตาม นักศึกษาจะต้องขอลาพักการศึกษาสำหรับภาคการศึกษาปกตินั้น โดยยื่นคำร้องขอลาพักการศึกษาต่อสำนัก ส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน และต้องชำระค่าธรรมเนียมเพื่อรักษาสถานภาพนักศึกษาตามประกาศ ของมหาวิทยาลัยก่อนสอบปลายภาคไม่น้อยกว่าสิบวัน

(๒) การลาพักการศึกษา นักศึกษาใหม่ไม่มีสิทธิ์ลาพักการศึกษาในภาคการศึกษาแรก เว้นแต่ได้รับอนุมัติจากอธิการบดี

(๓) การลาพักการศึกษาต่อเนื่องได้ไม่เกินสองภาคการศึกษาปกติ กรณีมีความ จำเป็นต้องลาพักการศึกษามากกว่าสองภาคการศึกษาปกติ ต้องได้รับการอนุมัติจากอธิการบดี

ข้อ ๑๖ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(๑) มีความประพฤติดี รักษาไว้ซึ่งเกียรติและศักดิ์แห่งความเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย

(๒) สอบผ่านในรายวิชาต่าง ๆ ครบตามหลักสูตรและเงื่อนไขที่กำหนด

(๓) ได้ชำระค่านับคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐

(๔) มีระยะเวลาศึกษาตามเกณฑ์ดังนี้

(ก) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อนหกภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อนสิบสี่ภาคการศึกษาปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็ม เวลา

(ข) หลักสูตรปริญญาตรี (๕ ปี) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อนแปดภาคการศึกษา ปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อนสิบเจ็ดภาคการศึกษาปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่ เต็มเวลา

(ค) หลักสูตรระดับปริญญาตรี (ไม่น้อยกว่า ๖ ปี) สำเร็จการศึกษาได้ ไม่ก่อนสิบ ภาคการศึกษาปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อนยี่สิบภาคการศึกษาปกติสำหรับการ ลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา



-๗-

(ง) หลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อนสี่ภาคการศึกษาปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อนแปดภาคการศึกษาปกติสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(๕) ผู้ขอเทียบโอนผลการศึกษาหรือผู้ขอยกเว้นการศึกษารายวิชาต้องมีเวลาศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่าหนึ่งปีการศึกษา

(๖) ปฏิบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขการเป็นผู้สำเร็จการศึกษาตามประกาศ หรือ ระเบียบของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๗ การพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา เมื่อ

(๑) ตาย

(๒) ลาออก

(๓) ขาดคุณสมบัติของผู้สมัครเข้าเป็นนักศึกษา

(๔) กระทำผิดข้อบังคับ ระเบียบ หรือประกาศของมหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยมีประกาศให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

(๕) ไม่ชำระเงินค่าลงทะเบียนและไม่ชำระเงินค่ารักษาสถานภาพในหนึ่งภาคการศึกษาปกติ

(๖) เกณฑ์การประเมินผลการศึกษา

(ก) ได้คะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า ๑.๖๐ เมื่อสิ้นภาคการศึกษาปกติที่สี่ นับตั้งแต่วันเริ่มเข้าศึกษา ทั้งนี้ให้นับภาคการศึกษาที่ลาพักการศึกษาด้วย

(ข) ได้คะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า ๑.๘๐ เมื่อสิ้นภาคการศึกษาปกติที่หก ที่แปดที่สิบ ที่สิบสอง ที่สิบสี่ ที่สิบหก ที่สิบแปด และที่ยี่สิบ นับตั้งแต่วันเริ่มเข้าศึกษา ทั้งนี้ให้นับภาคการศึกษาที่ลาพักการศึกษาด้วย

(๗) มีระยะเวลาศึกษาเกินเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(ก) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี) ใช้เวลาศึกษาเกินแปดปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และเกินสิบสองปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(ข) หลักสูตรปริญญาตรี (๕ ปี) ใช้เวลาเรียนเกินสิบปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และเกินสิบห้าปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(ค) หลักสูตรระดับปริญญาตรี (ไม่น้อยกว่า ๖ ปี) ใช้เวลาศึกษาเกินสิบสองปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และเกินสิบแปดปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(ง) หลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) ใช้เวลาศึกษาเกินสี่ปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และเกินหกปีการศึกษาสำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(๘) ศึกษาครบหลักสูตรและได้รับอนุมัติให้สำเร็จการศึกษาตามข้อ ๑๖

(๙) ย้ายสถานศึกษา

ข้อ ๑๘ นักศึกษาที่พ้นสภาพนักศึกษาด้วยเหตุไม่ชำระเงินค่าธรรมเนียมการศึกษาและไม่ชำระเงินค่ารักษาสถานภาพ ให้มีสิทธิยื่นคำร้องขอคืนสภาพนักศึกษา โดยหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการขอคืนสภาพการเป็นนักศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย



-๘-

ข้อ ๑๙ เมื่อนักศึกษาลงทะเบียนเรียนได้หน่วยกิตตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแล้ว และได้รับค่า
ระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ ๑.๘๐ แต่ไม่ถึง ๒.๐๐ ให้เลือกลงทะเบียนรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อทำระดับ
คะแนนเฉลี่ยสะสมให้ถึง ๒.๐๐ ทั้งนี้ต้องอยู่ในระยะเวลาตามข้อ ๑๗ (๗)

ข้อ ๒๐ ผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจะได้รับปริญญาเกียรตินิยม ต้องมีคุณสมบัติ
ดังต่อไปนี้

- (๑) ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ ๓.๖๐ ขึ้นไป จะได้รับเกียรตินิยมอันดับหนึ่ง และ
ได้คะแนนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ ๓.๒๕ ขึ้นไปให้ได้รับเกียรตินิยมอันดับสอง
- (๒) สอบไล่ได้ในรายวิชาใด ๆ ไม่ต่ำกว่า “C” ตามระบบค่าระดับคะแนนและต้องไม่
เคยได้ “F” หรือ “U” หรือ “W” ในรายวิชาใด ๆ
- (๓) ไม่เคยลงทะเบียนซ้ำในรายวิชาใด
- (๔) มีระยะเวลาศึกษา ดังนี้
 - (ก) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี) ใช้เวลาการศึกษาไม่น้อยกว่าหกภาคการศึกษา
ปกติและไม่เกินสี่ปีการศึกษา
 - (ข) หลักสูตรปริญญาตรี (๕ ปี) ใช้เวลาการศึกษาไม่น้อยกว่าแปดภาคการศึกษา
ปกติ และไม่เกินห้าปีการศึกษา
 - (ค) หลักสูตรปริญญาตรี (๖ ปี) ใช้เวลาการศึกษาไม่น้อยกว่าสิบภาคการศึกษา
ปกติ และไม่เกินหกปีการศึกษา

กรณีนักศึกษาย้ายสาขาวิชาภายในมหาวิทยาลัย ให้นำภาคการศึกษาในสาขาวิชาใหม่
และสาขาวิชาเดิมรวมกัน

- (๖) ไม่เคยถูกสั่งพักการศึกษาเพราะกระทำผิดวินัยนักศึกษา

ข้อ ๒๑ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในภาคฤดูร้อนไม่เสียสิทธิในการได้รับปริญญาเกียรตินิยม

ข้อ ๒๒ นักศึกษาที่ทุจริต หรือร่วมทุจริตรายวิชาใด ๆ ในการสอบกลางภาคหรือการสอบ
ปลายภาคที่มหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานจัดการศึกษาจัดสอบ ให้นักศึกษาผู้นั้นได้รับผลการศึกษาเป็น “F”
หรือ “U” ในรายวิชานั้น ๆ และให้พักการเรียนภาคการศึกษานั้น และให้ได้รับผลการศึกษาเป็น “W”
ในรายวิชาอื่น ๆ

ข้อ ๒๓ ให้มีคณะกรรมการอนุมัติผลการเรียนซึ่งได้รับการแต่งตั้งจากสภามหาวิทยาลัยเป็น
ผู้อนุมัติผลการเรียนระดับปริญญาตรีแทนสภามหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

- (๑) อธิการบดี เป็นประธานกรรมการ
- (๒) รองอธิการบดีจำนวนหนึ่งคนเป็นรองประธานกรรมการ และอีกหนึ่งคนเป็น
กรรมการ
- (๓) คณบดีในหน่วยงานที่จัดการศึกษาในระดับปริญญาตรี เป็นกรรมการ
- (๔) กรรมการสภามหาวิทยาลัยจากคณาจารย์ประจำ จำนวนสองคนเป็นกรรมการ
- (๕) ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน เป็นกรรมการและเลขานุการ



-๙-

(๖) นายทะเบียนมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และหัวหน้าสำนักงานผู้อำนวยการ
สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน เป็นผู้ช่วยเลขานุการ

การได้มาซึ่งกรรมการตาม (๒) และ (๔) ให้แต่ละกลุ่มเลือกกันเอง

ในกรณีที่ผู้ดำรงตำแหน่งตาม (๑) (๒) (๓) (๔) หรือ (๖) ไม่อยู่ หรือไม่อาจปฏิบัติหน้าที่ได้
ให้ผู้รักษาราชการแทนในตำแหน่งดังกล่าวเป็นผู้ทำหน้าที่แทน

ให้ถือว่าวันที่คณะกรรมการดังกล่าวอนุมัติผลการเรียน เป็นวันสำเร็จการศึกษา ทั้งนี้
ให้มหาวิทยาลัยออกใบรับรองการศึกษาและระเบียบแสดงผลการเรียนให้แก่นักศึกษา

ข้อ ๒๔ ให้อธิการบดีรักษาราชการให้เป็นไปตามข้อบังคับนี้ และให้มีอำนาจออกระเบียบ ประกาศ
คำสั่ง ข้อปฏิบัติหรือเกณฑ์เพื่อดำเนินการตามข้อบังคับนี้ได้ ในกรณีที่ต้องมีการตีความหรือปัญหาข้อขัดข้อง
ในการดำเนินการตามข้อบังคับนี้ ให้อธิการบดีวินิจฉัยหรือสั่งการและให้ถือเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๕


(ศาสตราจารย์เกียรติคุณสมพงษ์ วิทยศักดิ์พันธุ์)
นายกสภามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

สำเนาข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2566



๑๓๙/๒๕๖๗

ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานคลังหน่วยกิตในระดับอุดมศึกษา
พ.ศ. ๒๕๖๗

เพื่อให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๖ และข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการเทียบโอนหน่วยกิต ผลการเรียนรู้ ผลลัพธ์การเรียนรู้ และการเทียบโอนประสบการณ์ในระบบคลังหน่วยกิต พ.ศ. ๒๕๖๖ จึงกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ ขั้นตอน และแนวปฏิบัติ ในการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตในระดับอุดมศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เพื่อให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งรักษาไว้ซึ่งคุณภาพและมาตรฐานทางวิชาการ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑ (๓) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. ๒๕๔๗ และข้อ ๑๙ วรรค ๒ (๑) แห่งข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วย การดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๖ จึงออกประกาศหลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานคลังหน่วยกิตในระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๗ ดังนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้ เรียกว่า "หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานคลังหน่วยกิตในระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๗"

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ บรรดากฎ ระเบียบ ประกาศ หรือคำสั่งใดของมหาวิทยาลัยในส่วนที่กำหนดไว้แล้วในประกาศนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับประกาศนี้ ให้ใช้ประกาศนี้แทน

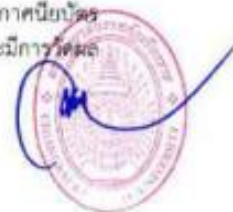
ข้อ ๔ ในประกาศนี้

"การศึกษาเรียนรู้" หมายความว่า กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในหลักสูตรคลังหน่วยกิต จากการศึกษาจากระบบ การศึกษาตามอัธยาศัย และจากประสบการณ์บุคคล แล้วนำผลลัพธ์การเรียนรู้มาเทียบสะสมไว้ในคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

"หลักเกณฑ์การเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษาเรียนรู้เข้าสู่การศึกษาในระบบ" หมายความว่า หลักเกณฑ์การเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษาเรียนรู้จากหลักสูตรสะสมหน่วยกิต (Credit Bank) เข้าสู่การศึกษาในระบบ

"หลักสูตร" หมายความว่า หลักสูตรคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

"การฝึกอบรม" หมายความว่า กิจกรรมการฝึกอบรมเชิงวิชาการ หรือ ทั้งวิชาการและวิชาชีพที่ประกอบด้วยหัวข้อที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับรายวิชาในหลักสูตรระดับอนุปริญญา ประกาศนียบัตรปริญญาตรี หรือ ระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัย โดยดำเนินการในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งและมีการวัดผลประเมินผลที่มีมาตรฐาน



- ๒ -

หมวดที่ ๑ การรับเข้าศึกษาเรียนรู้

ข้อ ๕ คุณสมบัติของผู้เรียนในคลังหน่วยกิต

(๑) กรณีผู้ที่ประสงค์จะเข้าสู่การศึกษาต่อในระดับอนุปริญญา ปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา ในหลักสูตรคลังหน่วยกิต โดยจะเลือกศึกษาเป็นรายวิชา หรือชุดวิชา ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(๑.๑) เป็นผู้สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นชั้นปีที่สาม หรือ

(๑.๒) เป็นผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่าขึ้นไป หรือ

(๑.๓) คุณสมบัติอื่น ๆ ตามที่อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่เปิดสอนพิจารณา

เห็นสมควรรับเข้าศึกษา

(๒) กรณีเป็นผู้ที่ต้องการเพิ่มพูนความรู้แต่ไม่ต้องการคุณวุฒิการศึกษา โดยเข้าศึกษาในรายวิชาต่าง ๆ หรือหลักสูตรระยะสั้นในระดับประกาศนียบัตร วุฒิบัตร สัมฤทธิ์บัตร

(๒.๑) บุคคลทั่วไป ไม่จำกัดพื้นความรู้ ประสบการณ์ และอายุ หรือ

(๒.๒) บุคคลที่อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่เปิดสอนพิจารณาเห็นสมควรรับเข้าศึกษา

ข้อ ๖ การรับสมัครและการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในหลักสูตรที่เปิดสอนภายใต้การดำเนินงานคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัยให้เป็นไปตามวิธีการที่มหาวิทยาลัยกำหนด ดังนี้

(๑) ผู้มีสิทธิเข้าศึกษา ต้องมีคุณวุฒิและคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งตามข้อ ๑๑

(๒) มหาวิทยาลัยจะเปิดรับสมัครตามที่แต่ละหลักสูตรที่เปิดสอนและหรือสถาบันการเรียนรู้ตลอดชีวิตกำหนด

(๓) ให้ผู้สมัครเข้าศึกษารายละเอียดการสมัครและระเบียบการได้ตามวัน เวลา สถานที่ และวิธีการที่มหาวิทยาลัยกำหนด

(๔) การรับสมัคร

(๔.๑) กรณีสมัครด้วยตนเอง ให้ผู้สมัครกรอกใบสมัครให้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามเอกสารการสมัครที่มหาวิทยาลัยกำหนด และยื่นเอกสารให้สถาบันการเรียนรู้ตลอดชีวิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

(๔.๒) กรณีสมัครทางไปรษณีย์ ให้ผู้สมัคร กรอกใบสมัครให้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามเอกสารการสมัครที่มหาวิทยาลัยกำหนด และจัดส่งเอกสารมายัง สถาบันการเรียนรู้ตลอดชีวิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

(๔.๓) กรณีสมัครทางอินเทอร์เน็ตหรือออนไลน์ ให้ผู้สมัครกรอกใบสมัครให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และยืนยันการบันทึกผลการสมัครในระบบการรับสมัคร

(๕) ผู้ที่ผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษา จะมีสถานภาพเป็นผู้เรียนในหลักสูตรคลังหน่วยกิต และให้ดำเนินการชำระเงินค่าลงทะเบียนตามอัตราที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ข้อ ๗ การขึ้นทะเบียนเป็นผู้เรียน ผู้สมัครจะมีสถานภาพเป็นผู้เรียนเมื่อได้ดำเนินการตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด



- ๓ -

หมวดที่ ๒ การลงทะเบียนเรียน

ข้อ ๘ การลงทะเบียนเรียน

(๑) ผู้เรียนจะต้องลงทะเบียนเรียนภายในเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด

(๒) การลงทะเบียนเรียนจะถือว่าสมบูรณ์เมื่อได้ชำระเงินค่าลงทะเบียนหรือค่าธรรมเนียม หรือค่าใช้จ่ายอื่นภายในเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด และหากผู้เรียนไม่ชำระเงินตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ จะถูกยกเลิกการลงทะเบียนรายวิชา ชุติวิชา หรือหลักสูตรฝึกอบรม

ข้อ ๙ การเลือกรายวิชา หรือชุติวิชา หรือชุดฝึกอบรม ให้ผู้เรียนเลือกตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้ โดยเป็นหน้าที่ของผู้เรียนที่ต้องรับผิดชอบในการศึกษารายละเอียด ระเบียบการและวิธีการที่หลักสูตรกำหนด

ข้อ ๑๐ อัตราค่าลงทะเบียนและวิธีการชำระเงินค่าลงทะเบียนหลักสูตรคลังหน่วยกิต ให้มหาวิทยาลัยจัดทำเป็นระเบียบหรือประกาศ โดยให้ผู้เรียนชำระเงินค่าลงทะเบียนหลักสูตรคลังหน่วยกิต ตามวิธีการที่ระบุในประกาศหรือระเบียบของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๑ การขอคืนเงินค่าลงทะเบียนหลักสูตรคลังหน่วยกิต กรณีมหาวิทยาลัยประกาศ จัดการศึกษาเรียนรู้ในรายวิชา หรือชุติวิชา หรือชุดฝึกอบรม หรือที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น ด้วยเหตุผลอย่างหนึ่ง อย่างใด ผู้เรียนที่ได้ลงทะเบียนเรียนไว้ มีสิทธิ์ขอคืนเงินค่าลงทะเบียน หลักสูตรคลัง หน่วยกิต หรือขอเปลี่ยนแปลงไปใช้สำหรับการลงทะเบียนเรียนในรายวิชา หรือชุติวิชา หรือชุดฝึกอบรม หรือที่เรียกชื่อ เป็นอย่างอื่นแทน โดยชำระเงินเพิ่มเติม หรือขอรับเงินคืนสำหรับส่วนต่าง

ข้อ ๑๒ รหัสประจำตัวผู้เรียนหลักสูตรคลังหน่วยกิต จะประกอบด้วยตัวอักษรและตัวเลข ๙ หลัก ดังนี้

หลักที่ ๑-๒ กำหนดเป็นตัวอักษร LL หมายถึง การเรียนรู้ตลอดชีวิต

หลักที่ ๓-๔ กำหนดเป็นตัวเลข หมายถึง เลขปี พ.ศ. ที่เข้าศึกษา

หลักที่ ๕-๙ หมายถึง เลขลำดับที่ที่เข้าศึกษาในแต่ละปี

โดยเริ่มตั้งแต่เลข ๐๐๐๐๑-๙๙๙๙๙

ข้อ ๑๓ สิทธิของผู้เรียนในหลักสูตรคลังหน่วยกิต มีดังนี้

(๑) การได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อบรรลุผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา หลักสูตรฝึกอบรม หรือหลักสูตรของมหาวิทยาลัยที่จัดไว้สำหรับการจัดการศึกษาใน หลักสูตรคลังหน่วยกิต เช่นเดียวกับผู้เรียนในระบบชั้นเรียนปกติที่ศึกษาในรายวิชา หรือชุติวิชา หรือกลุ่มวิชา นั้น ๆ

(๒) การได้รับบัตรประจำตัวผู้เรียนในหลักสูตรคลังหน่วยกิต และมีสิทธิในการใช้บริการ ของมหาวิทยาลัยและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ตามที่มหาวิทยาลัยประกาศกำหนด ทั้งนี้ให้เป็นไปตาม ช่วงเวลาที่ได้ออกทะเบียนเรียนในรายวิชาหรือตามหลักสูตรต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย

(๓) ผู้ที่ผ่านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้จะได้รับการบันทึกผลการเรียนและหรือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในหลักสูตรคลังหน่วยกิต รวมทั้งได้รับใบแสดงผลการเรียน และสามารถนำผลการเรียนรู้ และหรือผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้นี้มาขอเทียบโอนเพื่อนับหน่วยกิตในระบบการศึกษาภาคปกติของมหาวิทยาลัยได้

(๔) อื่น ๆ ตามที่มหาวิทยาลัยประกาศกำหนด

ทั้งนี้ มหาวิทยาลัย อาจออกประกาศกำหนดค่าธรรมเนียม ค่าบำรุง ค่าลงทะเบียน หรือค่าใช้จ่ายอื่นใดเพื่อการจัดการศึกษาในหลักสูตรคลังหน่วยกิต ทั้งนี้สิทธิของผู้เรียนในระบบคลังหน่วยกิต ตาม (๑) ถึง (๔) อาจมีข้อจำกัดภายใต้เงื่อนไขของประกาศดังกล่าวได้



- ๔ -

หมวดที่ ๓ การจัดการศึกษาเรียนรู้

ข้อ ๓๔ วิธีการดำเนินการและเงื่อนไขในการจัดการศึกษาเรียนรู้ภายใต้ระบบคลังหน่วยกิต

(๑) การจัดการศึกษาเรียนรู้ในรายวิชา หรือชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรม หรือที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น สำหรับผู้ที่ต้องการคุณวุฒิการศึกษาทั้งในระดับอนุปริญญา ปริญญาตรี หรือปริญญาระดับบัณฑิตศึกษา ให้ดำเนินการจัดทำรายวิชา หรือชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรม ให้มีผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยมีจำนวนชั่วโมงในการเรียนที่สามารถเทียบเป็นหน่วยกิตได้ และมีระบบการวัดและประเมินผลที่ชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการเทียบโอนผลลัพธ์การเรียนรู้ในการสะสมหน่วยกิต

(๒) การจัดการศึกษาเรียนรู้ในหลักสูตรที่ดำเนินการภายใต้ระบบคลังหน่วยกิตสำหรับผู้เรียนที่ต้องการเพิ่มพูนความรู้แต่ไม่ต้องการคุณวุฒิการศึกษา ให้สามารถเข้าร่วมศึกษาเรียนรู้ในหลักสูตรดังกล่าวในคราวเดียวกันได้ โดยแยกการลงทะเบียนของผู้เรียนที่ประสงค์และไม่ประสงค์เข้าศึกษาในระบบคลังหน่วยกิตให้ชัดเจน

ข้อ ๓๕ การศึกษาเรียนรู้ในหลักสูตรคลังหน่วยกิต ไม่มีข้อจำกัดระยะเวลา ผู้เรียนสามารถสะสมผลการศึกษาเรียนรู้และผลลัพธ์การเรียนรู้ ประสบการณ์ที่เทียบโอน ความสามารถ และหรือสมรรถนะในระบบคลังหน่วยกิตได้โดยไม่จำกัดอายุและคุณวุฒิของผู้เรียน และระยะเวลาในการศึกษาเรียนรู้

ข้อ ๓๖ กระบวนการในการจัดการศึกษาเรียนรู้ในรายวิชา หรือชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรมที่จะเปิดสอนในหลักสูตรคลังหน่วยกิต ให้สาขาวิชา/โปรแกรมวิชาที่รับผิดชอบหลักสูตร สามารถจัดการศึกษาเรียนรู้แบบเข้าชั้นเรียน แบบออนไลน์ แบบผสมผสาน หรือแบบอื่น ๆ ได้

ข้อ ๓๗ การวัดและประเมินผลการศึกษาเรียนรู้ ให้หลักสูตรและสาขาวิชาดำเนินการวัดผลและประเมินผลลัพธ์การศึกษาเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานของรายวิชา หรือชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรมที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการหลักสูตรคลังหน่วยกิต ทั้งนี้การวัดผลและการประเมินผลการศึกษาเรียนรู้ของผู้เรียนระบบคลังหน่วยกิต ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย โดยต้องมีมาตรฐานเทียบได้กับหลักสูตรและสาขาวิชาในระบบ หรือสอดคล้องกับมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติที่ใช้กับผู้เรียนในระบบชั้นเรียนปกติ

ข้อ ๓๘ การกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ อันได้แก่ ความรู้ ความสามารถ ทักษะ สมรรถนะหรือเจตคติที่เกิดกับผู้เรียน เนื้อหาสาระ แผนและวิธีการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลที่เหมาะสม โดยให้คำนึงถึงผลลัพธ์การเรียนรู้และรายละเอียดอื่น ๆ ที่มหาวิทยาลัยกำหนดเป็นสำคัญ เช่น รายละเอียดของการเทียบโอน เพื่อให้ได้หน่วยกิตและการสะสมหน่วยกิตในคลังหน่วยกิต ตลอดจนคุณสมบัติ จำนวนผู้เรียน รวมถึงเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น และหากมีความจำเป็นต้องกำหนดพื้นฐานความรู้ของการเรียนในรายวิชาหรือชุดวิชาหรือชุดฝึกอบรมใดให้ระบุไว้ในรายละเอียดของรายวิชาหรือชุดวิชาหรือชุดฝึกอบรมนั้น โดยสาขาวิชา/โปรแกรมวิชาอาจยกเว้นเงื่อนไขของรายวิชาหรือชุดวิชาหรือชุดฝึกอบรมที่ต้องผ่านรายวิชาบังคับก่อน แต่ให้ระบุหัวข้อความรู้ที่สำคัญสำหรับผู้เรียนที่จำเป็นต้องผ่านการเรียนรู้มาก่อนเพื่อให้ผู้ประสงค์จะเข้าเรียนทราบและประเมินตนเอง

ข้อ ๓๙ ผลการศึกษาเรียนรู้ สามารถนำไปใช้นับหน่วยกิตตามหลักสูตรการศึกษาชั้นปริญญาได้เช่นเดียวกับการจัดการศึกษาในระบบของมหาวิทยาลัย



- ๕ -

หมวดที่ ๔
การสะสมหน่วยกิต การบันทึกผลการเรียน ผลลัพธ์การเรียนรู้ การเทียบโอนประสบการณ์
และการอนุมัติผลการศึกษารียนรู้

ข้อ ๒๐ การสะสมหน่วยกิตในระบบคลังหน่วยกิตให้สามารถสะสมได้ทั้งผลการเรียนจากการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ การศึกษาตามอัธยาศัย ผลลัพธ์การเรียนรู้ และจากการเทียบโอนประสบการณ์บุคคล โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขดังนี้

(๑) การสะสมหน่วยกิตจากการลงทะเบียนเรียน ให้ผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนสามารถสะสมหน่วยกิตไว้ในระบบคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัยได้ โดยไม่จำกัดระยะเวลาในการเก็บสะสมหน่วยกิต

(๒) การสะสมหน่วยกิตที่ได้จากการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย คณะกรรมการเทียบโอนหน่วยกิตประจำหน่วยงานจัดการศึกษา ต้องดำเนินการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้จากการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยให้เป็นไปตามมาตรฐานของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๒๑ การบันทึกผลการเรียนและผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในระบบคลังหน่วยกิตให้ดำเนินการดังนี้

(๑) กรณีผู้เรียนได้รับหน่วยกิตจากการลงทะเบียนเรียนในรายวิชา หรือชุดวิชา หรือกลุ่มรายวิชาต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย หรือจากสถาบันอุดมศึกษาที่มีบันทึกข้อตกลงร่วมกัน ให้บันทึกผลการเรียนตามระดับคะแนนตัวอักษรหรือแต้มระดับคะแนนที่สอบได้ ดังนี้

(๑.๑) การเรียนในรายวิชา หรือชุดวิชา หรือกลุ่มรายวิชาต่าง ๆ ให้บันทึกผลโดยให้มีความระดับคะแนนโดยกำหนดสัญลักษณ์ระดับคะแนนการประเมินเป็น ๔ ระดับ และสามารถนำไปคำนวณผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (GPAX) ได้ โดยกำหนดช่วงคะแนนการประเมินผลการศึกษาเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย	ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
A	ดีเยี่ยม	๘๐ - ๑๐๐	๔.๐
B+	ดีมาก	๗๕ - ๗๙	๓.๕
B	ดี	๗๐ - ๗๔	๓.๐
C+	ดีพอใช้	๖๕ - ๖๙	๒.๕
C	พอใช้	๖๐ - ๖๔	๒.๐
D+	อ่อน	๕๕ - ๕๙	๑.๕
D	อ่อนมาก	๕๐ - ๕๔	๑.๐
F	ตก	๐ - ๔๙	๐.๐

ในกรณีที่หลักสูตรใดมีเหตุผลและความจำเป็น สามารถกำหนดช่วงคะแนนการประเมินผลการศึกษาเรียนรู้ในรายวิชา หรือชุดวิชา หรือกลุ่มรายวิชาต่าง ๆ เป็นอย่างอื่นได้ โดยจะต้องได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัย และให้จัดทำเป็นประกาศของมหาวิทยาลัยเพื่อกำหนดช่วงคะแนนตามที่ได้รับอนุมัติ



- ๖ -

(๓.๒) การเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ในระบบคลังหน่วยกิตของมหาวิทยาลัย เข้าสู่ระบบประเมิน โดยไม่นำมาคำนวณผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (GPAX) กำหนดสัญลักษณ์การประเมินดังนี้

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

รายวิชาที่ได้รับการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ให้บันทึกผลการเรียนในใบรายงานผลการศึกษา โดยใช้อักษร "CP" และให้นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

(๒) กรณีที่ผู้เรียนได้รับหน่วยกิตจากการเทียบโอนจากการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ให้บันทึกตามวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ โดยไม่กำหนดระดับคะแนนตัวอักษรหรือแต้มระดับคะแนน และให้จัดทำหลักฐานข้อมูลประกอบการเทียบโอนบันทึกไว้ด้วย

ข้อ ๒๒ หลักฐานการศึกษาเรียนรู้

(๑) กรณีผู้เรียนที่เข้าศึกษาเพื่อเพิ่มพูนความรู้ในรายวิชา หรือชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรม แต่ไม่ต้องการคุณวุฒิการศึกษา จะได้รับประกาศนียบัตร วุฒิบัตร หรือสัมฤทธิ์บัตร แล้วแต่กรณีตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด โดยให้นับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ตามจำนวนชั่วโมงในการเรียนที่หลักสูตรกำหนด ทั้งนี้หากผู้เรียนมีความต้องการคุณวุฒิการศึกษาให้นำประกาศนียบัตร วุฒิบัตร หรือสัมฤทธิ์บัตร ที่มหาวิทยาลัยออกให้มาเทียบโอนผลการเรียน ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และหรือการเทียบโอนประสบการณ์ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการเทียบโอนหน่วยกิต ผลการเรียน ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และการเทียบโอนประสบการณ์ในระบบคลังหน่วยกิต

(๒) กรณีผู้เรียนที่เข้าศึกษาในหลักสูตรระดับอนุปริญญา บริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษาในระบบคลังหน่วยกิต จะได้รับคุณวุฒิดังกล่าวตามเงื่อนไข ดังนี้

(๒.๑) เมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาเรียนรู้ในหลักสูตรคลังหน่วยกิตแล้ว จะได้รับหลักฐานการศึกษา ดังนี้

(ก) วุฒิบัตร จะออกให้เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ครบตามจำนวนชั่วโมงของรายวิชา หรือชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรม หรือที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น ตามหลักสูตรนั้น ๆ แล้ว

(ข) หนังสือรับรองผลการศึกษาเรียนรู้ จะออกให้เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ตามรายวิชา ชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรม หรือที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น ครบตามหลักสูตรคลังหน่วยกิต มีผลการประเมินการศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด และคณะกรรมการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษาได้พิจารณาอนุมัติผลการศึกษาเรียนรู้แล้ว

(๒.๒) การเทียบโอนหน่วยกิตและผลการศึกษาเรียนรู้หลักสูตรคลังหน่วยกิต ผู้เรียนสามารถสะสมหน่วยกิตได้ตลอดชีวิต โดยไม่มีเงื่อนไขของระยะเวลาในการสะสมและระยะเวลาในการศึกษาเรียนรู้ ทั้งนี้การเทียบโอนรายวิชา หรือชุดวิชา หรือชุดฝึกอบรม ให้สามารถนำไปนับหน่วยกิตได้รวมกันไม่เกินสามในสี่ของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรระดับปริญญาตรี และไม่เกินกึ่งหนึ่งของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรที่รับโอนในระดับบัณฑิตศึกษา โดยให้คำนึงถึงการสร้างบัณฑิตที่พึงประสงค์และสอดคล้องกับความต้องการของสถาบัน กรณีการขอเทียบโอนจากการศึกษาในระบบของสถาบันเดียวกันสามารถเทียบโอนได้มากกว่าที่กำหนด และต้องมีเวลาศึกษาในมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า ๑ ปีการศึกษาจึงจะสามารถสำเร็จการศึกษาในระบบปกติได้



- ๘ -

ข้อ ๒๓ ให้สถาบันการเรียนรู้ตลอดชีวิต บันทึกผลการศึกษาเรียนรู้ ในฐานะข้อมูลทะเบียน การดำเนินงานคลังหน่วยกิตเป็นรายบุคคล และเป็นผู้ออกวุฒิบัตรและหนังสือรับรองผลการศึกษาเรียนรู้

ข้อ ๒๔ ให้คณะกรรมการดำเนินงานคลังหน่วยกิตระดับอุดมศึกษา เป็นผู้อนุมัติผลการศึกษา เรียนรู้ของผู้เรียนในคลังหน่วยกิต

หมวดที่ ๕ การบริหารจัดการ

ข้อ ๒๕ ให้ทุกหลักสูตรกำหนดระบบประกันคุณภาพของหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการดำเนินงาน คลังหน่วยกิตในระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๒ และตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่มหาวิทยาลัยกำหนด

การประกันคุณภาพการศึกษาดาวรรคหนึ่ง ต้องมีการกระทำอย่างต่อเนื่อง มีการรายงาน ต่อสภามหาวิทยาลัย และแจ้งต่อคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เพื่อนำผลการประกันคุณภาพมาใช้ ในการปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานการดำเนินงานคลังหน่วยกิตให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

ข้อ ๒๖ ให้สถาบันการเรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการคลังหน่วยกิตทั้งระบบ ตั้งแต่ การประชาสัมพันธ์หลักสูตร กระบวนการรับเข้าศึกษา การลงทะเบียน การให้คำปรึกษาแนะนำ การประสานงาน กับหน่วยงานต้นสังกัดหลักสูตรในการประเมินผลการเรียน ผลลัพธ์การเรียนรู้ และการเทียบประสิทธิผลการ สะสมหน่วยกิต การกำกับดูแล ติดตาม และประเมินผลการดำเนินงานคลังหน่วยกิตของหลักสูตร โดยให้คำนึงถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานคลังหน่วยกิตเป็นไปอย่างมีคุณภาพและ มาตรฐานตามเจตนารมณ์

ข้อ ๒๗ ให้อธิการบดีรักษาการตามประกาศนี้ ในกรณีที่มีปัญหาหรือไม่สามารถปฏิบัติตาม ประกาศได้ ให้อธิการบดีมีอำนาจวินิจฉัยสั่งการ โดยคำวินิจฉัยสั่งการของอธิการบดีให้ถือเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๑๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๗



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัชย์ มุ่งไธสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย



๑๕๐/๒๕๖๗

ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
เรื่อง หลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์
และแนวทางการให้หน่วยกิตของหลักสูตรคลังหน่วยกิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
พ.ศ. ๒๕๖๗

เพื่อให้การเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ และแนวทางการให้หน่วยกิตของหลักสูตรคลังหน่วยกิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิต ระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๖ และข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการเทียบโอนหน่วยกิต ผลการเรียนรู้ ผลลัพธ์การเรียนรู้ และการเทียบโอนประสบการณ์ในระบบคลังหน่วยกิต พ.ศ. ๒๕๖๖ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งรักษาไว้ซึ่งคุณภาพและมาตรฐานทางวิชาการ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑ (๑) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. ๒๕๔๗ และข้อ ๑๙ วรรค ๒ (๑) แห่งข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการดำเนินงานระบบคลังหน่วยกิต ระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๖ จึงออกประกาศหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ และแนวทางการให้หน่วยกิตของหลักสูตรคลังหน่วยกิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พ.ศ. ๒๕๖๗ ดังนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้ เรียกว่า “หลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ และแนวทางการให้หน่วยกิตของหลักสูตรคลังหน่วยกิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พ.ศ. ๒๕๖๗”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ บรรดากฎ ระเบียบ ประกาศ หรือคำสั่งใดของมหาวิทยาลัยในส่วนที่กำหนดไว้แล้วในประกาศนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับประกาศนี้ ให้ใช้ประกาศนี้แทน

ข้อ ๔ ให้มหาวิทยาลัยแต่งตั้งคณะกรรมการเทียบโอนหน่วยกิต ผลการเรียนรู้ ผลลัพธ์การเรียนรู้ และการเทียบโอนประสบการณ์ ประจำแต่ละหลักสูตรและสาขาวิชาที่มีการดำเนินงาน ตามข้อ ๑๐ และข้อ ๑๓ แห่งข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ว่าด้วยการเทียบโอนหน่วยกิต ผลการเรียนรู้ ผลลัพธ์การเรียนรู้ และการเทียบโอนประสบการณ์ในระบบคลังหน่วยกิต

ข้อ ๕ การให้หน่วยกิตจากการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์เพื่อเข้าสู่การศึกษาในระบบระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา ดังนี้

(๑) ระดับอนุปริญญาและระดับปริญญาตรี

(ก) สามารถเทียบโอนได้ไม่เกินสามในสี่ของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรที่รับโอนระดับปริญญาตรี

(ข) ต้องมีเวลาดำเนินการเรียนในมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า ๑ ปีการศึกษาจึงจะสามารถสำเร็จการศึกษาในระบบปกติได้



- ๒ -

(๒) ระดับบัณฑิตศึกษา

(ก) สามารถเทียบโอนได้ไม่เกินกึ่งหนึ่งของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรที่รับโอนระดับบัณฑิตศึกษา

(ข) ต้องมีเวลาศึกษาเรียนรู้ในมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า ๑ ปีการศึกษาจึงจะสามารถสำเร็จการศึกษาในระบบปกติได้

ข้อ ๖ คุณสมบัติและประสบการณ์ของผู้ที่ประสงค์จะเทียบโอนผลการเรียนรู้ ต้องเป็นผู้มีหรือเคยมีประสบการณ์ในการทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และตามที่คณะกรรมการของหลักสูตรเห็นสมควรที่จะรับเข้าศึกษาในหลักสูตรนั้น ๆ

ข้อ ๗ รายวิชาที่ได้รับการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ให้บันทึกผลการเรียนในใบรายงานผลการศึกษา โดยใช้อักษร "CP" และให้นำหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

ข้อ ๘ ให้ผู้เรียนดำเนินการเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์เข้าสู่การศึกษาในระบบให้ยื่นความประสงค์ตั้งแต่ขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จไม่เกินภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา

กรณีเกินระยะเวลาที่กำหนดไว้ ให้แสดงหลักฐานและเหตุผล โดยให้ผู้ช่วยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน และหรือผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย เป็นผู้พิจารณาและดำเนินการเป็นราย ๆ ไป

ข้อ ๙ คุณสมบัติของผู้มีสิทธิ์ขอเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ให้เป็นไปตามประกาศและหรือข้อบังคับของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๐ เกณฑ์การให้หน่วยกิตจากการเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ ให้เป็นไปตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้

ข้อ ๑๑ ให้อธิการบดีรักษาการตามประกาศนี้ ในกรณีที่มีปัญหาหรือไม่สามารถปฏิบัติตามประกาศได้ ให้อธิการบดีมีอำนาจวินิจฉัยสั่งการ โดยคำวินิจฉัยสั่งการของอธิการบดีให้ถือเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๑๓ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๗


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัทธา มุ่งไธสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

- ๓ -

เอกสารแนบท้ายประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
เรื่อง หลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ และแนวทางการให้หน่วยกิต
ของหลักสูตรคณบดีหน่วยกิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พ.ศ. ๒๕๖๗
ลงวันที่ ๑๓ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๗

แนวปฏิบัติในการเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ไว้ในระบบคณบดีหน่วยกิตของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มีดังนี้

๑. การให้หน่วยกิตโดยพิจารณาจากระยะเวลาในการปฏิบัติงานหรือเคยปฏิบัติงาน มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๑.๑. ระยะเวลา ๑ - ๕ ปี	ไม่เกิน ๑๐ หน่วยกิต
๑.๒. ระยะเวลา ๖ - ๑๐ ปี	ไม่เกิน ๑๕ หน่วยกิต
๑.๓. ระยะเวลา ๑๑ - ๑๕ ปี	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต
๑.๔. ระยะเวลา ๑๖ ปีขึ้นไป	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต

๒. การเทียบตำแหน่งงาน หรือระดับงาน หรือประเภทงาน หรือประเภทบริหารงาน โดยพิจารณาจากตำแหน่งที่ปฏิบัติงานหรือเคยปฏิบัติงานในหน่วยงานราชการ ให้เทียบเคียงตำแหน่งตามหนังสือสำนักงาน ก.พ. ที่ น.ร. ๑๐๐๘/ว ๒ ลงวันที่ ๓๐ มีนาคม ๒๕๖๓ เรื่องหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการเทียบตำแหน่งอย่างอื่นเท่ากับการดำรงตำแหน่งข้าราชการพลเรือนสามัญตามพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือน พ.ศ. ๒๕๕๑ มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

๒.๑ ตำแหน่งที่ปฏิบัติงานสายวิชาการ

ประเภทวิชาการ	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๓) ระดับทรงคุณวุฒิ	ไม่เกิน ๔๐ หน่วยกิต
๒) ระดับเชี่ยวชาญ	ไม่เกิน ๓๕ หน่วยกิต
๓) ระดับชำนาญการพิเศษ	ไม่เกิน ๓๐ หน่วยกิต
๔) ระดับชำนาญการ	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต
๕) ระดับปฏิบัติการ	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต

๒.๒ ตำแหน่งบริหาร

ประเภทบริหาร	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๓) บริหารระดับสูง	ไม่เกิน ๔๐ หน่วยกิต
๒) บริหารระดับต้น	ไม่เกิน ๓๕ หน่วยกิต
๓) อำนวยการระดับสูง	ไม่เกิน ๓๐ หน่วยกิต
๔) อำนวยการระดับต้น	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต



- ๔ -

๒.๓ ตำแหน่งทั่วไป

ตำแหน่งทั่วไป	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๑) ระดับทักษะพิเศษ	ไม่เกิน ๓๕ หน่วยกิต
๒) ระดับอาวุโส	ไม่เกิน ๓๐ หน่วยกิต
๓) ระดับชำนาญงาน	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต
๔) ระดับปฏิบัติงาน	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต
๕) ระดับปฏิบัติการ	ไม่เกิน ๑๕ หน่วยกิต

๒.๔ ตำแหน่งรัฐวิสาหกิจ

ตำแหน่งรัฐวิสาหกิจ	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๑) ผู้ว่าการ ผู้อำนวยการ และผู้จัดการ	ไม่เกิน ๔๐ หน่วยกิต
๒) รองผู้ว่าการ และผู้ช่วยผู้ว่าการ	ไม่เกิน ๓๕ หน่วยกิต
๓) ผู้อำนวยการฝ่าย และผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่าย	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต
๔) ผู้อำนวยการกอง (หัวหน้ากอง) และผู้ช่วยผู้อำนวยการกอง หัวหน้าแผนก และผู้ช่วยหัวหน้าแผนก	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต
๕) ประจําแผนก และหัวหน้าหมวด	ไม่เกิน ๑๕ หน่วยกิต

๒.๕ ตำแหน่งข้าราชการส่วนท้องถิ่น

ตำแหน่งข้าราชการส่วนท้องถิ่น	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๑) กำนัน	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต
๒) ผู้ใหญ่บ้าน	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต
๓) แพทย์ประจำตำบล สารวัตรกำนัน ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และกรรมการหมู่บ้าน	ไม่เกิน ๑๕ หน่วยกิต

๒.๖ ตำแหน่งทางการเมืองส่วนท้องถิ่น

ตำแหน่งทางการเมืองส่วนท้องถิ่น	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๑) ประธานสภาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และนายกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	ไม่เกิน ๓๐ หน่วยกิต
๒) รองประธานสภาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และรองนายกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต
๓) สมาชิกสภาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่ปรึกษานายกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และเลขานุการนายกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต



- ๕ -

๒.๗ ตำแหน่งในกลุ่มทางสังคม/วิสาหกิจชุมชน

ตำแหน่งในกลุ่มทางสังคม	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๑) อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.)	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต
๒) ประธานกลุ่ม	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต
๓) รองประธานกลุ่ม	ไม่เกิน ๑๘ หน่วยกิต
๔) กรรมการกลุ่ม	ไม่เกิน ๑๕ หน่วยกิต
๕) สมาชิกกลุ่ม	ไม่เกิน ๑๒ หน่วยกิต

๒.๘ ตำแหน่งในบริษัทเอกชน

ตำแหน่งในบริษัทเอกชน	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน
๑) ผู้บริหารระดับสูง	ไม่เกิน ๔๐ หน่วยกิต
๒) ผู้จัดการ	ไม่เกิน ๓๕ หน่วยกิต
๓) ผู้ช่วยผู้จัดการ หรือรองผู้จัดการ	ไม่เกิน ๓๐ หน่วยกิต
๔) หัวหน้าฝ่าย หรือหัวหน้าแผนก	ไม่เกิน ๒๕ หน่วยกิต
๕) พนักงาน	ไม่เกิน ๒๐ หน่วยกิต

๓. การพิจารณาเทียบเคียงจากความรู้และประสบการณ์การทำงานอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากข้อ ๑ และข้อ ๒ ให้คณะกรรมการเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ พิจารณาหลักเกณฑ์และเทียบเคียงความรู้และประสบการณ์และให้หน่วยกิต ตามข้อ ๑ และข้อ ๒

๔. หลักฐานและเอกสารประกอบการเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่หลักสูตรกำหนด

๕. อัตราค่าธรรมเนียมการเทียบโอนให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย



- ๖ -

หนังสือรับรองประสบการณ์ในการทำงาน

เขียนที่

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว)

ประกอบอาชีพ ตำแหน่ง ระดับ

ชื่อหน่วยงาน/ชื่อบริษัท/อื่น ๆ

เลขที่ หมู่ ซอย ถนน ตำบล

อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์

หมายเลขโทรศัพท์ E-mail

ขอรับรองว่า (นาย/นาง/นางสาว)

ตำแหน่ง ปฏิบัติหน้าที่

เริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่วันที่ เดือน พ.ศ. รวมระยะเวลา

การปฏิบัติหน้าที่/ การทำงาน ปี เดือน โดยได้รับค่าตอบแทนเดือนละ บาท

ปัจจุบันพักอาศัยที่บ้านเลขที่ หมู่ ซอย ถนน

ตำบล อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์

หมายเลขโทรศัพท์ E-mail

ตลอดระยะเวลาที่ปฏิบัติงานเป็นบุคคลที่มีความประพฤติ

ออกให้ ณ วันที่ เดือน พ.ศ.

ลงชื่อ ผู้รับรอง

(.....)

ตำแหน่ง

- หมายเหตุ ๑. หากมีตราประทับ ให้ประทับตราทับด้วย
๒. แนบสำเนาบัตรประจำตัวประชาชน / บัตรประจำตัวข้าราชการ / บัตรประจำตำแหน่ง
ของผู้รับรองมาด้วย



แบบคำขอเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

เขียนที่.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เรื่อง ขอเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ด้วยข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....รหัสผู้เรียน.....

เป็นผู้เรียนในหลักสูตรคณศึกษาศาสตร์.....

คณะ/วิทยาลัย.....มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

มีความประสงค์ขอเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ โดยมีเอกสาร/หลักฐานประกอบการขอประเมิน ดังนี้

- หนังสือรับรองประสบการณ์ในการทำงาน
- สำเนาใบระเบียบแสดงผลการเรียน
- สำเนาหนังสือรับรองวุฒิการศึกษา
- สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาบัตรข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ/เอกชน
- สำเนาทะเบียนบ้าน
- แฟ้มสะสมงาน

รายวิชาที่ขอรับการประเมินมีดังนี้

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ.....ผู้เรียน
(.....)



- ๘ -

แบบประเมินการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

วันที่ เดือน พ.ศ.

ผลประเมินเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ (นาย/นาง/นางสาว)

รหัสผู้เรียน เป็นผู้เรียนในหลักสูตรคณิศรศึกษาศาสตร์

คณะ/วิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

โดยพิจารณาจากเอกสาร/หลักฐานประกอบการขอประเมินการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ดังนี้

- แฟ้มสะสมผลงาน
- ภาพถ่ายประกอบอาชีพ
- การสัมภาษณ์
- การทดสอบความรู้
- หนังสือรับรองประสบการณ์ในการทำงานของหน่วยงานและอื่น ๆ

คณะกรรมการได้พิจารณาตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่อง หลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ และแนวทางการให้หน่วยกิตของหลักสูตรคณิศรศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พ.ศ. ๒๕๖๗ จึงสรุปผลการประเมินการเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ในครั้งนี้ ได้ทั้งหมด หน่วยกิต จำนวน วิชา ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ประเมิน / /



- ๙ -

แบบสรุปผลการประเมินการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

เขียนที่.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เรื่อง สรุปผลการประเมินการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลประเมินเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ (นาย/นาง/นางสาว).....
 รหัสผู้เรียน.....เป็นผู้เรียนในหลักสูตรคลังหน่วยกิต.....
 คณะ/วิทยาลัย.....มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 โดยพิจารณาจากเอกสาร/หลักฐานประกอบการขอประเมินการเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ดังนี้

- แฟ้มสะสมผลงาน
 ภาพถ่ายประกอบอาชีพ
 การสัมภาษณ์
 การทดสอบความรู้
 หนังสือรับรองประสบการณ์ในการทำงานของหน่วยงานและอื่น ๆ.....

คณะกรรมการได้พิจารณาตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เรื่อง หลักเกณฑ์การเทียบโอน
 ผลการเรียนรู้จากความรู้และประสบการณ์ และแนวทางการให้หน่วยกิตของหลักสูตรคลังหน่วยกิต
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พ.ศ. ๒๕๖๗ จึงสรุปผลการประเมินการเทียบโอนผลการเรียนรู้จากความรู้และ
 ประสบการณ์ในครั้งนี้ ได้ทั้งหมด.....หน่วยกิต จำนวน.....วิชา ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต

ลง.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ
 ชื่อ.....

ลง.....กรรมการ ลงชื่อ.....กรรมการ
 ชื่อ.....

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
 (.....)



ภาคผนวก ข

สำเนาผลงานวิชาการตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร
ของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอาจารย์ประจำหลักสูตร

Relationship between Kai Algae and Aquatic Environmental Quality Using AARL-PC Score and Inverse Distance Weighting Interpolation

Tippawan Prasertsin¹, Krittawit Suk-ueng^{2*}, Kittichai Chantima²,
and Vanitcha Panya²

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

² Environmental Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology,
Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand

*Corresponding Author: nsukung@gmail.com

Received: June 6, 2023; Revised: July 8, 2023; Accepted: November 18, 2023

Abstract

This study aimed to determine relationship between Kai algae and water quality using the Applied Algal Research Laboratory-Physical and Chemical Score (AARL-PC score) and inverse distance weighting (IDW) in the Mekong River. Kai algal habitats were discovered at three sampling sites during a survey of the Mekong River, Chiang Khong district, Chiang Rai Province, Thailand in January and February 2022. Kai algae were collected in the field and identified by microscope. Kai morphology and environmental factors including length, dry weight, water conductivity, DO, BOD, nitrate nitrogen, soluble reactive phosphorus and ammonium nitrogen were investigated. The results showed two Kai genera, *Cladophora* sp. and *Rhizoclonium* sp., were presented in the sampling sites. In January, BOD had a strong positive relationship with the length of Kai algae while ammonium nitrogen had a significant relationship with water conductivity ($p < 0.01$), and DO had a significant relationship with dry weight ($p < 0.05$). In February, BOD had a strong positive relationship with the length of Kai algae ($r = 0.9804$), while ammonium nitrogen had a significant relationship with water conductivity ($p < 0.05$). IDW derived from the AARL-PC-score revealed that clean-moderate water quality was directly related to environmental factors in January and February and can be used to determine Kai algal growth in the Mekong River.

Keywords: Kai algae; Environmental factors; Geostatistics; Mekong River; Lotic ecosystem

1. Introduction

Freshwater green macroalgae provide several health and therapeutic advantages, and are also vital water quality markers in the lotic ecosystem. Natural macroalgae known as "Kai" grow in the Mekong River in Northern and Northeastern Thailand and are a vital resource for the local people (Peerapompisal *et al.*, 2006). Kai algae grow on cobbles and gravel substrata along the riverbank and belong to the genera *Aegagropila*, *Cladophora* and *Rhizoclonium*. Kai algal growth in the Mekong River only occurs during the dry season (November-March).

Anthropogenic activities such as the construction of reservoirs and dams across the Mekong River for electricity generation and water resources are rapidly altering the ecosystem by impacting the natural river flow, thereby affecting nutrient cycles and changing the physicochemical characteristics of the water (Thiamdao *et al.*, 2012a; Mungmai *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2017; Ruen-Pham *et al.*, 2021). Kai algal habitats are significantly impacted by these erratic environmental changes. Understanding the relationship between algae and their environmental

conditions is critical for algal management planning in the Mekong River.

The relationships between algae and the environmental parameters are complex. Algal habitats depend on dissolved oxygen (DO), water conductivity and essential nutrients (Wongsawad & Peerapornpisal, 2013; Hui *et al.*, 2022). Previous research into the management planning of algal habitats emphasized the importance of the water quality index (WQI) value (Ogbozige *et al.*, 2018; Sapna *et al.*, 2018; Delina *et al.*, 2019; Massinai *et al.*, 2021). The Applied Algal Research Laboratory-Physical and Chemical Score (AARL-PC score) is obtained by monitoring key environmental factors of lotic environments such as water conductivity, DO, biochemical oxygen demand (BOD), ammonium nitrogen, nitrate nitrogen and soluble reactive phosphorus. All these factors affect algal growth and determine both the water quality and the trophic status of the aquatic environment (Peerapornpisal *et al.*, 2004; Leelahakriengkrai & Peerapornpisal, 2011; Thiamdao *et al.*, 2012b; El-Adl, 2014).

Water quality assessment is important for algal growth and survival and is used for conservation and management (Liao *et al.*, 2021). The geostatistical inverse distance weighting (IDW) mapping approach is commonly used to anticipate spatiotemporal gradient changes in water quality which have an impact on the aquatic environment. IDW provides spatially continuous environmental data on aquatic environments (Al Naqeeb *et al.*, 2012; Khouni *et al.*, 2021;) such as water quality (Yang *et al.*, 2020), the aquatic plant community (Tapia-Silva *et al.*, 2015; Zarco-Perello & Simões, 2017), and suitable sites for aquaculture (Longdill *et al.*, 2008).

The inhabitants of Bann Had Krai, Chiang Khong district, Chiang Rai Province, Thailand have strong connections with the Mekong River which contains large numbers of edible aquatic plants and fishes. Kai algae are well-known in Bann Had Krai, and a Kai algae community enterprise has been established (Pokaew, 2018). This study used an integrated approach to assess spatial environmental changes in surface water quality as a quantitative trophic status score using the six environmental parameters

(water conductivity, DO, BOD, nitrate nitrogen, soluble reactive phosphorus, and ammonium nitrogen). The IDW method, never previously applied in this area, was used to interpolate the spatial distribution of water quality affecting Kai algal growth based on the association between Kai algal growth and the AARL-PC water quality score. Our results can be used for determining water quality affecting Kai algal growth in the Mekong River.

2. Methodology

2.1 Study area and field survey

Kai algae sampling sites were located along the Mekong River at Bann Had Krai, Chiang Khong district, Chiang Rai Province, Thailand (20°15'4" to 20°15'11" N, 100°24'48" to 100°24'52" E). Three sampling points (K1, K2 and K3) in which distance from a point-to-point is 70 m. intervals, based on the consideration of the presence of Kai algae, were selected along the Had Krai bank (Figure 1). Sampling of Kai algae and the physicochemical water properties was conducted in January and February 2022.

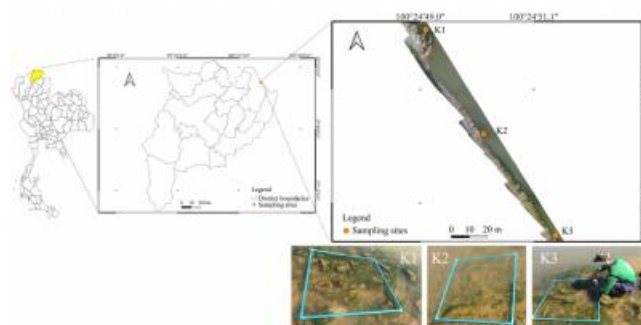
2.2 Collection and identification of Kai algae

Kai algae thalli were manually collected at each sampling site from substrate such as rocks and cobbles. The specimens were separated into two portions; one was used for identification using morphological features, while the other was investigated for species content using quadrants for both wet and dry weight determinations. The specimens were kept in plastic boxes at 5 - 7 °C and transferred to the laboratory. For the morphological study, Kai algae were measured based on relevant characteristics such as the width and length of apical cells, ultimate branches, and main axial cells. The examined qualitative characteristics included organization of branches, cell shape, characteristics of chloroplasts, and formation of branches. The morphological terminology followed freshwater algal flora and guide books including van den Hoek (1963), Whitford & Schumacher (1969), Prescott (1970) and Jonh *et al.* (2002). Photographs were taken using a digital microscope camera (Zeiss Primo Star).

2.3 Determination of physicochemical properties of water

The physicochemical properties of the water were determined at each sampling site. Water conductivity was measured using a multiparameter Eutech CyberScan CD 650, while dissolved oxygen was measured using the azide modification method (Eaton *et al.*, 2005). Water samples were collected at a depth of 30 cm from the surface of the water body using polyethylene bottles, which were then kept in a cool box at 5 - 7° C for later analysis in the laboratory. Biochemical oxygen demand was measured using the azide modification method. Nutrient contents, especially with regard to ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, and soluble reactive phosphorus (P) were determined using the Nesslerization method, cadmium reduction method, and ascorbic method, respectively (Eaton *et al.*, 2005).

Due to the small sample sizes in this study, correlations between Kai algae and their environmental factors were tested using Regularized Canonical Correlation Analysis (RCCA) and Pearson's correlation in the R statistic program (Crawley, 2005; González *et al.*, 2008; R Core Team, 2022). The trophic status of water was evaluated from the main parameters (water conductivity, DO, BOD, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, and soluble reactive phosphorus) by AARL-PC score (Table 1 and Table 2) (Peerapornpisal *et al.*, 2004). Our results complemented the regular surveys conducted by the Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand that categorize water quality and assess the trophic status affecting freshwater macroalgae. Inverse distance weighting for water quality assessment was conducted following Peerapornpisal *et al.* (2004) and Leelahakriengkrai & Peerapornpisal (2011), based on Wetzel (2001) and Lorraine & Vollenweider (1981).



Source: GISTDA, 2012; DroneDeploy, 2022; QGIS Development Team, 2022.

Figure 1. Study area and Kai algae sampling sites

Table 1. AARL-PC scores for DO, BOD, water conductivity, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and soluble reactive phosphorus

DO (mg/L)	BOD (mg/L)	Water conductivity (μ S/cm)	Nitrate nitrogen (mg/L)	Ammonium nitrogen (mg/L)	Soluble reactive phosphorus (mg/L)	Score
> 9	> 0.3	> 10	> 0.05	> 0.01	> 0.05	0.1
8 - 9	0.3 - 0.8	10 - 30	0.05 - 0.1	0.01 - 0.05	0.05 - 0.10	0.2
7 - 8	0.8 - 1.5	30 - 60	0.1 - 0.3	0.05 - 0.1	0.1 - 0.2	0.3
6 - 7	1.5 - 3	60 - 100	0.3 - 0.8	0.1 - 0.2	0.2 - 0.4	0.4
5 - 6	3 - 5	100 - 200	0.8 - 1.5	0.2 - 0.5	0.4 - 1.0	0.5
4 - 5	5 - 10	200 - 350	1.5 - 3.0	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	0.6
3 - 4	10 - 20	350 - 600	3.0 - 10.0	1.0 - 2.0	2.0 - 3.5	0.7
2 - 3	20 - 40	600 - 1,000	10.0 - 20.0	2.0 - 4.5	3.5 - 7.0	0.8
1 - 2	40 - 80	1,000 - 2,000	20.0 - 40.0	4.5 - 10.0	7.0 - 15.0	0.9
< 1	< 80	< 2,000	< 40.0	< 10.0	< 15.0	1.0

Table 2. Classes of trophic status and water quality based on AARL-PC score

Score	Trophic status	Water quality
< 0.8	Ultraoligotrophic status	Very clean
0.9 - 1.6	Oligotrophic status	Clean
1.7 - 2.4	Oligotrophic-mesotrophic status	Clean-moderate
2.5 - 3.2	Mesotrophic status	Moderate
3.3 - 4.0	Mesotrophic-eutrophic status	Moderately-polluted
4.1 - 4.8	Eutrophic status	Polluted
> 4.8	Hypereutrophic status	Very polluted

3. Results and Discussion

3.1 Identifying Kai algae morphology

Two species of Kai algae including *Cladophora* sp. and *Rhizoclonium* sp. were identified based on their morphological differences. In January, K1 found *Cladophora* sp. while K2 and K3 found *Rhizoclonium* sp. In February, K1 found *Cladophora* sp. and *Rhizoclonium* sp. while K2 and K3 found only *Rhizoclonium* sp.

Cladophora sp.

Macroscopic filament, sparsely to profusely branched, or dichotomous branching, filaments of cylindrical cells, vegetative cells 40-80 µm in width, 80-200 µm in length, cell wall thickened, attached by a disc-like holdfast and/or rhizoids, cells may be multinucleate, chloroplast parietal, or net-like with bilenticular pyrenoid structure.

Ecology: Slow-flowing and fast-flowing water in the Mekong River 20 - 30 cm deep. The filamentous rhizoids were attached to stones by long strands growing toward the water surface.

Rhizoclonium sp.

Thallus unbranched or branched with 2 - 3 cells. Cell length about the same as cell width or many times longer, vegetative cells 40 - 50 µm in width, 50 - 100 µm in length, sometimes with walls thick and lamellate, each with a parietal, reticulate chloroplast and several pyrenoids and nuclei. Filaments are slender, may attach to substrate with basal cell or holdfast. Reproduction by fragmentation and fragment regeneration.

Ecology: Standing and slow-flowing water in the Mekong River 20 - 30 cm deep. The filamentous rhizoids were attached to stones by long strands growing toward the water surface.

Cladophora sp. and *Rhizoclonium* sp. frequently appear in the Mekong River (Figure 2). They are immobilized on cobbles and gravels in river and stream banks of lentic and lotic environments (Thiamdao et al., 2012a). *Cladophora* sp. and *Rhizoclonium* sp. were not presented at all sample sites due to varied development stages or maturity, possibly related to the trophic status of the water (Wongsawad & Peerapornpisal, 2013). Findings revealed that *Rhizoclonium* sp. commonly grew with *Cladophora* sp. Peerapornpisal (2015) reported that *Rhizoclonium* sp. was often found growing with *Cladophora* sp.

3.2 Relationship between Kai algae and environmental factors

In January, average lengths of Kai algae in K1, K2 and K3 were 152.90, 54.40 and 136.50 cm, respectively. Dry weight of Kai algae in K1, K2 and K3 were 20.42, 8.08 and 83.81 g, respectively. K3 revealed high water conductivity, DO, and BOD while K1 showed higher concentrations of nitrate nitrogen and ammonium nitrogen than the other sites, possibly indicating increased nutrient load in the river induced by agricultural runoff containing nutrient-rich fertilizers. K2 recorded highly concentrated soluble reactive phosphorus which can contribute to eutrophication (Table 3). In February, average lengths of Kai algae at K1, K2 and K3 were 77.14, 50.30 and 42.20 cm, respectively. Dry weights of Kai algae in K1, K2 and K3 were 24.92, 2.98 and 4.91 g, respectively. K1 recorded high values of water conductivity, DO, BOD and ammonium nitrogen whereas K2 showed a higher concentration of nitrate nitrogen than the other sites. K3 gave highly concentrated soluble reactive phosphorus (Table 4). High concentrations of soluble

reactive phosphorus in K2 of January and K3 of February may cause concern for regulatory bodies in charge of monitoring and managing water quality. Nutrient management plans should be implemented to remove phosphates from agricultural runoff and improve agricultural practices to reduce nutrient runoff (Sharpley *et al.*, 2013).

In January, BOD had a strong positive relationship with length of Kai algae (Figure 3

and Table 5), while ammonium nitrogen had a significant relationship with water conductivity ($p < 0.01$), and DO had a significant relationship with dry weight of Kai algae ($p < 0.05$) (Table 6).

In February, BOD had a strong positive relationship with length of Kai algae ($r = 0.9804$) (Figure 4 and Table 7), while ammonium nitrogen had a significant relationship with water conductivity ($p < 0.05$) (Table 8).

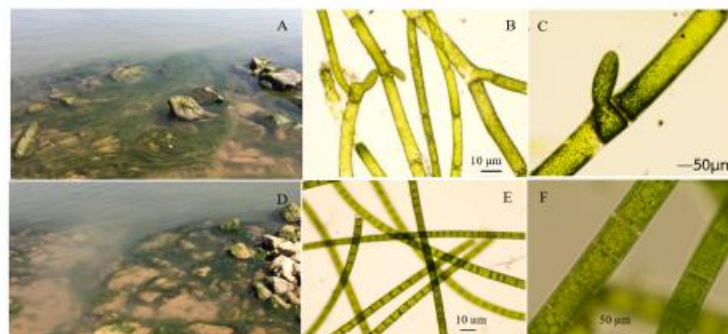


Figure 2. Kai algae; *Cladophora* sp. (A-C) and *Rhizoclonium* sp. (D-F)

Table 3. Length and dry weight of Kai algae and environmental factors in January

Environmental factor	Sampling sites		
	K1	K2	K3
Water conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	270	282	289
Dissolved oxygen (mg/L)	7.8	7.6	8.6
BOD (mg/L)	0.6	0.2	1.4
Nitrate nitrogen (mg/L)	1.5	0.2	0.3
Soluble reactive phosphorus (mg/L)	0.14	0.5	0.12
Ammonium nitrogen (mg/L)	0.24	0.17	0.13
Average dry weight (g)	20.42	8.08	83.81
Average length (cm)	152.90	54.40	136.50

Table 4. Length and dry weight of Kai algae and environmental factors in February

Environmental factor	Sampling sites		
	K1	K2	K3
Water conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	317	311	314
Dissolved oxygen (mg/L)	8.0	7.8	7.4
BOD (mg/L)	1.8	1.4	1.0
Nitrate nitrogen (mg/L)	0.7	1.1	0.5
Soluble reactive phosphorus (mg/L)	0.35	0.11	2.07
Ammonium nitrogen (mg/L)	0.39	0.09	0.23
Average dry weight (g)	24.92	2.98	4.91
Average length (cm)	77.14	50.30	42.20

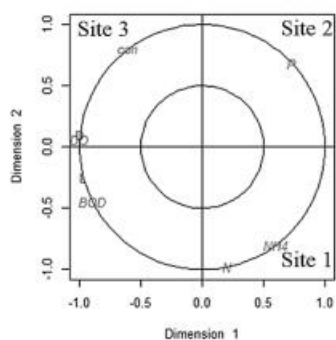


Figure 3. Relationship between environmental factors, length (L) and dry weight (D) of Kai algae using RCCA in January

Table 5. Correlation coefficients of environmental factors affecting Kai algae in January

Environmental factors	Length	Dry weight
Water conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0.3903	0.6816
DO (mg/L)	0.9537	0.9990
BOD (mg/L)	0.9762	0.8433
Nitrate nitrogen (mg/L)	0.0409	-0.3031
Soluble reactive phosphorus (mg/L)	-0.8751	-0.6570
Ammonium nitrogen (mg/L)	-0.3853	-0.6776

Table 6. Pearson correlation analyses between Kai algae and environmental factors in January

	Length	Dry weight	Conductivity	DO	BOD	N	P	NH ₄
Length	1							
Dry weight	0.2221	1						
Conductivity	0.7447	0.5226	1					
DO	0.1943	0.02779*	0.5504	1				
BOD	0.139	0.364	0.8837	0.3333	1			
N	0.9739	0.8039	0.2814	0.8317	0.8349	1		
P	0.3215	0.5436	0.9338	0.5158	0.1825	0.6524	1	
NH ₄	0.7481	0.526	0.003435**	0.5538	0.8871	0.2779	0.9304	1

**Significance level of 0.01; *Significance level of 0.05

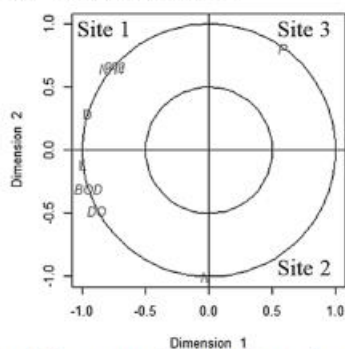


Figure 4. Relationship between environmental factors, length (L) and dry weight (D) of Kai algae using RCCA in February

Table 7. Correlation coefficients of environmental factors affecting Kai algae in February.

Environmental factors	Length	Dry weight
Water conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0.6606	0.9030
DO (mg/L)	0.9256	0.7015
BOD (mg/L)	0.9804	0.8235
Nitrate nitrogen (mg/L)	0.1350	- 0.2663
Soluble reactive phosphorus (mg/L)	- 0.6718	- 0.3255
Ammonium nitrogen (mg/L)	0.6889	0.9188

Table 8. Pearson correlation analyses between Kai algae and environmental factors in February

	Length	Dry weight	Conductivity	DO	BOD	N	P	NH ₄
Length	1							
Dry weight	0.2579	1						
Conductivity	0.5406	0.2827	1					
DO	0.2471	0.505	0.7877	1				
BOD	0.1261	0.384	0.6667	0.121	1			
N	0.9138	0.8283	0.5456	0.6667	0.7877	1		
P	0.531	0.7889	0.9284	0.2839	0.4049	0.3828	1	
NH ₄	0.5161	0.2582	0.02449*	0.7632	0.6422	0.5701	0.9529	1

*Significance level of 0.05

Results showed that in January and February, average water conductivity was 280.33 ± 9.61 and 314.00 ± 3.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectively. In February, water conductivity was higher compared to January, attributed to heavy rainfall and runoff occurring 3 - 4 days before sample collection in February (Chiang Rai Meteorological Station, 2023). This resulted in elevated water conductivity values for February. Water conductivity values were correlated with the dissolved organic matter content. High water conductivity values indicated the presence of dissolved organic compounds. In January, water conductivity was within the appropriate range, while in February it was higher. Good water quality typically falls within the conductivity range of 150 to 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Values exceeding 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ suggest higher contamination, which might not be conducive to the growth of aquatic life. Results from the study on dissolved oxygen levels in water are important for the growth of Kai algae. In January and February, the average DO values were 8.00 ± 0.53 and 7.73 ± 0.31 mg/L, respectively. Generally, an appropriate dissolved oxygen concentration for supporting aquatic life is between 5 and 7 mg/L. If the dissolved oxygen level falls below 3 mg/L, it is not suitable for sustaining aquatic life (Trichaiyaporn *et al.*, 2006; Srirat *et al.*, 2012). The study results of the amount

of oxygen used by bacteria for organic matter degradation in January and February showed average values of 0.73 ± 0.61 and 1.40 ± 0.40 mg/L, respectively. These values fell within surface water quality Class 2. The specified oxygen quantity utilized by bacteria for organic matter degradation should not exceed 1.5 mg/L. Measuring the oxygen quantity utilized by bacteria for organic matter degradation serves as an indicator of water pollution. The measured values in both months suggested that the water sources were influenced by community activities and were not fit for consumption before proper treatment to eliminate pathogens and improve water quality. Furthermore, these water sources are also utilized for agricultural purposes (Srirat *et al.*, 2012). The study findings on nitrate nitrogen levels revealed that in January and February, the average values were 0.67 ± 0.72 and 0.77 ± 0.31 mg/L, respectively. These values exceeded surface water quality Class 3. The specified nitrate nitrogen quantity should not exceed 5.0 mg/L. Contamination by nitrate nitrogen in water originates from agricultural activities and domestic wastewater from communities. Algae utilize nitrate, ammonium, and organic nitrogen as significant sources for growth and development (Srirat *et al.*, 2012; Tuntoolavest, 2008). The study results on ammonium nitrogen levels showed that in

January and February, the average values were 0.18 ± 0.06 and 0.24 ± 0.15 mg/L, respectively. These values conformed to surface water quality Class 2. The specified ammonium-nitrogen quantity should not exceed 0.5 mg/L. Ammonium originates from the microbial degradation of nitrogenous organic compounds. In water sources, nitrogen compounds exist as nitrate, nitrite, and ammonium. Algae utilize ammonium by converting it after transformation from ammonium to various cellular components (Srirat et al., 2012; Trichaiyaporn et al., 2006). The study results on soluble reactive phosphorus levels revealed that in January and February, the average values were 0.25 ± 0.21 and 0.84 ± 1.07 mg/L, respectively. Soluble reactive phosphorus exists in dissolved form in water and is commonly found in detergents as well as being a component of chemical fertilizers in agriculture, including areas where plant and animal remains are incorporated. The February values were higher compared to January, attributed to rainfall occurring 3 - 4 days before the sampling date (Chiang Rai Meteorological Station, 2023). This rainwater washed contaminants from communities and agricultural areas into the water sources, leading to elevated orthophosphate levels. Orthophosphate is an essential nutrient contributing to the growth of algae. An appropriate level for algal growth should not exceed 0.3 mg/L (Srirat et al., 2012; Trichaiyaporn et al., 2006).

From the analysis of the correlation between environmental factors influencing Kai algae, utilizing RCCA in January, specifically at K3, a significant positive correlation ($p < 0.05$) was observed between dry weight of Kai algae and dissolved oxygen levels. Kai algae in the Mekong River cannot grow in the summer season because of high temperatures and the southwest monsoon brings rain and heavy storms from April through to October (Thiamdao et al., 2012a; Mungmai et al., 2014; Wang et al., 2017; Ruen-Pham et al., 2021). Moreover, suitable light intensity for Kai algal growth is no more than 35,000 lux. This allows Kai algae to photosynthesize more effectively, resulting in higher oxygen levels, typically around 8 mg/L. The optimal orthophosphate

level is no more than 0.3 mg/L, promoting Kai algal growth. Ammonium nitrogen showed a significant correlation with water conductivity ($p < 0.05$). The ammonium nitrogen concentration was 0.13 mg/L, relating to surface water quality Class 2, which specifies that ammonium nitrogen levels should not exceed 0.5 mg/L. The water conductivity value was 289 $\mu\text{S}/\text{cm}$, and good water quality generally falls within the range of 150 to 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A positive correlation was found between BOD and algal length. The BOD value was 1.4 mg/L, and within surface water quality Class 2, which recommends BOD levels not exceeding 1.5 mg/L. These environmental factors mentioned above contributed to Kai algal ability to bloom and grow well (Mala, 2018; Srirat et al., 2012; Trichaiyaporn et al., 2006).

Analysis results of the environmental factors influencing Kai algae using RCCA in February, specifically at K1, suggested a positive correlation between BOD and length of Kai algae when the BOD value was 1.8 mg/L. This value related to surface water quality Class 3, where the recommended BOD level should not exceed 2.0 mg/L. DO concentration was 8 mg/L, also within surface water quality Class 2. Ammonium nitrogen showed a significant correlation with water conductivity ($p < 0.05$) at a concentration of 0.35 mg/L. This concentration aligned with surface water quality Class 2, which specifies that ammonium nitrogen levels should not exceed 0.5 mg/L. The water conductivity value was 317 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kai algae bloomed well in February based on these environmental factors (Srirat et al., 2012; Trichaiyaporn et al., 2006).

During the sampling period (January and February), K1 had mesotrophic status, which caused Kai algae to have longer lengths than at the other sites. The dry weight of Kai algae in K3 (oligotrophic-mesotrophic status) in January was higher than the other samples but dry weight of Kai algae in K1 (mesotrophic status) in February was higher than the other sites (Table 9 and Table 10). Thus, Kai algae favored mesotrophic status with moderate water quality suitable for Kai algal growth (Moonsin et al., 2013).

Table 9. AARL-PC scores in January

Sites	Water conductivity	DO	BOD	Nitrate nitrogen	Soluble reactive phosphorus	Ammonium nitrogen	Total score	Water quality
1	0.6	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	2.5 (Mesotrophic status)	Moderate
2	0.6	0.3	0.1	0.3	0.5	0.4	2.2 (Oligotrophic-mesotrophic status)	Clean-moderate
3	0.6	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	2.2 (Oligotrophic-mesotrophic status)	Clean-moderate

Table 10. AARL-PC scores in February

Sites	Water conductivity	DO	BOD	Nitrate nitrogen	Soluble reactive phosphorus	Ammonium nitrogen	Total score	Water quality
1	0.6	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5	2.5 (Mesotrophic status)	Moderate
2	0.6	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	2.3 (Oligotrophic-mesotrophic status)	Clean-moderate
3	0.6	0.3	0.3	0.4	0.7	0.5	2.8 (Mesotrophic status)	Moderate

However, the correlation between Kai algae and key environmental factors requires further consideration to fully understand their sensitivity to environmental conditions in the Mekong River (Ogbozige *et al.*, 2018).

The AARL-PC scores in January and February indicated oligotrophic-mesotrophic status and mesotrophic status, respectively. Using the AARL-PC score, Moonsin *et al.* (2013) found that macroalgae, *Spirogyra* sp.1, *Spirogyra* sp.2, *Cladophora glomerata*, *Microspora pachyderma*, and *Microspora* sp. could

grow in mesotrophic status with low to moderate water quality. IDW generated from the AARL-PC score in January (Figure 5) and February (Figure 6) revealed clean-moderate and moderate water quality, respectively. As a result, IDW provided by the AARL-PC score (Figure 7) can be used for determining water quality affecting Kai algal growth in the Mekong River. Our findings provide an empirical approach to improve the management planning of Kai algal habitats along the Mekong River as a useful tool for sustainable development.

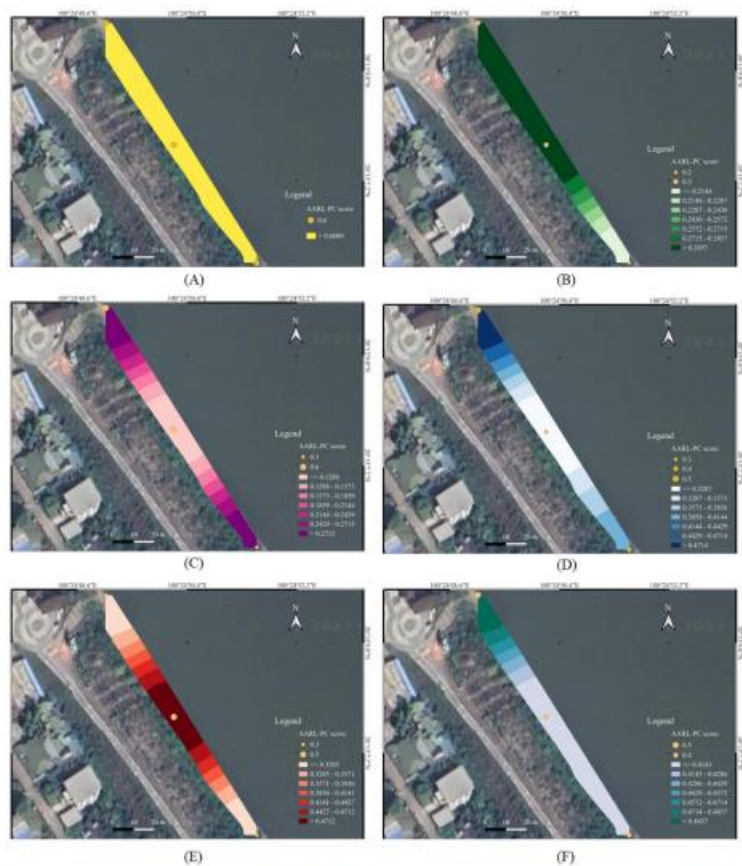


Figure 5. IDW derived from the AAPL-PC scores in January; water conductivity (A); DO (B); BOD (C); N (D); P (E) and NH₄ (F)

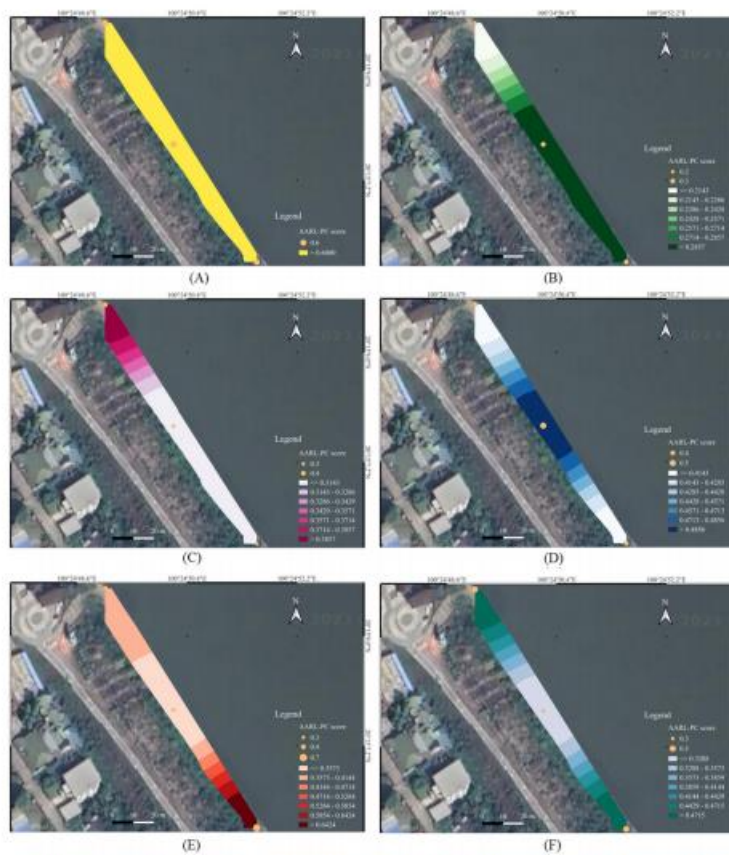


Figure 6. IDW derived from the AAPL-PC scores in February; water conductivity (A); DO (B); BOD (C); N (D); P (E) and NH_4 (F)



Figure 7. IDW derived from the AAPL-PC scores in January (A) and February (B)

4. Conclusion

In this study, two genera of Kai algae were found, namely *Cladophora* sp. and *Rhizoclonium* sp. Most environmental factors were optimized for Kai algal growth, except for water conductivity and soluble reactive phosphorus in February. An analysis of the correlation between environmental factors influencing Kai algae in January showed that ammonium nitrogen exhibited a significant correlation with water conductivity. The BOD value was significantly correlated with Kai algal length, while the dissolved oxygen levels showed significant correlation with algal dry weight. In February, BOD values were significantly correlated with Kai algal length, while ammonium nitrogen presented a significant correlation with water conductivity. IDW derived from the AARL-PC-scores revealed that clean-moderate water quality was directly related to environmental factors in January and February and can be used for determining water quality affecting Kai algal growth in the Mekong River.

Acknowledgement

The study was financially supported by Chiang Rai Rajabhat University through the Research and Development Institute (Grand no. B165001). The fieldwork was supported by the Biological Science Program and Environmental Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University. The authors extend grateful thanks to Mrs. Manee Sakruengrit and the Kai algae community enterprise for assistance during the fieldwork, and also to students from the Biological Science Program and the Environmental Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University for their help with field surveys, data collection and analysis.

References

- Al Naqeeb NA, Al Hassany JS, Mashee FK. Use remote sensing techniques to study epiphytic algae on *Phragmites australis* in Um El-Naaj lake, Maysan province, Southern Iraq. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2012; 1002: 1-10. doi:10.1088/1755-1315/1002/1/02012.
- Chiang Rai Meteorological Station. Information on highest and lowest temperatures and rainfall of the northern region (daily) [Internet]. 2023 [cited 2023 September 10]. Available from: http://www.cmmet.tmd.go.th/forecast/pt/Max_Min_Rainfall.php.
- Crawley JM. Statistics: An Introduction Using R. Chichester: John Wiley & Sons; 2005.
- Delina PJE, Dayawansa NDK, De Silva RP. Detection and mapping of spatial distribution of floating algae in Batticaloa lagoon, Sri Lanka using remote sensing and GIS. International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJSTAT) 2019; 17(2): 26-36.
- DroneDeploy. Projects [Internet]. 2022 [cited 2022 June 20]. Available from: <https://www.dronedeploy.com/?fbclid=IwAR2P2MguoUcxJ4D7QvOGSFQviroWbsX4CUKEIgyqOtnOCnM2LEWCHcD7c>
- Eaton AD, Clesceri IS, Rice EW, Greenberg AE. Standard method for examination of water and wastewater. Virginia: American Public Health Association (APHA); 2005.
- El-Adl MF. New records of marine algal species collected from some localities of Al-Jabel Al-Akhdar coastline, Libya. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences Microbiology 2014; 6(2): 9-20.
- GISTDA. L05_GISTDA_Tambon_2012_50k.shp [Shapefile]. Bangkok: Geo-Informatics and Space Technology Development Agency; 2012. Shapefile of subdistricts in Thailand.
- González I, Déjean S, Martin PGP, Baccini A. CCA: An R package to extend canonical correlation analysis. Journal of Statistical Software 2008; 23(12), 1-14.

- Hui H, Wang M, Li Y, Liu Y. Algae community structure and relation to environmental factors in the Hulanhe wetland, northeast China. *bioRxiv - Ecology* 2022; 1-22. doi: <https://doi.org/10.1101/2022.03.07.483364>
- Jonh DM, Whitton BA, Brook AJ. The freshwater algae flora of the British Isles. London: Cambridge University Press; 2002.
- Khouni I, Louhichi G, Ghrabi A. Use of GIS based inverse distance weighted interpolation to assess surface water quality: Case of Wadi El Bey, Tunisia. *Environmental Technology & Innovation* 2021; 24: 101892.
- Leelahakriengkrai P, Peerapornpisal Y. Water quality and trophic status in main rivers of Thailand. *Chiang Mai Journal of Science* 2011; 38(2): 280-294.
- Liao Z, Yu K, Chen B, Huang X, Qin Z, Yu X. Spatial distribution of benthic algae in the South China Sea: Responses to gradually changing environmental factors and ecological impacts on coral communities. *Biological Research* 2021; 27: 929-943.
- Longdill PC, Healy TR, Black KP. An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management* 2008; 51: 612-624.
- Lorraine LJ, Vollenweider RA. Summary report, The OECD Cooperative Programme on Eutrophication. Burlington: National Water Research Institute; 1981.
- Mala T. Comparison of growth and proximate analysis of Sarai Kai (*Rhizoclonium* sp.) cultivation in environmentally [master's thesis]. Chiang Mai: Maejo University; 2018. (in Thai)
- Massini MFI, Khatimah K, Razin T, Arifuddin NS, Rahman MNA, Dzaky MAF. Analysis of temporal change in land use and impact of water resource in Delta's Jeneberang Makassar, South Sulawesi. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2021; 1115: 1-8. doi:10.1088/1757-899X/1115/1/012025.
- Moonsin P, Peerapornpisal Y, Rott E, Pipp E, Pimmongkol A. Diversity of benthic diatoms and water quality of the Mekong river passing through Ubon Ratchathani province, Thailand. *Research Journal of Environment and Earth Sciences* 2013; 5(2): 58-66.
- Mungmai L, Jiranusomkul S, Peerapornpisal Y, Sirithunyalug B, Leelapornpisid P. Extraction, characterization and biological activities of extracts from freshwater macroalga (*Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kützing) cultivated in northern Thailand. *Chiang Mai Journal of Science* 2014; 41(1): 14-26.
- Ogbozige FJ, Adie DB, Abubakar UA. Water quality assessment and mapping using inverse distance weighted interpretation: A case of River Kaduna, Nigeria. *Nigerian Journal of Technology* 2018; 37(1): 249-261.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Vienna; 2022.
- Ruen-Pham K, Graham LE, Satjarak A. Spatial variation of *Cladophora* epiphytes in the Nan River, Thailand. *Plants* 2021; 10(11): 2266.
- Peerapornpisal Y, Amornledpison D, Rujjanawate C, Ruangrit K, Kanjnapothi D. Two endemic species of macroalgae in Nan river, northern Thailand, as therapeutic agents. *ScienceAsia* 2006; 32(Supplement 1): 71-76.
- Peerapornpisal Y, Chaiubol C, Kraibut H, Chorum M, Wannathong P, Ngermpat N, Jusakal K, Thammathiwat A, Chuananta J, Inthasotti T. Monitoring of water quality in Ang Kaew reservoir of Chiang Mai University using phytoplankton as bioindicator from 1995-2002. *Chiang Mai Journal of Science* 2004; 31(1): 85-94.
- Peerapornpisal Y. Freshwater algae in Thailand. Chiang Mai: Applied Algal Research Laboratory, Microbiology Section, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University; 2015.

- Pokaew P. Local knowledge about Kai in Mekong river and development impacts [Internet]. 2018. [cited 2023 February 24]. Available from: <http://www.mekongci.org/images/work-mekong/report-kai-hadkhai.pdf>. (in Thai)
- Prescott GW. How to know the freshwater algae. Iowa: W.M.C. Brown; 1970.
- QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System [Internet]. 2022 [cited 2022 July 10]. Available from: <http://www.qgis.org/en/site/>
- Sapna K, Thangavelu A, Mithran S, Shanthi K. Spatial analysis of river water quality using inverse distance weighted interpolation in Noyyal watershed in Coimbatore, Tamilnadu, India. Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences 2018; 4(1): 150-161.
- Sharpley AN, Jarvie HP, Buda AR, May L, Spears B, Kleinman PJ. Phosphorus legacy: Overcoming the effects of past management practices to mitigate future water quality impairment. Journal of environmental quality 2013; 42(5): 1308-1326.
- Srirat K, Suksri J, Hongsakul J. A study on diversity of phytoplanktons and water quality in Morakot pond, Rajamangala University of Technology Thanyaburi [bachelor's thesis]. Pathum Thani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2012. (in Thai)
- Tapia-Silva FO, Hernández-Cervantes OE, Vilchis-Alfaro MI, Senties A, Dreckmann KM. Mapping of algae richness using spatial data interpolation. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 2015; XL-7/W3: 1005-1008. doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1005-2015
- Thiamdao S, Boo GH, Boo MS, Peerapompisal Y. Diversity of edible *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) in northern and northeastern Thailand, based on morphology and nuclear ribosomal DNA sequences. Chiang Mai Journal of Science 2012a; 39(2): 300-310.
- Thiamdao S, Motham M, Pekkoh J, Peerapompisal Y. *Nostochopsis lobatus* Wood em. Geitler (Nostocales), edible algae in northern Thailand. Chiang Mai Journal of Science 2012b; 39(1): 119-127.
- Trichaiyaporn S, Waraeksiri B, Promya J. Culture of a green algae Genus *Cladophora* (Kai) as feed for the Mae-Kong giant catfish (*Pangasianodon gigas*, Chevey). Bangkok: The Thailand Research Fund; 2006. (in Thai)
- Tuntoolavest M. Water quality analysis manual. Bangkok: Chulalongkorn University; 2008. (in Thai)
- van den Hoek C. Revision of the European species of *Cladophora*. Koenigstein: Otto Koeltz Science; 1963.
- Wang W, Lu H, Leung LR, Li H-Y, Zhao J, Tian F, Yang K, Sothea K. Dam construction in Lancang-Mekong river basin could mitigate future flood risk from warming-induced intensified rainfall. Geophysical Research Letter 2017; 44: 1-9. doi.org/10.1002/2017GL075037
- Wetzel RE. Limnology. London: Academic Press; 2001.
- Whitford LA., Schumacher GL. A Manual of the freshwater algae in North Carolina. North Carolina: The North Carolina Agricultural Experiment Station; 1969.
- Wongsawad P, Peerapompisal Y. Ecological relevance and physical morphology of green algae, *Spirogyra* sp. in northern Thailand. Journal of Yala Rajabhat University 2013; 8(1): 1-8.
- Yang W, Zhao Y, Wang D, Wu H, Lin A, He L. Using principal components analysis and IDW interpolation to determine spatial and temporal changes of surface water quality of Xin'anjiang river in Huangshan, China. International Journal of Environmental Research and Public Health 2020; 17(8): 1-14.
- Zarco-Perello S, Simões N. Ordinary kriging vs inverse distance weighting: Spatial interpolation of the sessile community of Madagascar reef, Gulf of Mexico. PeerJ 2017; 5:e4078. doi.org/10.7717/peerj.4078

Research Paper

Cite this article: Chantima K, Suk-ueng K, Tananoi T and Prasertsin T (2025). Aestivation and its impact on the survival of snail intermediate hosts and trematode transmission in rice paddies. *Journal of Helminthology*, 99, e43, 1–8
<https://doi.org/10.1017/S00222149X25000252>

Received: 30 October 2024

Revised: 08 February 2025

Accepted: 12 February 2025

Keywords:

Aestivation; dry season-rice paddy; snail intermediate host; transmission; trematode

Corresponding author:

K. Chantima;

Email: kittichai.cha@crnu.ac.th

Aestivation and its impact on the survival of snail intermediate hosts and trematode transmission in rice paddies

K. Chantima¹ , K. Suk-ueng¹ , T. Tananoi¹ and T. Prasertsin² 

¹Environmental Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand and ²Biological Science Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand

Abstract

In this study, we investigated the diversity and survival of aestivating snails in dry-season rice paddies, focusing on their role as intermediate hosts for trematodes. A total of 1,159 snails from various families were collected and analysed, revealing nine species, primarily from the Bithyniidae family, with *Bithynia siamensis siamensis* being the most abundant. Of the nine species collected, the most common species, *B. s. siamensis*, exhibited a relatively high survival rate of 81.5% throughout the three-month dry period post-harvest, whereas the remaining eight species had survival rates below 24.0% (0–23.1%). Four snail species, *B. s. siamensis*, *Filopaludina martensi martensi*, *F. sumatrensis polygramma*, and *F. doliaris*, were found infected with larval trematodes, with an overall prevalence of 8.46% (57/674). The larval trematodes identified were categorized into four types: echinostome metacercaria, *Thapariella anastomusa* metacercaria, unidentified metacercaria, and unidentified rediae. These findings demonstrate that trematode infections can persist in aestivating snails despite the challenging conditions during the dry season, emphasizing the potential of aestivating snails to act as vectors for trematode transmission in agricultural settings. This underscores the need for effective management strategies to mitigate the risks associated with trematode transmission.

Introduction

Freshwater snails are relevant for public and veterinary health, as several species act as first and second intermediate hosts for helminths and parasites that cause various food-borne trematode diseases in humans and animals (Chai *et al.* 2005, 2009; Madsen and Hung 2014). In Thailand, several freshwater snail species are reported to be infected by larval trematodes, with high prevalence noted in northern and northeastern regions (Burch and Lohachit 1983; Sri-Aroon 2011; Woodruff and Upatham 1993). However, studies specifically addressing the potential for larval trematode infection in northern Thailand, especially in Chiang Rai Province, remain limited. Recent studies have documented larval trematode infections across various snail species in various ecosystems, with particular emphasis on paddy fields in this region (Chantima *et al.* 2018a, 2018b).

In northern Thailand, rice is generally cultivated once or twice per year. Farmers typically grow rice during the rainy season, with some extending cultivation into the post-rainy season in areas with irrigation access. Following the harvest, the dry season brings unfavourable conditions for freshwater snails in rice paddies. During this period, snails face extreme environmental stresses, particularly drought. To survive, they burrow into the mud and enter a state of aestivation, a physiological process like hibernation. With the arrival of spring rains and monsoon flooding, snails recolonize their habitats and reproduce. Aestivation is a crucial survival strategy for snails facing extreme temperatures and desiccation, particularly in tropical environments. This adaptation is essential not only for their survival, but it also influences the dynamics of trematode transmission (Osborne and Wright 2018; Rubaba *et al.* 2016). The timing of aestivation in relation to infection significantly impacts the development of trematodes within their snail hosts. A study by Badger and Oyerinde (1996) demonstrated that *Biomphalaria pfeifferi* snails that aestivate immediately after infection produce cercariae in greater numbers compared to those that delay aestivation. Furthermore, aestivation can prolong cercarial development, which in turn affects the transmission potential of trematodes in rice paddies. Notably, shorter aestivation durations lead to lower mortality rates for the snail intermediate host of *Opisthorchis viverrini*, *Bithynia siamensis goniomphalos* (Chaiyasaeng *et al.* 2019).

Aestivation serves as a crucial adaptive mechanism for snails; however, it also poses challenges for trematode transmission. Understanding these dynamics is essential for effectively managing snail populations and controlling trematode-related diseases in agricultural settings. Therefore, this study aimed to investigate the diversity and survival of aestivating snails in dry-season rice paddies in Chiang Rai Province, Thailand, with a specific focus on their role as intermediate hosts

for trematodes. The findings of this study may enhance our understanding of the ecology of aestivating snails and its implications for public health regarding parasitic infections in agricultural landscapes.

Materials and methods

Study area and sampling localities

The study area in Chiang Rai Province, northern Thailand, within the North Mekong River basin of Thailand, has a tropical monsoon climate with distinctive seasons. The mean annual rainfall of this area varies from 1,200 mm to 2,000 mm (Eastham et al. 2008). Eight sampling sites were established across four districts: Mae Lao, Mueang Chiang Rai, Phan, and Wiang Chai, based on the availability of potential intermediate snail hosts, site accessibility, and the tendency of snails to aestivate after the rice harvest during the dry season (February to May) in endemic areas (Chantima et al. 2018a, 2018b; Chantima and Rika 2020). Geographic coordinates of sampling sites were recorded using a GPS device or determined as accurately as possible from a map. Sampling sites were then digitally mapped on a dot-by-dot basis on a public domain map (GISTDA 2011; Github 2024). Final maps were compiled using Photoshop CS6 (Adobe Systems Inc., San José, CA, USA). The coordinates of these localities are presented in Table 1 and Figure 1.

Snail and soil sampling

Snail sampling was conducted once a month during three sampling periods from March to May 2020, coinciding with the dry season. The selected sampling sites were located at the dried end of a paddy field. Snails buried in the soil were collected at two depth intervals: from the ground surface to 5 cm and from 5 to 10 cm. A quadrat measuring 0.36 m² (0.6 m square) was used to define the sampling area. All snails found within the quadrat were brought to the laboratory for further analysis. Species identification was carried out using conchological methods based on the taxonomic keys of Brandt (1974) and Upatham et al. (1983). The snails were subsequently examined for survival and trematode infections.

Table 1. List of localities where snails were collected

Location	Coordinates (UTM)
Ban Pa Ruak, Dong Mada Subdistrict, Mae Lao District (ML1)	47N 574259 2180001
Ban Sri Wang Mun, Buasalee Subdistrict, Mae Lao District (ML2)	47N 579716 2190213
Ban Pong Nam Tok, Ban Du Subdistrict, Mueang Chiang Rai District (MC1)	47N 586290 2210770
Ban Nang Lae Nai, Nang Lae Subdistrict, Mueang Chiang Rai District (MC2)	47N 588413 2214537
Ban San Ko Hiang, Santisuk Subdistrict, Phan District (PH1)	47N 580864 2163834
Ban Dong Lan, Sai Khao Subdistrict, Phan District (PH2)	47N 573946 2177276
Ban Sri Wang, Wiang Chai Subdistrict, Wiang Chai District (WC1)	47N 595176 2196478
Ban Pong, Wiang Chai Subdistrict, Wiang Chai District (WC2)	47N 597990 2196273

Soil samples were collected in the same quadrat as the snail sampling. At each site, three replicate samples were randomly collected from a 0.36 m² area using a metal shovel. Approximately 200 g of sediment per replicate was gathered from each site. Following collection, the samples were sealed in labelled bags and transported to the laboratory for analysis. The soil properties, focusing on pH, electrical conductivity, soluble salts concentration, and cation or anion concentration in soil extract, were determined at each sampling site using the methods by the U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) and Sparks et al. (1996).

Assessment of aestivating snail species abundance and diversity

To evaluate the abundance and diversity of aestivating snail species, several indices were employed. First, the richness index, specifically Margalef's richness index (D), was utilized and calculated using the following formula:

$$D = \frac{S - 1}{\ln n}$$

where S was the total number of species and n was the total number of individuals (Clarke and Warwick 1994; Washington 1984).

Second, Shannon's diversity index (H) was calculated using the following formula:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

where p_i was the proportion of the total count arising from the i -th species. A higher value indicated a greater number of species with similar abundances, whereas a lower value indicated low diversity that was dominated by one or a few species (Clarke and Warwick 1994; Hill et al. 2005).

Third, species evenness (J'), quantifies the distribution of individuals across different species within an ecosystem. This metric is commonly represented by Pielou's evenness index, which is calculated using the following formula:

$$J' = \frac{H}{\ln S}$$

where H referred to Shannon's diversity index. It values between 0 and 1; values closer to zero represented uneven populations that were dominated by one species, while values closer to 1 represented even populations that were comprised of several species with similar abundances (Brewer 1994; Clarke and Warwick 1994; Hillebrand 2008).

Examination for survival of aestivating snail

The survival of aestivating snails was evaluated by reactivating them in water for a duration of 24 hours. The shells of snails were categorized into three distinct groups: 1) live snails that resumed activity upon immersion in water, 2) dead snails, which either lacked soft tissues or had an operculum, and 3) old shells, indicative of snails that died during the prior dry season, distinguished by their white coloration or discoloration and erosion (Figure 2). The counts of dead and surviving snails, excluding old shells, were recorded to calculate survival rates.

Examination for trematode infection

The examination of snail infections was conducted using shedding and crushing methods. For the shedding method, individual snails were placed in 15 ml bottles filled halfway with dechlorinated tap

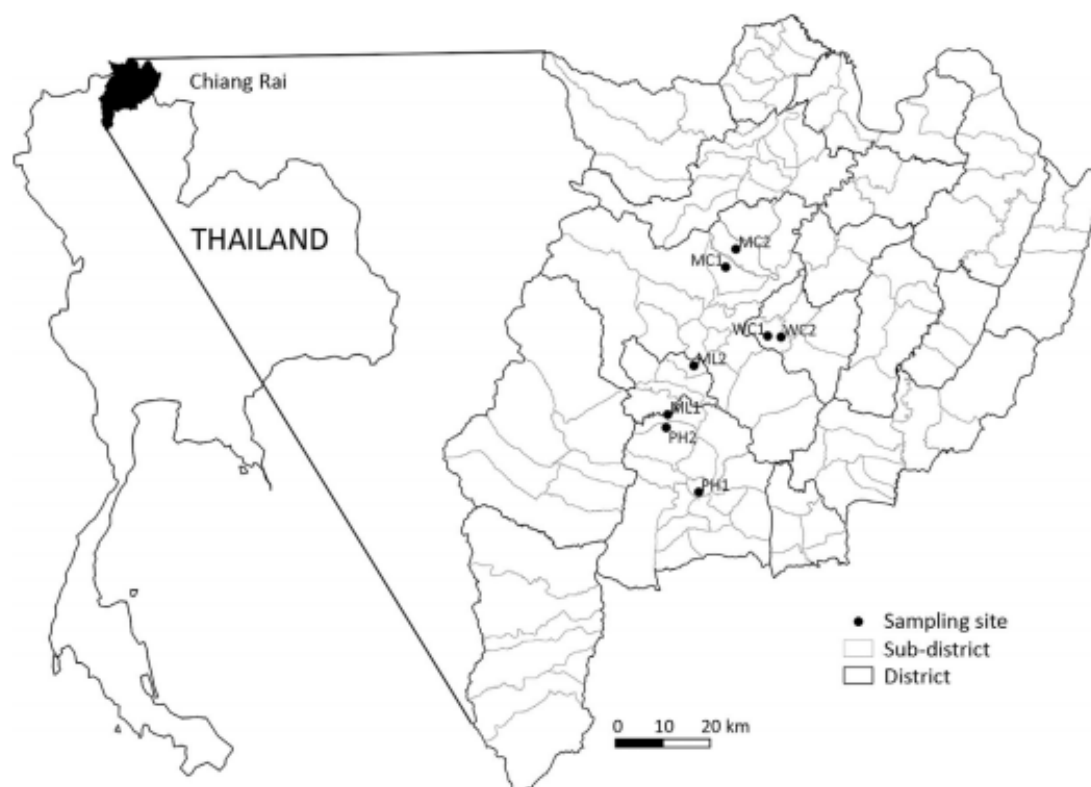


Figure 1. Map of study area, showing the sampling localities and the districts where snails were collected as indicated in Table 1.



Figure 2. Photographs of aestivating snail, *Filopaludina martensi martensi*: (a) live snail; (b) dead snail; (c) old shell with erosion.

water and left for 24 hours to facilitate the release of cercariae. After this period, the snails were exposed to artificial light for approximately 3 hours to check for the shedding of cercariae. Each snail was individually screened over a period of 48 hours. Prior to the crushing method, the snails were anesthetized by freezing. The shells of the snails were then broken, and the entire body was crushed in a Petri dish. Following this, larval trematode infections were detected by microscopically examining the crushed tissue. The identification of larval trematodes was based on their morphological characteristics, as described by Schell (1962) and Yamaguti (1975), and counts were performed according to the species of snail. Additionally, the prevalence and intensity of infections were assessed, with infection intensity specifically determined by counting only the metacercariae.

Statistical analysis

Statistical analyses were conducted using SPSS v. 29.0.2. Two sets of analyses were performed. The first set employed basic descriptive statistics to summarize soil properties, with values presented as mean \pm S.D. Descriptive statistics were also used to summarize the prevalence and intensity of trematode infections by snail species. The second set involved correlation tests, where Pearson's correlation was applied to examine the relationship between soil properties and the survival of aestivating snails. Statistical significance was defined as $p < 0.05$.

Results

Aestivating snail abundance and diversity

We collected and examined a total of 1,159 aestivating snails from various species belonging to the families Bithyniidae, Viviparidae, Ampullariidae, Thiaridae, Planorbidae, and Lymnaeidae. Based on conchological assessments, nine species were identified (Figure 3): *Bithynia funiculata* (1.6%), *B. siamensis siamensis* (72.4%), *Filopaludina martensi martensi* (8.4%), *F. sumatrensis polygramma* (6.9%), *F. doliaris* (7.0%), *Pomacea canaliculata* (2.8%), *Melanoides tuberculata* (0.3%), *Indoplanorbis* sp. (0.6%), and *Lymnaea* sp. (<0.1%) (Table 2). Most of the aestivating snails collected belonged to the Bithyniidae, with *B. s. siamensis* being the most abundant and widespread species, present at all sampling sites. Quantification of

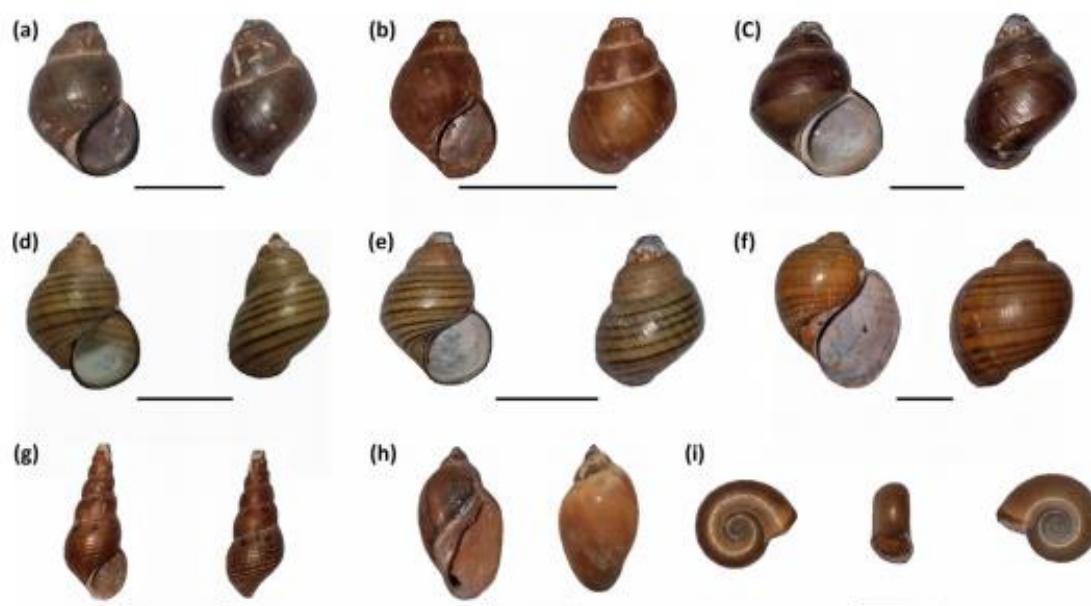


Figure 3. Shell morphology of aestivating snails collected from rice paddies during the dry season: (a) *Bithynia funiculata*; (b) *B. siamensis siamensis*; (c) *Filopaludina martensi martensi*; (d) *F. doliaris*; (e) *F. sumatrensis polygramma*; (f) *Pomacea canaliculata*; (g) *Melanoides tuberculata*; (h) *Lymnaea* sp.; (i) *Indoplanorbis* sp. Scale bar: 1 cm.

Table 2. Snail fauna, survival, and mortality (percent) of aestivating snails*

Family	Species	No. of total snail	%	No. of old shells	No. of live snail (% survival)	No. of dead snail (% mortality)
Bithyniidae	<i>Bithynia funiculata</i>	18	1.6	5	3 (23.1)	10 (76.9)
	<i>Bithynia siamensis siamensis</i>	839	72.4	45	647 (81.5)	147 (18.5)
Viviparidae	<i>Filopaludina martensi martensi</i>	97	8.4	39	4 (6.9)	54 (93.1)
	<i>Filopaludina sumatrensis polygramma</i>	80	6.9	20	11 (18.3)	49 (81.7)
	<i>Filopaludina doliaris</i>	81	7.0	38	8 (16.7)	35 (83.3)
Ampullariidae	<i>Pomacea canaliculata</i>	32	2.8	15	1 (5.9)	16 (94.1)
Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	4	0.3	1	0 (0)	3 (100)
Planorbidae	<i>Indoplanorbis</i> sp.	7	0.6	0	0 (0)	7 (100)
Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.	1	0.1	0	0 (0)	1 (100)
Total		1,159	100.0	163	674 (67.7)	322 (32.3)

*The old shells were excluded from the survival and mortality rate calculations.

species richness and diversity revealed low values of 0.932 ± 0.375 (D range: 0.314–1.431) and 0.792 ± 0.572 (H range: 0.072–1.741), respectively. The evenness index was also low ($J = 0.497 \pm 0.306$; J' range: 0.066–0.865). However, some sampling sites exhibited higher values, with J' approaching 1 ($J' > 0.8$).

Survival and mortality rates of aestivating snails

Aestivating snails were found only within a depth of 0 to 5 cm from the ground surface. None were found 5–10 cm from the ground surface. After reactivating the snails in water, they were categorized into three groups: live snails (674), dead snails (322), and old shells (163). The overall survival and mortality rates, excluding the old shells, were 67.7% and 32.3%, respectively (Table 2). The survival

rate of aestivating snail species ranged from 5.9% to 81.5%, with *B. s. siamensis* exhibiting the highest survival rate. In contrast, the mortality rate for all species, except *B. s. siamensis*, was greater than 70%. Specifically, *M. tuberculata*, *Indoplanorbis* sp., and *Lymnaea* sp. had a 100% mortality rate, meaning that no individuals of these species survived the aestivation period. This 100% mortality rate reflects the complete loss of individuals within these species, with all individuals perishing during aestivation.

Relationship between soil properties and survival of aestivating snails

There was considerable variation in the recorded soil properties among the sampling sites. Soil pH varied from 4.01 to 6.10

(mean 4.88 ± 0.75), while electrical conductivity varied between 0.0061 and 0.3248 ds/cm (mean 0.1063 ± 0.1087). Soluble salts concentration in soil extracts also fluctuated, with values from 3.904 to 207.872 mg/l (mean 68.048 ± 69.579). Cation or anion concentration in soil extracts ranged from 0.0061 and 0.3248 mg/l (mean 0.1063 ± 0.1087). The analysis of soil properties in relation to the survival of aestivating snails revealed a positive relationship between electrical conductivity, soluble salt concentrations, and cation/anion concentrations in soil extracts with the survival of viviparid snails, including *F. m. martensi*, *F. s. polygramma*, and *F. doliaris* ($p < 0.05$). However, no significant correlations were observed for other snail species (*B. funiculata*, *B. s. siamensis*, and *P. canaliculata*) ($p > 0.1$).

Trematode infections in aestivating snails

The investigation of trematode infections in 674 aestivating snails from dry-season rice paddies revealed that none of the snails shed cercariae after being activated in water for 48 hours. Among the total snails examined, 8.46% (57/674) were infected with larval trematodes. Four types of larval trematodes were identified in this study, including three different kinds of metacercariae: echinostome metacercaria, *Thapariella anastomusa* metacercaria, and an unidentified metacercaria, as well as rediae (Figure 4).

The infection rates and the number of metacercariae recovered from various snail species are presented in Table 3. Echinostome metacercariae, which were predominantly found clumping together in the pericardial sac of the infected snails, were the most commonly identified, with an overall prevalence rate of 6.37% (43/674). Throughout the survey, a total of 224 echinostome metacercariae were recovered from bithyniid and viviparid snails, including *B. s. siamensis*,

F. m. martensi, *F. s. polygramma*, and *F. doliaris*. The infection rates for individual species ranged from 5.24% to 100%, and the intensity of infection varied from 3.00 to 28.33 metacercariae per infected snail, with an average intensity of 5.20 metacercariae per infected snail. Metacercariae of *T. anastomusa* were found co-infecting with echinostome metacercariae, and were recovered from a single snail species, *F. doliaris*. Out of 674 snails examined, 4 (0.59%) were infected, with a mean intensity of 2.25 metacercariae per infected snail. Additionally, an unidentified metacercaria co-infection with echinostome metacercariae was detected in *B. s. siamensis*, exhibiting a prevalence of 0.3% (2/674). Rediae were also observed in this snail species, with a prevalence of 2.07% (14/674).

Discussion

This study focused on investigating the diversity of aestivating snails and their potential role in the transmission of trematodes in dry-season rice paddies in Chiang Rai Province, Thailand. We identified nine aestivating snail species across eight locations with most belonging to the family Bithyniidae. *B. s. siamensis* was the most frequently encountered species, consistent with the previous findings highlighting its abundance in rice paddies and its broad physiological and ecological tolerance (Pratumchart *et al.* 2019; Suwannatrai *et al.* 2011). In contrast, species such as *M. tuberculata*, *Indoplanorbis* sp., and *Lymnaea* sp. were less common, likely due to habitat preferences favouring stream environments (Chantima *et al.* 2018a, 2020; Krallas *et al.* 2014).

Variability in snail diversity among sites was linked to the different agricultural practices, particularly chemical applications,

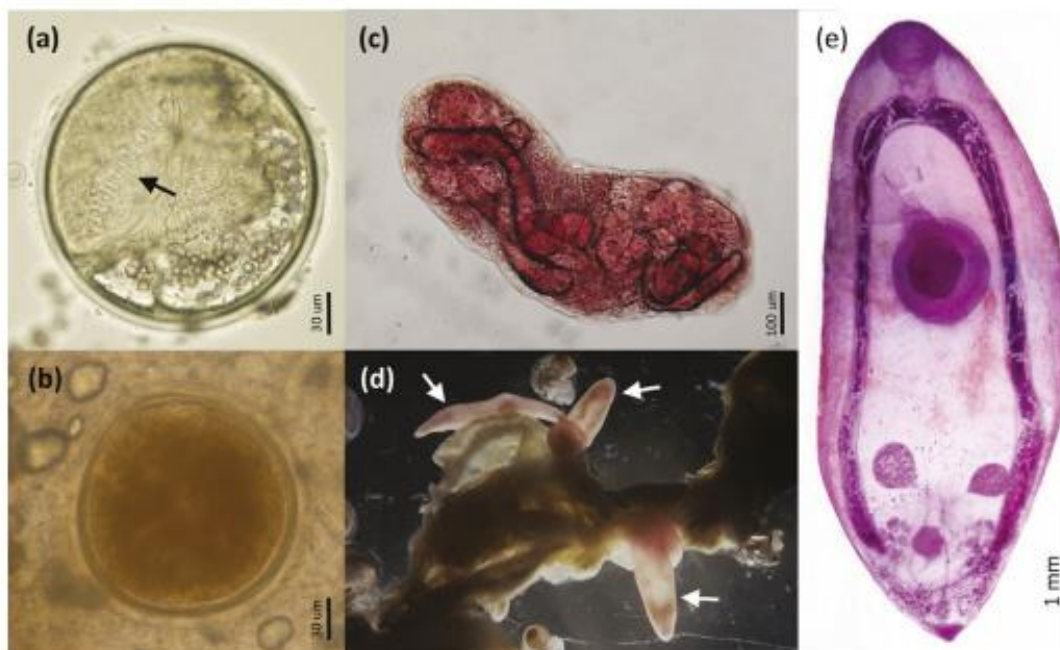


Figure 4. Morphotypes of metacercariae and rediae recovered from aestivating snail: (a) An isolated echinostome metacercaria showing head collar with collar spines (arrowhead); (b) An isolated unidentified metacercaria; (c) Rediae stained with 0.5% neutral red; (d) *Thapariella anastomusa* metacercariae were free, not encysted in the tissue of snails (arrowhead); (e) An isolated *T. anastomusa* metacercaria stained with hematoxylin.

Table 3. Prevalence and intensity of trematode infections in aestivating snails

Snail species	No. of snail examined	Echinostome metacercaria		<i>Thapariella anastomusa</i>		Unidentified metacercaria		Redia
		No. of snail infected (% prevalence)	No. of metacercaria (intensity)	No. of snail infected (% prevalence)	No. of metacercaria (intensity)	No. of snail infected (% prevalence)	No. of metacercaria (intensity)	No. of snail infected (% prevalence)
<i>B. funiculata</i>	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. s. siamensis</i>	647	34 (5.24)	133 (3.91)	0	0	2 (0.31)	3 (1.5)	14 (2.16)
<i>F. m. martensi</i>	8	2 (28.57)	6 (3.00)	0	0	0	0	0
<i>F. s. polygramma</i>	11	3 (27.27)	85 (28.33)	0	0	0	0	0
<i>F. doliaris</i>	4	4 (100)	20 (5.00)	4 (100)	9 (2.25)	0	0	0
<i>P. canaliculata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	674	43 (6.37)	224 (5.20)	4 (0.59)	9 (2.25)	2 (0.30)	3 (1.5)	14 (2.07)

which may have molluscicidal effects (Min et al. 2020; Qiu et al. 2020). Seasonal changes in rice paddies, including paddy preparation and harvesting, also influence snail populations. The golden apple snail, *P. canaliculata*, was notably scarce, contrasting with its widespread abundance in other rice-growing regions of Thailand (Chaichana and Sumpun 2015; Ng et al. 2020). Since its introduction in the 1980s, this species has significantly impacted rice cultivation (Chanyapeth and Achawakhom 1998), yet local factors may limit its proliferation in our study area.

In our study, four snail species, *B. s. siamensis*, *F. m. martensi*, *F. s. polygramma*, and *F. doliaris*, were infected with larval trematodes. These species, common in northern Thailand's agricultural areas, are important vectors of trematode transmission to humans and animals (Chantima et al. 2013; Chantima et al. 2018a; Chantima and Rika 2020; Phalee et al. 2018). Given their widespread distribution in rice paddies, managing aestivating snails requires an integrated approach that considers both their ecological role and their significance in parasitic transmission.

During the dry season, the snails encounter extreme environmental conditions. They must endure aestivation and burrowing into the mud, which is a physiological process like hibernation. However, aestivation occurs in times of drought and renders respiration difficult. This study found that almost all collected aestivating snails belonged to the family Bithyniidae, with *B. s. siamensis* as the most common species found at a soil depth of 0–5 cm. Our findings indicate that snails could bury themselves in depths up to 5 cm, in contrast to Brockelman et al. (1986) and Chaiyaseang et al. (2019), who noted that rapid habitat desiccation prevents snails from preparing for aestivation in deeper soil. The average survival rate of aestivating snails over a three-month period was high (67.7%), whereas Brockelman et al. (1986) reported a survival rate of under 10% during a 16-month dry period in a non-irrigated area. Our study, however, focused on a three-month aestivating period, yielding a survival rate exceeding 60%. This finding is consistent with the report by Chaiyaseang et al. (2019), which also indicated that bithyniid snails (*B. s. goniomphalos*) exhibited a higher survival rate during a shorter dry period of four months in irrigated rice plantations. Consequently, rice cultivation during the dry season in irrigated areas may enhance the survival of snail hosts, resulting in an increase in snail populations (Wang et al. 2015). However, results from other studies have demonstrated that effective water management in irrigation schemes can reduce snail populations (Chandiwana et al. 1998), highlighting the importance of manipulating snail habitats in combination with mass drug administration

programs to more effectively reduce trematode transmission (Fenwick et al. 2009; Wang et al. 2009).

The ecology of aestivating snails is potentially influenced by land use practices, particularly in rice paddies. These environments undergo dynamic changes through different stages: irrigation, full growth, complete drying, and occasional burning throughout the rice planting seasons. Farmers in northern Thailand generally cultivate rice once or twice annually. After harvesting, the most common method for land clearing and rice straw removal is open burning. Dead snails have been found in rice paddy sampling locations where burning has occurred. This practice may impact snail populations and disrupt the trematode life cycle, consequently affecting the transmission of associated diseases. However, open burning does not completely eradicate snail intermediate hosts in rice paddies. Some snail species can burrow deep into the soil (Chaiyaseang et al. 2019) or re-enter paddies from adjacent habitats via irrigation systems (Wang et al. 2011, 2015).

The study on the relationship between soil properties and the survival of aestivating snails revealed a significant positive correlation with the survival of viviparid snails. Conversely, no significant relationship was observed for bithyniid snails. A previous study indicated that salinity is the most important environmental variable affecting the density and distribution of *Bithynia* intermediate host snails of *O. viverrini* in the Khorat basin (Suwannatrai et al. 2011). Currently, studies are underway to determine whether differences in the survival of snail intermediate hosts related to soil properties correspond to variations in trematode infection prevalence. However, due to the limited number of soil property parameters analysed, no conclusive results regarding the association between soil properties and the survival of aestivating snails could be established. Future investigations should focus on collecting a broader array of soil property parameters to achieve adequate data for analysing the survival of aestivating snails.

This study investigated trematode infections in aestivating snails from rice paddies during the dry season. Over 48 hours, no cercarial shedding was observed, aligning with Chaiyaseang et al. (2019) who also found no shedding after reactivating aestivating snails. The absence of cercarial shedding could be due to several factors. First, the dry season induces aestivation in snails, slowing metabolism and potentially interfering with parasite development and cercarial release. Second, the stress of limited nutrients and prolonged aestivation may lead to higher mortality rates in infected snails, delaying parasite development or causing parasite death. It is also possible that both the snails and trematodes enter dormancy during

aestivation, with parasites ceasing cercarial production while the snails are metabolically inactive. Alternatively, the snails may have already reached an advanced stage of infection, with metacercariae encysted before the dry season, and cercarial shedding may have occurred earlier. These hypotheses suggest that environmental stress and metabolic changes during aestivation play a critical role in the dynamics of trematode infections, highlighting the need for further research to understand the timing and environmental influences on parasite development.

Although no cercarial infections were found, this study identified four types of larval trematodes: echinostome metacercariae, *T. anastomusa* metacercariae, unidentified metacercariae, and rediae in bithyniid and viviparid snails. Previous reports have also found echinostome metacercariae in these snail families in Thailand (Burch and Lohachit 1983; Chantima *et al.* 2013, 2018a, 2018b; Chantima and Rika 2020; Mard-arhin *et al.* 2001). Additionally, these snail species have been reported as second intermediate hosts for Echinostomatidae in various areas of Southeast Asia (Chai *et al.* 2011; Madsen and Hung 2014).

Metacercariae of *T. anastomusa* were found exclusively in *F. doliaris*, consistent with previous reports in viviparid snails (*Filopaludina* spp.) from Thailand (Chantima *et al.* 2018a, 2018b; Chantima and Rika 2020; Phalee *et al.* 2018). Earlier studies also recorded *T. anastomusa* in *Bellamyia bengalensis* (Viviparidae) in India (Agrawal *et al.* 2002; Rai and Pande 1967; Srivastava 1953), with its adult stage found in the oesophagus of birds (Agrawal 1958; Prudhoe 1957). The occurrence of *T. anastomusa* in multiple snail species suggests a broader host range, with birds likely serving as definitive hosts. Since birds commonly consume these snails, they may play a key role in its transmission and geographic spread. Further research is needed to clarify its host specificity, life cycle, and potential avian hosts in the region.

This study recorded a low number of infected aestivating snails with larval trematodes. Previous research has shown that the prevalence of larval trematode infections in snails is closely linked to snail population density (Lively 2001). Recent studies suggest that anthropogenic factors such as pollution, habitat modification, and the introduction of non-native species significantly influence larval trematode infections in freshwater snails. These factors can alter the dynamics of trematode infections within snail populations, as well as affect the availability of potential hosts or environmental conditions in their habitats. (Bachtel *et al.* 2019; Kuris and Lafferty 1994). Understanding these interactions is crucial for assessing the ecological implications of trematode infections in freshwater ecosystems. To gain further insights into the relationship between larval trematodes and their snail intermediate hosts during the aestivated state, additional experimental studies are needed. Such studies should focus on controlling the timing of infection and aestivation. It is also recommended that future research explore the experimental aestivation of snails, both with and without parasitic infections, to enhance our understanding of this phenomenon.

Conclusion

This study focused on the diversity of aestivating snails and their potential role in the transmission of trematodes in rice paddies during the dry season. Our findings highlight that burrowing behaviour played a crucial role in the survival of bithyniid snails, leading to high abundance of aestivating individuals. Additionally, we identified various larval trematodes in bithyniid and viviparid snails, suggesting that aestivation may facilitate the persistence of

trematode life cycles in seasonal rice paddy ecosystems. Given the high survival rate of aestivating snails, recolonization after the rainy season may contribute to the continued transmission of trematodes. While habitat modification and targeted snail control have been proposed as potential strategies for trematode management, their effectiveness in seasonal rice paddy ecosystems remains uncertain. Future research should prioritize field-based experimental studies on aestivation dynamics and their impact on snail population regulation and trematode transmission.

Acknowledgements. The authors gratefully acknowledge the Environmental Science and Technology Program and Biological Science Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University for providing facilities.

Competing interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Ethical standard. We followed the guidelines for animal care in the International Guiding Principles of Biomedical Research Involving Animals (Council for International Organizations of Medical Sciences: CIOMS) including the relevant document (U1-03137-2559 to KC; U1-09340-2564 to KS).

References

- Agrawal SM (1958) Further observations on *Thaparella anastomusa* Srivastava, 1953 (Trematoda: Thaparellidae). *Indian Journal of Helminthology* 10, 40–45.
- Agrawal N, Pandey KC and Kiran GB (2002) Record of metacercaria of *Thaparella anastomusa* Srivastava, 1958, from *Bellamyia bengalensis* (L.). *Indian Journal of Helminthology* 20, 35–38.
- Bachtel RZ, Rittenhouse M, Sandland GJ and Koop JAH (2019) Infection patterns of trematodes across size classes of an invasive snail species using field and laboratory studies. *Parasitology* 146(4), 438–444.
- Badger LI and Oyerinde JPO (1996) *Schistosoma mansoni*: Effect of aestivation on the intra-molluscan stages and the survival rate of infected *Biomphalaria pfeifferi*. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 90(6), 617–620.
- Brandt RAM (1974) The non-marine aquatic mollusca of Thailand. *Archiv für Molluskenkunde* 105, 1–423.
- Brewer R (1994) *The Science of Ecology*, 2nd edn. New York: Saunders College.
- Brockelman WY, Upatham ES, Viyanant V, Ardsungnoen S and Chantana-wat R (1986) Field studies on the transmission of the human liver fluke, *Opisthorchis viverrini*, in northeast Thailand: Population changes of the snail intermediate host. *International Journal of Parasitology* 16(5), 545–552.
- Burch JB and Lohachit C (1983) Snail of medical importance in Thailand. *Walkerana Transactions of the POETS Society* 1, 395–398.
- Chai JY, Sohn WM, Na BK and De NV (2011) *Echinostoma revolutum*: metacercariae in *Filopaludina* snails from Nam Dinh Province, Vietnam, and adults from experimental hamsters. *Korean Journal of Parasitology* 49(4), 449–455.
- Chai JY, Murrell KD and Lymbery AJ (2005) Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *International Journal of Parasitology* 35(11–12), 1233–1254.
- Chai JY, Shin EH, Lee SH and Rim HJ (2009) Food-borne intestinal flukes in Southeast Asia. *Korean Journal of Parasitology* 47(Suppl), 69–102.
- Chalchana R and Sumpun T (2015) Environmental tolerance of invasive golden apple snails (*Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822)) and Thai native apple snails (*Pila scutata* (Mousson, 1848)). *Tropical Ecology* 56(3), 347–355.
- Chaiyasaeng M, Pechdee P, Sereewong C, Suwannatrat A, Laha T and Tesana S (2019) Effects of aestivation on survival of *Bithymia siamensis goniomphalos* snails and the infection of *Opisthorchis viverrini* in the irrigation area of wet- and dry-season rice paddy. *Acta Tropica* 192(Suppl. 4), 55–60.
- Chandiwana SK, Taylor P, Chimbari M, Ndhlovu P, Makura O, Bradley M and Gondo P (1998) Control of schistosomiasis transmission in newly established smallholder irrigation schemes. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 82(6), 874–880.
- Chantima K and Rika C (2020) Snail-borne zoonotic trematodes in edible viviparid snails obtained from wet markets in Northern Thailand. *Journal of Helminthology* 94, E198.

- Chantima K, Chai JY and Wongsawad C (2013) *Echinostoma revolutum*: Freshwater snails as the second intermediate hosts in Chiang Mai, Thailand. *Korean Journal of Parasitology* 51(2), 183–189.
- Chantima K, Suk-ueang K and Kampan M (2018a) Freshwater snail diversity in Mae Lao agricultural basin (Chiang Rai, Thailand) with a focus on larval trematode infections. *Korean Journal of Parasitology* 56(3), 247–257.
- Chantima K, Phromkhong K, Somyod N and Chaichana N (2018b) Occurrence of larval trematode in freshwater snail from Pa Ko Dam Sub-district, Mae Lao District, Chiang Rai Province. In McCormick K, Mungthaisong S, Khittasangka M, Chomchalow N, Walsh JC and Lisee A (eds), *ASIAN Community Knowledge Networks for the Economy, Society, Culture, and Environmental Stability*. Chiang Rai: Chiang Rai Rajabhat University, 84–88.
- Chantima K, Lekpet S, Butboonchoo P and Wongsawad C (2020) Diversity and abundance of gastropods in relation to physio-chemical parameters in rice paddies, Chiang Rai Province, Thailand. *Agricultural and Natural Resources* 54(3), 295–300.
- Chanyapeth CH and Achawakhom T (1998) Golden apple snails. In *Proceedings of a Seminar on the Golden Apple Snail*. Bangkok: Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, and the Entomology and Zoology Association of Thailand. 3.1–3.15.
- Clarke KR and Warwick RM (1994) *Change in Marine Community: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Eastham J, Mpelasoka F, Mainuddin M, Ticehurst C, Dyce P, Hodgson G, Ali R and Kirby M (2008) *Mekong River Basin Water Resources Assessment: Impacts of Climate Change*. Australia: CSIRO: Water for a Healthy Country National Research Flagship.
- Fenwick A, Webster JP, Bosque-Oliva E, Blair I, Fleming F, Zhang Y, Garba A, Stothard J, Gabrielli AF and Clements A (2009) The Schistosomiasis Control Initiative (SCI): Rationale, development and implementation from 2002–2008. *Parasitology* 136(13), 1719–1730.
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) (GISTDA) (2011) *L05_AdminBoundary_Province_2011_50k_FGDS_Beta* [Shapefile]. Bangkok: Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization).
- GitHub (2024) *World_Countries* [Shapefile]. Available at https://github.com/prasertchs/thailand_gis/tree/main/world_map Accessed 16 April 2024.
- Hill D, Fasham M, Tucker G, Shewry M and Shaw P (2005) *Handbook of Biodiversity Methods: Survey, Evaluation and Monitoring*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillebrand H (2008) Dominance. In Jorgensen SE and Fath B (eds), *Encyclopedia of Ecology*. Oxford: Elsevier, 938–944.
- Kraikas D, Namchote S, Koonchornboon T, Dechruksa W and Boonmekam D (2014) Trematodes obtained from the thiarid freshwater snail *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) as vector of human infections in Thailand. *Zoo-systematics and Evolution* 90(1), 57–86.
- Kuris A and Lafferty KD (1994) Community structure: Larval trematodes in snail hosts. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 25, 189–217.
- Lively CM (2001) Trematode infection and the distribution and dynamics of parthenogenetic snail populations. *Parasitology* 123(7), 19–26.
- Mard-arhin N, Prawang T and Wongsawad C (2001) Helminths of freshwater animals from five provinces in Northern Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 32(Suppl. 2), 206–214.
- Madsen H and Hung NM (2014) An overview of freshwater snails in Asia with main focus on Vietnam. *Acta Tropica* 140(Pt B), 105–117.
- Min F, Wang J, Liu X, Yuan Y, Guo Y, Zhu K, Chai Z, Zhang Y and Li S (2020) Environmental factors affecting freshwater snail intermediate hosts in Shenzhen and adjacent region, South China. *Tropical Medicine and Infectious Disease* 7(12), 426.
- Ng TH, Annate S, Jeratthitikul E, Sutarit C, Limpanont Y and Panha S (2020) Disappearing apple snails (Caenogastropoda: Ampullariidae) of Thailand: A comprehensive update of their taxonomic status and distribution. *Journal of Molluscan Studies* 86(4), 290–305.
- Osborne TR and Wright JC (2018) Seeking refuge in subsurface microhabitats during aestivation aids avoidance of lethally high temperature and desiccation in the snail *Helminthoglypta tudiculata* (Binney, 1843) (Pulmonata: Helminthoglyptidae). *Journal of Molluscan Studies* 84(2), 132–140.
- Phalee W, Phalee A and Wongsawad C (2018) New record of *Thapariella anastomusa* (Trematoda: Thapariellidae) metacercariae in Northern Thailand. *Korean Journal of Parasitology* 56(1), 49–52.
- Prudhoe S (1957) Trematoda: Exploration du Parc National de l'Upemba. *Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge* 48, 1–28.
- Pratumchart K, Suwannatrat K, Sereewong C, Thinkhamrop K, Chaiyos J, Boonmars T and Suwannatrat AT (2019) Ecological niche model based on maximum entropy for mapping distribution of *Bithynia siamensis goniomphalos*, first intermediate host snail of *Opisthorchis viverrini* in Thailand. *Acta Tropica* 193(5), 183–191.
- Qiu J, Li R, Zhu H, Xia J, Xiao Y, Huang D and Wang Y (2020) The effect of ecological environmental changes and mollusciciding on snail intermediate host of *Schistosoma* in Qianjiang city of China from 1985 to 2015. *Parasites Vectors* 13(1), 397.
- Rai DN and Pande BP (1967) On the metacercariae of *Thapariella anastomusa* Srivastava, 1955. *Indian Journal of Helminthology* 19, 64–69.
- Rubaba O, Chimbari MJ and Mukaratirwa S (2016) The role of snail aestivation in transmission of schistosomiasis in changing climatic conditions. *African Journal of Aquatic Science* 41(2), 143–150.
- Schell SC (1962) *Parasitology Laboratory Manual*. New York: Wiley.
- Sparks DL, Page AI, Helmke PA, Loeppert RH, Soltanpour PN, Tabatabai MA, Johnston CT and Sumner ME (1996) *Methods of Soil Analysis. Part 3 - Chemical Methods*. Washington, DC: American Society of Agronomy, Inc.
- Sri-Aroon P (2011) *Freshwater Snails of Medical Importance in Thailand*. Thailand: Mollusk Museum, Applied Malacology Center, Department of Social and Environmental Medicine, Mahidol University, 6–8.
- Srivastava NN (1953) On the morphology and systematic position of a new avian trematode *Thapariella anastomusa* n.g., n.sp., with a suggestion on the creation of a new family Thapariellidae. *Indian Journal of Helminthology* 5, 101–108.
- Suwanatrat A, Suwanatrat K, Haruay S, Piratae S, Thammasiri C, Kham-poosa P, Kulsantiwong J, Prasopdee S, Tarbsripair P, Suwanwerakamtorn R, Sukchan S, Boonmars T, Malone JB, Kearney MT and Tesana S (2011) Effect of soil surface salt on the density and distribution of the snail *Bithynia siamensis goniomphalos* in northeast Thailand. *Geospatial Health* 5(2), 183–190.
- Upatham ES, Sornmani S, Kittikoon V, Lohachit C and Burch JB (1983) Identification key for fresh-and brackish-water snails of Thailand. *Malacological Review* 16, 107–136.
- U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils* (Agriculture Handbook No. 60). Washington, DC: United States Government Printing Office.
- Wang LD, Chen HG, Guo JG, Zeng XJ, Hong XL, Xiong JJ, Wu XH, Wang XH, Wang LY and Xia G (2009) A strategy to control transmission of *Schistosoma japonicum* in China. *The New England Journal of Medicine* 360(2), 121–128.
- Wang YC, Feng CC, Sithithaworn P, Feng Y and Petney TN (2011) How do snails meet fish? Landscape perspective needed to study parasite prevalence. *Ecohealth* 8(3), 258–260.
- Wang YC, Ho RC, Feng CC, Namsanor J and Sithithaworn P (2015) An ecological study of *Bithynia* snails, the first intermediate host of *Opisthorchis viverrini* in northeast Thailand. *Acta Tropica* 141(Pt B), 244–252.
- Washington HG (1984) Diversity, biotic and similarity indices. *Water Research* 18, 653–694.
- Woodruff DS and Upatham ES (1993) Snail transmitted diseases of medical and veterinary importance in Thailand and the Mekong valley. *Journal of Medical and Applied Malacology* 4, 1–12.
- Yamaguti S (1975) *A Synoptical Review of Life Histories of Digenetic Trematodes of Vertebrates*. Kyoto: Keigaku Publishing.

Diversity and utilization of indigenous up land rice varieties in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand

Phromkerd, W.^{1,2*}, Chunta, S.¹, Baimai, V.³ and Kiriratnikom, S.⁴

¹Department of Interdisciplinary Management of Biodiversity, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand; ²Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Nakhon Si Thammarat, Thailand; ³Biodiversity Research Cluster, Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand; ⁴Department of Biological and Environmental Science, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung, Thailand.

Phromkerd, W., Chunta, S., Baimai, V. and Kiriratnikom, S. (2023). Diversity and utilization of indigenous up land rice varieties in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *International Journal of Agricultural Technology* 19(1):215-228.

Abstract Results revealed that the 17 farmers are still used 20 varieties of indigenous rice. Biodiversity was estimated by seed morphology and found four seed-nature-quality. Seven seed-nature-quantity factors were identified in rice using the diversity index (H'). Diversity indices (H') included the seed color of 2.90832, the length of brown rice of 2.8553, the color of brown rice of 2.79396, and the appearance of brown rice of 2.91743. The cluster analysis was significantly different ($P < 0.05$), revealed that 25% dendrogram was classified as indigenous rice in two groups, including the first group of Niaw Dam Dard, Med Fai, Niaw Kluay, Niaw Dam, Chaw Mud, Dawk Pa-yawm, Nhiw Dam Ton keaw, Hawm Mali Rai, Sangyod Rai, Gai Reang, Ya Sai, Niaw Dam Puak Keaw, Niaw Dam Ka Ton Dam, Nang Khean, Leb Nok Rai, Pukaow Tong and Chaw Mai Pai and the second group of Dawk Kham, Niaw Dam Plee and Niaw Nam Pueng. The results indicated that indigenous rice varieties in southern Thailand were highly diverse due to community enterprises producing rice for daily consumption, making desserts in festivals, feeding animals, and selling it as local products.

Keywords: Indigenous rice varieties, Biodiversity, Seed morphology

Introduction

Rice is a prime global food crop, with over three billion consumers, and 600 million of them, especially members of Asian households, consume rice as their main dish (Chantha, 2015). This notion also applies to Thailand, as most Thais have rice as their main dish. More than half of Thai citizens are farmers. Rice is a component of Thai social, traditional, and cultural constructs. It is a source of income in Thailand. Evidence shows that 5,000-year-old rice varieties were discovered in Non Nok Tha, Phu Viang District, Khon Kaen Province,

* **Corresponding Author:** Phromkerd, W.; **Email:** wanchai318@gmail.com

suggesting that the rice culture is tied to Thailand and every Thai ethnic group (Thongdee, 1998). Diversity-wise, there are over 20,000 rice varieties in Thailand (Khaosa-ard *et al.*, 1998) from 120,000 global rice varieties (Siamwala and Na Ranong, 1993). Of 23,903 rice samples collected by the National Rice Laboratory and Collective Center, 17,093 were classified as indigenous rice 17,093 and 5,928 had unique names (Chantha, 2015). There is reportedly over 11 million rai of rice farms in the country (Office of Agricultural Economics, 2007). Chuthamarach (1998) found that more than 50% of southern Thai farmers cultivated indigenous rice varieties. Nevertheless, many indigenous rice varieties have disappeared. As an ideal choice for sustainable development, indigenous rice varieties are conserved using good heredities from those rice directly and indirectly (Panomjan and Amornwiriychai, 2011). In addition, indigenous rice varieties offer high nutritional values, such as phenolic acid, flavonoid, and anthocyanins antioxidants (Tian *et al.*, 2004; Zhou *et al.*, 2004). Indigenous rice could be conserved using morphological and physiological knowledge, which also can be easily transferred to farmers (Panomjan and Amornwiriychai, 2011). The study was collected indigenous rice samples in Nakhon Si Thammarat and examined their local state of biodiversity using seed morphology.

Materials and methods

Sampling

Seeds of indigenous rice varieties were sampled through community collaborations within Nakhon Si Thammarat Province.

The study was analyzed 20 samples by morphology and estimate biodiversity at the Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The nature of Morphology was measured in four areas: seed size, seed shape, 100-seed weight, and husk and rice grain (brown rice). Biodiversity was estimated in two dimensions: qualitative and quantitative (IRRI, 1996).

The nature of morphology was done by measured seed sizes the digital vernier caliper using random seeds. Paddy and brown rice were measured four times repeatedly by randomizing of 10 from 20 rice varieties. The obtained data were calculated for the average width, length, and thickness (IRRI, 1996) to determine seed shapes. Furthermore, 100-seed weight was measured four times repeatedly using 100 randomized paddy seeds and baked to 110°C for one hour and weighed, then calculated the weight per seed. Husk and rice grain (brown rice) were sorted by seed color and seed membrane color.

Biodiversity was qualitatively estimated seed biodiversity based on four physical appearances of the samples (i.e., seed membrane color, brown rice color, brown rice seed length, and brown rice shape). Biodiversity was estimated using the Shannon-Weaver Index(H) (Fowler *et al.*, 1998), where H at zero refers to all the seeds being the same, and H exceeding zero refers to higher diversity.

$$H' = \sum_{i=0}^s pi \ln pi$$

where = number of diversity,

s = number of saved diversity,

$pi = ni/N$ = founded proportion in that nature (ni) per all samples,

ln = natural log and

Σ = summary.

Statistical analysis

Quantitative seed biodiversity was measured using seven factors (i.e., 100-seed weight, paddy seed width, paddy seed length, paddy seed thickness, brown rice width, brown rice length, and brown rice thickness). Data were statistically analyzed using the Duncan multiple range test (DMRT).

Cluster analysis was utilized to process indigenous rice by morphology, determine its variants using similarity coefficients, and group them with the UPGMA formula. The morphology analysis was recorded from 100-seed weight, paddy seed width, paddy seed length, paddy seed thickness, brown rice width, brown rice length, and brown rice thickness of 20 indigenous-rice varieties . SPSS was employed via dendrograms to analyze the set of morphology standards. Simultaneously, UPGMA and the mantel formulawere applieexamine the cluster group, whereas COPH and MxComp were used for the averages between the group.

Data collection and utilization

Data were collected from observations, interviews, and group discussions and utilized to promote a better understanding of relevant socioeconomic factors and the conservation of indigenous rice amid changing global landscapes.

Results

The coordinates of 20 indigenous upland rice varieties in Nakhon Si Thammarat Province are shown in Table 1. This study collected samples from the 20 varieties in the area, including glutinous and non-glutinous. Specifically, their distinctive names included Dawk Kham, Hawm Mali Rai, Leb Nok Rai, Niaw Dam Dard, Dawk Pa-yawm, Sangyod Rai, Niaw Dam Ton Keaw, Med Fai, Niaw Dam Plee, Niaw Dam Ka Ton Dam, Niaw Kluay, Chaw Mud, Niaw Nam Pueng, Ya Sai, Nang Khean, Pukaow Tong, Niaw Dam, Niaw Dam Puak keaw, Chaw Mai Pai, and Gai Reang.

Table 1. The coordinates of 20 indigenous rice varieties in Nakhon Si Thammarat Province

Code Thai Name	Place	
	Province	Latitude/Longitude
Dawk Kham (R1) Hawm Mali Rai (R2) Leb Nok Rai (R3) Niaw Dam Dard (R4) Dawk Pa-yawm (R5) Sangyod Rai (R6) Niaw Dam Ton Keaw (R7) Med Fai (R8) Niaw Dam Plee (R9) Niaw Dam Ka Ton Dam (R10) Niaw Kluay (R11) Chaw Mud (R12) Niaw Nam Pueng (R13) Ya Sai (R14) Nang Khean (R15) Pukaow Tong (R16) Niaw Dam (R17) Niaw Dam Puak keaw (R18) Chaw Mai Pai (R19) and Gai Reang (R20)	Nakhon Si Thammarat	8°13'29.2"N 99°38'28.1"E 8°11'46.6"N 99°41'44.7"E 8°10'59.3"N 99°43'15.2"E 8°03'33.1"N 99°35'19.8"E 8°03'29.4"N 99°35'24.2"E

Seed morphology results

NTSYS 2.1's UPGMA formula was analyzed the seed morphology and group Diversities of 25% were divided into two groups. The first group contained Niaw Dam Dard (R4), Med Fai (R8), Niaw Kluay (R11), Niaw Dam (R17), Chaw Mud (R12), Dawk Pa-yawm (R5), Niaw Dam Ton Keaw (R7), Hawm Mali Rai (R2), Sangyod Rai (R6), Gai Reang (R20), Ya Sai (R14), Niaw Dam Puak Keaw (R18), Niaw Dam Ka Ton Dam (R10), Nang Khean (R15), Leb Nok Rai (R3), Pukaow Tong (R16), and Chaw Mai Pai (R19). The second group contained Dawk Kham (R1), Niaw Dam Plee (R9), and Niaw Nam Pueng (R13) (Figure 1).

Seed physical appearances

Chaw Mai Pai Paddy had the widest seeds ($P < 0.05$), followed by Niaw Kluay and Niaw Dam Dard. Contrarily, Nang Khean had the narrowest seed

($P < 0.05$). Furthermore, Ya Sai had the longest seeds, and Niaw Dam Plee had the shortest ($P < 0.05$). Finally, Chaw Mai Pai had the thickest, and White Seed Niaw Dam had the thinnest ($P < 0.05$).

Chaw Mai Pai had the widest seeds, whereas White Seed Niaw Dam, Niaw Kluay, Dawk Pa-yawm, Hawm Mali Rai, Niaw Dam Ton Keaw, Leb Nok Rai, Sangyod Rai, and Dawk Kham had the narrowest seeds ($P < 0.05$). Nang Khean and Gai Reang had the longest seeds, and Med Fai had the shortest seeds ($P < 0.05$). Chaw Mai Pai had the thickest seeds, and Leb Nok Rai, Chaw Mud, Hawm Mali Rai, and Niaw Nam Pueng had the thinnest seeds ($P < 0.05$).

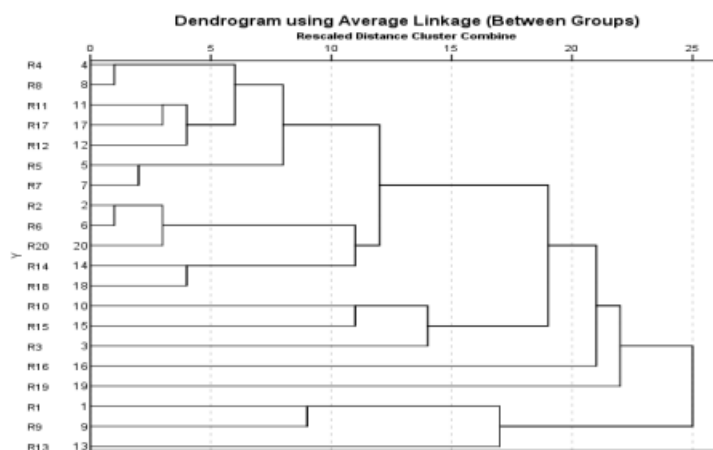


Figure 1. The dendrogram of 20 indigenous rice varieties obtained through UPGMA based on seven morphological characteristics

Seed sizes

Seed lengths were classified by IRRI (1996) into four types as follows: very long (over 7.5 mm) found in Hawm Mali Rai, Sangyod Rai, Nang Khean, and Gai Reang, long (6.6-7.5 mm) found in Dawk Pa-yawm, Med Fai, Niaw Dam Dard, Niaw Dam Ka Ton Dam, Niaw Kluay, Chaw Mud, Ya Sai, Nang Khean, and Chaw Mai Pai, medium (5.5-6.6 mm) found in Leb Nok Rai, Niaw Dam Plee, Niaw Dam Ton keaw, Niaw Kluay, Niaw Dam, and Chaw Mai Pai and short (less than 5.5 mm) was not found.

100-paddy-seed weight (gram) was found in Chaw Mai Pai which showed the heaviest ($P < 0.05$), followed by Sangyod Rai, Dawk Kham, Niaw Dam Dard, Hawm Mali Rai, Med Fai, Niaw Kluay, Niaw Dam Ka Ton Dam, Dawk

Pa-yawm, Niaw Dam Ton Keaw, Ya Sai, Niaw Nam Pueng, Chaw Mud, and Leb Nok Rai. Niaw Dam Plee was the lightest ($P<0.05$).

100-brown-rice-seed weight (gram) was found in Chaw Mai Pai with the heaviest ($P<0.05$), followed by Sangyod Rai, Leb Nok Rai, Med Fai, Hawm Mali Rai, Niaw Dam Dard, Niaw Kluay, Niaw Dam Ka Ton Dam, Dawk Pa-yawm, Niaw Dam Ton Keaw, Niaw Nam Pueng, Chaw Mud, Ya Sai, Dawk Kham, and Leb Nok Rai. Niaw Dam Plee had the lightest seeds ($P<0.05$).

Membrane colors were sorted into three groups as follows: straw found in Dawk Kham, Nang Khean, Dawk Pa-yawm, Leb Nok Rai, Chaw Mud, Niaw Dam, Niaw Dam Plee and Gai Reang.

Straw and red found in Niaw Dam Dard, Sangyod Rai, Hawm Mali Rai, Med Fai, Ya Sai and Chaw Mai Pai. Straw with Brown and Black found in Niaw Dam Ton Keaw. Straw and Brown found in Niaw Dam Ka Ton Dam. Brown and Red found in Niaw Kluay, Niaw Nam Pueng and Pukaow Tong. Brown rice had four colors categories: white found in Dawk Kham, Hawm Mali Rai, Leb Nok Rai, Dawk Pa-yawm, Ya Sai, Niaw Kluay, Chaw Mud, Nang Khean, Pukaow tong, and Gai Reang. Brown and red found in Niaw Dam Dard, Niaw Dam Ka Ton Dam, and Sangyod Rai. Purple and red found in Chaw Mai Pai and Niaw Nam Pueng. Purple and black found in Niaw Dam Ton keaw, Med Fai, Niaw Dam, and Niaw Dam Plee.

Biodiversity estimates from seed morphology

The qualitative seed biodiversity data were contributed by four factors: seed membrane colors, brown rice colors, brown rice seed lengths, and brown rice shapes. There were five seed membrane colors: straw, straw and red, straw with brown and black, straw and brown, and brown-red. Additionally, there were four brown rice colors: white, brown-red, purple-black, and purple-red. Most indigenous rice colors were white. The seed quality was determined by seed membrane color and length, as well as the diversity index (H) of rice varieties (Table 2).

The quantitative seed biodiversity data of the 20 indigenous rice varieties included the factors of 100-seed weight, paddy width, paddy length, paddy thickness, brown rice width, brown rice length, and brown rice thickness. Their values were significantly differed ($P<0.05$) (Table 3). Chaw Mai Pai had the largest seeds with 3.57 ± 0.45 g in weight, 3.13 ± 0.15 mm in width, 2.07 ± 0.06 mm in paddy thickness, and 1.90 ± 0.00 mm in brown rice thickness. However, all indigenous varieties had averaged of 100-seed weight of 2.23 ± 0.10 g. The most paddy seeds in this study (12 varieties) had a long shape within the range

of 6.6-7.5 mm, followed by the moderately long (5 varieties) and the very long seeds exceeding 7.5 mm (3 varieties).

Table 2. Quality and diversity index (H') of rice Varieties (Paddy) in Nakhon Si Thammarat Province

Varieties	Seed Nature Quality			
	Seed Membrane color	Brown Rice Color	(Length) mm.	Brown Rice Shape
1. Dawk Kham	Straw	White	Medium (5.9)	Medium
2. Hawm Mali Rai	Straw and red	White	Very long (8.07)	Slender
3. Leb Nok Rai	Straw	White	Medium (5.97)	Medium
4. Niaw Dam Dard	Straw and red	Brown-red	Long (7.20)	Slender
5. Dawk Pa-yawm	Straw	White	Long (6.83)	Slender
6. Sangyod Rai	Straw and red	Brown-red	Very long (7.93)	Slender
7. Niaw Dam Ton Keaw	Straw and brown	Purple-black	Medium (6.53)	Medium
8. Med Fai	Straw and red	Purple-black	Long (7.37)	Slender
9. Niaw Dam Plee	Straw and red	Purple	Medium (5.73)	Medium
10. Niaw Dam Ka Ton Dam	Straw and brown	Brown-red	Long (6.80)	Slender
11. Niaw Kluay	Brown and red	White	Long (6.67)	slender
12. Chaw Mud	Straw	White	Long (7.47)	Slender
13. Niaw Nam Pueng	Brown and red	Purple-red	Very long (8.73)	Slender
14. Ya Sai	Straw	White	Long (7)	Slender
15. Nang Khean	Straw	White	Long (6.73)	Slender
16. Pukaow Tong	Brown and red	White	Vary long (7.74)	Slender
17. Niaw Dam	Straw	Purple-black	Vary long (7.96)	slender
18. Niaw Dam Puak Keaw	Straw and red	Brown-red	Vary long (7.74)	Slender
19. Chaw Mai Pai	Straw and red	Purple-red	Long (7.47)	Medium
20. Gai Reang	Straw	White	Very long (8.10)	Slender
Diversity index (H')	2.90832	2.79396	2.8553	2.91743

Table 3. Quantitative seed biodiversity of indigenous rice in Nakhon Si Thammarat Province

Varieties	100-seed weight (g)	Paddy Seed (mm)			Brown rice seed (mm)		
		Width	Length	Thickness	Width	Length	Thickness
1. Dawk Kham	2.53±0.03 ^j	2.10±0.01 ^b	8.17±0.01 ^b	1.97±0.01 ^g	1.93±0.01 ^a	5.93±0.01 ^b	1.57±0.01 ^e
2. Hawm Mali Rai	2.38±0.03 ⁱ	2.23±0.01 ^c	9.90±0.01 ^g	1.73±0.01 ^{cd}	1.80±0.01 ^a	8.07±0.01 ⁱ	1.13±0.01 ^a
3. Leb Nok Rai	2.37±0.03 ^{hi}	2.10±0.01 ^b	10.93±0.01 ^h	1.90±0.01 ^{fg}	1.90±0.00 ^a	5.97±0.01 ^b	1.10±0.01 ^a
4. Niaw Dam Dard	2.50±0.01 ^j	2.77±0.01 ^c	9.87±0.01 ^{fg}	1.87±0.01 ^{efg}	2.07±0.01 ^{ab}	7.20±0.01 ^g	1.57±0.01 ^e
5. Dawk Pa-yawm	2.15±0.06 ^e	1.97±0.01 ^a	9.03±0.01 ^d	1.50±0.00 ^b	1.77±0.01 ^a	6.83±0.01 ^c	1.30±0.01 ^{ab}
6. Sangyod Rai	2.54±0.04 ^j	2.37±0.01 ^d	9.63±0.01 ^{ef}	1.63±0.01 ^c	1.90±0.01 ^a	7.93±0.01 ⁱ	1.47±0.01 ^{de}
7. Niaw Dam Ton	2.01±0.03 ^d	2.07±0.01 ^{ab}	9.50±0.00 ^e	1.33±0.01 ^a	1.87±0.01 ^a	6.53±0.01 ^c	1.20±0.01 ^{ab}
8. Med Fai	2.32±0.02 ^{gh}	2.47±0.01 ^d	9.90±0.01 ^g	1.73±0.01 ^{cd}	2.17±0.01 ^{ab}	7.37±0.01 ^h	1.43±0.01 ^{de}
9. Niaw Dam Plee	1.59±0.05 ^a	1.97±0.01 ^a	7.83±0.01 ^a	1.63±0.01 ^c	1.73±0.01 ^a	5.73±0.02 ^a	1.37±0.01 ^{cd}
10. Niaw Dam Ka Ton	2.25±0.04 ^f	2.40±0.01 ^d	9.07±0.01 ^d	1.83±0.01 ^{def}	2.03±0.01 ^{ab}	6.80±0.01 ^{de}	1.53±0.01 ^{fg}
11. Niaw Kluay	2.29±0.02 ^{fg}	2.87±0.01 ^c	9.67±0.01 ^{efg}	1.90±0.00 ^{fg}	2.20±0.01 ^{ab}	6.67±0.01 ^{cd}	1.43±0.01 ^{de}
12. Chaw Mud	1.80±0.02 ^b	2.07±0.01 ^{ab}	8.17±0.01 ^b	1.77±0.01 ^{de}	1.67±0.01 ^a	7.47±0.01 ^h	1.10±0.01 ^a
13. Niaw Nam Pueng	1.91±0.01 ^c	1.97±0.01 ^a	9.90±0.01 ^g	1.33±0.01 ^a	1.70±0.01 ^a	7.10±0.01 ^{fg}	1.13±0.01 ^a
14. Ya Sai	1.92±0.02 ^c	2.07±0.01 ^{ab}	11.80±0.04 ^j	1.83±0.01 ^{def}	1.77±0.01 ^a	7.00±0.01 ^f	1.33±0.01 ^e
15. Nang Khean	1.46±0.05 ^a	1.40±0.03 ^a	9.87±0.01 ^{fg}	2.33±0.01 ^{bc}	1.83±0.01 ^a	8.30±0.20 ^{bc}	2.10±0.01 ^c
16. Pukaow Tong	2.72±0.03 ^j	2.30±0.00 ^{ab}	10.93±0.01 ^h	1.60±0.02 ^a	2.10±0.01 ^{ab}	7.40±0.03 ^{bc}	1.60±0.02 ^{ab}
17. Niaw Dam	2.07±0.26 ^d	2.30±0.00 ^{ab}	9.60±0.00 ^{ef}	1.70±0.00 ^{cd}	2.10±0.00 ^{ab}	6.60±0.00 ^{cd}	1.60±0.01 ^a
18. Niaw Dam Puak	2.01±0.26 ^d	1.96±0.57 ^a	10.00±0.00 ^g	1.00±0.00 ^a	1.10±0.00 ^a	7.40±0.04 ^b	1.20±0.01 ^{ab}
19. Chaw Mai	3.57±0.45 ^k	3.13±0.15 ^f	10.30±0.52 ^h	2.07±0.06 ^{bc}	2.67±0.15 ^d	7.47±0.40 ^b	1.90±0.00 ⁱ
20. Gai Reang	2.25±0.50 ^f	2.00±0.00 ^{ab}	9.93±0.23 ^g	1.83±0.06 ^{ef}	1.93±0.06 ^a	8.10±0.10 ⁱ	1.70±0.10 ^b
Average	2.23±0.10	2.60±0.04	9.70±0.02	1.72±0.03	1.91±0.01	7.09±0.01	1.44±0.01

Note: Column average followed by alphabets at the 0.05 statistical difference using the DMRT formula



Figure 2. Samples of brown rice seeds (left) and paddy seeds (right) used for estimating seed morphology in Nakhon Si Thammarat Province

Cultural utilization

The utilization of indigenous upland rice in Nakhon Si Thammarat is based on features that can be divided into six areas: foods and drinks, medicine, tradition and culture, cosmetics, agriculture, and economy and networks. These are further illustrated in Table 4 and Figures 2-5.

Table 4. Indigenous rice utilizations in Nakhon Si Thammarat Province

Category	Varieties	Local wisdom/Utilization
Foods and drinks	Dawk Kham, Leb Nok Rai, Sangyod Rai, Hawm Mali Rai, Dawk Pa-yawm, Ya Sai, Gai Reang and Chaw Mud	Main dish /Consume in daily life
	Med Fai	Processed powder for making desserts Kanom Kee Mod (germinated rice used due to being small in size) Kanom Duen Sib, Kanom Krok (fine texture/medium) Madhupayas rice stir ceremony (Yacu Rice), Grain drink with millet, poppy, and beans Kanom Thong Muan (powder mixed with millet and beans)
	Med Fai, Dawk Pa-yawm, Sangyod Rai, Gai Reang and Chaw Mud Niaw Dam and Niaw Dam Plee	Healthy five-colored rice (Figure 3) Khao Mak powder, Khao Mao, Kanom Tod, Kanom Kom
Medicine	Med Fai	Food for cancer patients in the alternative hospitals
	Niaw Dam Ka Ton Dam	1) Ya Lom for postprandial colic remedy 2) Cha Ngao sticky rice (sticky rice cooked with poppy and sugar) to be consumed with boiled Jik treetop to cure diseases, control blood pressure, and manage diabetes
Tradition and cultures	Niaw Kluay, Niaw Dam Dard and Nheaw Dam	An ingredient of the following desserts in Boon Duen Sib Festival held annually from September to October purposely to give alms to ancestors: 1. Kanom Pong (Figure 5. A) is produced at the Sart Duen Sib Festival. It has a flat appearance and is used to invite ancestors to the event. The dessert is made of Niaw Dam and Niaw Kluay .

Table 4. (contd.)

Category	Varieties	Local wisdom/Utilization
		2. Kanom La (Figure 5. B) is produced at the Sart Duen Sib Festival as a sign of clothes. It is made of rice, sugar, honey, coconut oil, and yolk.
		3. Kanom Kong or Kanom Kai Pla (Figure 5. C) is produced at the Sart Duen Sib Festival as a sign of ornaments for ancestors.
		4. Kanom Bar (Figure 5. D) is produced at the Sart Duen Sib Festival as a sign of Saba to play on Songkran days for fun.
		5. Kanom Jor Roo, Kanom Jor Hoo, or Kanom Dee Sum (Figure 5. E) is produced as a sign of money used in daily payments.
Cosmetics	Dawk Pa-yawm Leb Nok Rai	Month-five honey soap (Dawk Pa-yawm is pleasantly aromatic and can melt fat) 1. As a bar of soap, it can be used to clean the body and face. It also has anti-rash and anti-aging properties. 2. As a shampoo, it strengthens hair and has an anti-hair-fall property.
Agriculture	Leb Nok Rai, Sangyod Rai, Hawm Mali Rai, Dawk Pa-yawm, Gai Reang, Chaw Mud and Ya Sai	Rice bran is used as animal feed. Rice straw is used as fuel and animal feed for cows and buffalos and compressed into bars for mushroom cultivation. Rice husk is used as fuel, ice block covers to maintain temperature, and fertilizer by mixing husk with molasses.
Economy and networks		Rice is sold by community enterprises. Rice varieties are exchanged for agricultural development.

**Figure 3.** A. Five-colored rice, B. Khao Niaw Kaew Guan, C. Brown rice soap, and D. Shampoo



Figure 4. Decks in the Sart Duen Sib Festival annually held in Nakhon Si Thammarat Province



Figure 5. Sart Duen Sib's desserts A. Kanom Pong, B. Kanom La C. Kanom Kong, D. Kanom Bar, E. Kanom Jor Roo or Kanpm Dee Sum

Discussion

The biodiversity of indigenous rice in Nakhon Si Thammarat Province was high based on 20 collected varieties, including Dawk Kham, Hawm Mali Rai, Leb Nok Rai, Niaw Dam Dard, Dawk Pa-yawm, Sangyod Rai, Niaw Dam Ton Keaw, Med Fai, Niaw Dam Plee, Niaw Dam Ka Ton Dam, Niaw Kluay, Chaw Mud, Niaw Nam Pueng, Ya Sai, Nang Khean, Pukaow Tong, Niaw Dam Puak Keaw, Chaw Mai Phai, and Gai Reang. In line with Chuthammarach (1998), over 50% of southern Thai farmers grow indigenous rice. Furthermore, Thongtawai and Kongkuea (2010) reported that from 114 rice varieties, 40 were cultivated in high country land, 35 in low country land, 6 in high and low country land, 18 in low country clay, 12 in farms, 1 in muddy water clay, and 1 in high country clay. Currently, only 18 varieties remain. However, this study discovered 20 varieties remained planted and conserved in Nakhon Si Thammarat, the South of Thailand. Many varieties of indigenous rice were no longer present (Bunsuaykwan, 2006) due to their textures being deemed unsuitable for consumption. Therefore, public support is recommended to encourage the conservation efforts of these original varieties of indigenous rice and formulate plans to regrow them further.

The morphological study revealed that the most significant factor suggesting the diversity of indigenous rice in Nakhon Si Thammarat was brown rice shape ($H'=2.91743$), followed by seed membrane color ($H'=2.90832$),

brown rice length ($H'=28553$). The least valid factor was brown rice color ($H'=2.79396$). Consistently, Somjai *et al.* (2011) studied rice in Na Tawee River Basin, Songkhla, and revealed that seed membrane color ($H'=0.8418$) was the most significant factor. Similarly, studies investigated rice varieties in Talay Noi Basin, Phatthalung, and indigenous rice varieties in Mae Fah Luang District, Chiang Rai, and suggested that seed membrane color was the most prominent indicator of diversity, whereas seed shape was the least crucial one (Tajai and Kaladee., 2007).

The heredity diversity of seed membranes was influenced by crossbreeding during the flower-blooming season (Deb, 2006). The quantitative seed biodiversity of the 20 indigenous rice varieties was estimated by 100-seed weight, paddy width, paddy length, paddy thickness, brown rice width, brown rice length, and brown rice thickness at a level of statistical significance ($P<0.05$). On this note, Somjai *et al.* (2011) published a similar high-diversity result indicating that the width and the length of 100 paddy seeds were statistically different and varied based on changes in the environment and required adaptation. Frankel *et al.* (1995) suggested that farmers can use the knowledge of these features to improve rice varieties and control the quality of rice (including seed contamination) in future cultivation.

In terms of utilization, all the 20 indigenous rice varieties had different use cases, such as being consumed as a daily main dish (i.e., Leb Nok Rai, Sangyod Rai, Hawm Mali Rai, Dawk Pa-yawm, Gai Reang, and Chaw Mud), a medicinal ingredient (i.e., Niaw Dam Ka Ton Dam), and desserts in festivals where participants give alms to their ancestors (i.e., Niaw Dam, Niaw Dam Dard, Niaw Dam Ton Keaw, Med Fai, Niaw Dam Ka Ton Dam, Niaw Kluay, and Niaw Nam Pueng). Besides, rice can use for agricultural purposes. For instance, rice bran and treetops are used as animal feed (i.e., Leb Nok Rai and Sangyod Rai). Furthermore, community enterprises can also turn rice products, such as five-colored rice, to be positioned and sold as healthy food. These activities can also change the choices of rice species in their network.

Acknowledgments

The author would express gratitude to Nakhon Si Thammarat Rajabhat University for this research support and to all the farmers in Nakhon Si Thammarat and their networks for valuable information and rice samples.

References

- Bunsuaykwan, N. (2006). Southern Rice Strategies: The Pak Phanang Basin's Farmer Strategies. Nakhon Si Thammarat. Time Printing.

- Chantha, S. (2015). Indigenous Rice on the Land of Isan: Agricultural Communities' Local Wisdom and Genetic Resources Management. Higher Education Research Promotion and National Research Universities. Office of the Higher Education Commission.
- Chuthamarach, S. (1998). Guidelines on the Rice Production Technology for the Lower Southern Region. Office of Agricultural Research and Development Region 8, Songkhla Province, Department of Agriculture.
- Deb, D. (2006). Flowering asynchrony can maintain genetic purity in rice landraces. *Current Science*, 91:155-157.
- Frankel, O. H., Brown, A. D. H. and Burdon, J. J. (1995). The Conservation of Plant Biodiversity, Cambridge: Cambridge University Press, 299 p. Fellow, National Institute of Genetics, 254 p.
- Fowler, J., Cohen, L. and Jarvis, O. (1998). *Practical Statistics for Field Biology*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- IRRI (1996). Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Khaosa-ard, A., Siamwala, A. and Rayanakorn, K. (1998). Plant species diversity. Bangkok: TDRI. Research document no.4.
- Office of Agricultural and Economics (2007). Thailand agricultural statistic report 2006/2007. Agricultural statistic document 2007.
- Panomjan, N. and Amornviriyachai, V. (2011). Genetic Diversity of Indigenous Rice in Thale Noi Basin of Phatthalung Province by Seed Morphology. *Hatyai Academic Journal*, 9:25-31.
- Siamwala, A. and Na Ranong, W. (1993). Knowledge process of rice. Bangkok. TDRI.
- Somjai, O., Nualsri, C. and Laosuwan, P. (2010). Genetic Diversity of Indigenous Rice in Nathawi Basin of Songkhla Province by Seed Morphology and Microsatellite Markers. *Agricultural Science Journal*, 41:89-97.
- Thongdee, I. (1998). Rice Cultural and Changes Bangkok.
- Tian, S., Nakamura, K. and Kayahara, H. (2004). Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52:4808-4813.
- Tajai, W. and Kaladee, D. (2007). Pure Heredity Indigenous rice Seed Divide Ayo Mai village, Mae Fah Luang District, Chiang Rai Province. *Agriculture Science Journal*, 37:183-186.
- Thongtawai, J. and Kongkuea, C. (2010). Indigenous rice in Pak Panang Basin Landscape of the top of the southern part. Resource Management Project by Southern river basin community organization, Nakhon Si Thammarat, Time printing.
- Zhou, Z., Robards, K., Helliwelland, S. and Blanchard, C. (2004). The distribution of phenolic acids in rice. *Food Chemistry*, 87:401-406.

(Received: 25 October 2022, accepted: 30 December 2022)

Effect of physico-chemical conditions on the phytoplankton community in the Sago Palm Wetlands, Nakhon Si Thammarat province, the Peninsular East Coast of Thailand

Chankaew, S.^{1*}, Chunta, S.¹, Baimai, V.² and Kiriratnikom, S.³

¹Department of Interdisciplinary Management of Biodiversity, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand; ²Biodiversity Research Cluster, Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand; ³Department of Biological and Environmental Science, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung, Thailand.

Chankaew, S., Chunta, S., Baimai, V. and Kiriratnikom, S. (2023). Effect of physico-chemical conditions on the phytoplankton community in the Sago Palm Wetlands, Nakhon Si Thammarat province, the Peninsular East Coast of Thailand, International Journal of Agricultural Technology 19(2):421-434.

Abstract A total of 30 genera of phytoplankton belonging to four divisions were identified. The highest of Shannon Wiener diversity index of phytoplankton were 2.463 in dry season of Trang River basin (TR4). The second-most abundant genera were *Euglena* and *Pandorina*. The water quality of all sampling sites were not clearly differed and classified as oligotrophic-mesotrophic status. Canonical correspondence analysis (CCA) after analyzed the relationship between the physico-chemical parameters and the phytoplankton. Among the environmental parameters, hardness and pH found to be the most important factors for *Bacillaria* and *Gomphonema* in the dry season. While, the wet season, *Eudorina*, *Pleurosigma* and *Synedra* were positively correlated with dissolved oxygen. *Fragilaria* was positively correlated with the ammonia content but *Bacillaria* was negatively correlated with total dissolved solids and conductivity.

Keywords: Phytoplankton, Sago Palm Wetlands, Water quality

Introduction

Microalgae or phytoplankton have numerous advantages that make them suitable for biodiversity and environmental monitoring studies. The productivity of the aquatic ecosystem depends on the phytoplankton (Parmar *et al.*, 2016). The microalgae are one of the most rapid bio-indicator of water quality changes due to their short lifetime, instantaneous response to pollutants and easy to determine their numbers. Phytoplankton or microalgae as a lower plant that contains chlorophyll for photosynthesis. Microalgae are important for food, and agricultural crop production in fixing nitrogen, drug to treat various diseases,

* **Corresponding Author:** Chankaew, S.; **Email:** suriya_cha@nstru.ac.th

and wastewater disposal. Ecosystems are classified as producers and as a part of the primary food chain of aquatic organisms (Peerapornpisan *et al.*, 2007). Phytoplankton is sensitive to environmental change and has been used as water bio-indicator (Palmer, 1969). Some species go along in eutrophic water, while some species thrive in oligotrophic water. Some genera of phytoplankton are concerned as the most organic pollution-tolerant such as *Oscillatoria*, *Scenedesmus*, *Euglena*, *Nitzschia* and *Navicula* (Palmer, 1969). Peerapornpisan *et al.* (2007) using AARL-PP score method with dominant specie for evaluation water quality in freshwater bodies. Many researchers are interested in phytoplankton in terms of biodiversity in many areas and used as bio-indicators (Palmer, 1969; Sakset and Chankaew, 2013; Bellinger and Sigee, 2015; Prasertsin and Peerapornpisan, 2015).

Nakhon Si Thammarat province is one of the most biodiversity provinces in Thailand as an important watershed because of the mountain areas. There are many aquatic ecosystems in canal and stream flowing through the areas. In this area, a large variety of wetland plants are found as the endemic plants in the southern of Thailand is "Sago" (Sago palm, *Metroxylon* sp.). "Sago Palm" is a plant that plays an important role as the main plant in the wetlands because of the high biodiversity in sago forest ecosystem. In Malaysia, the sago palm is grown in the freshwater swamps, especially in the state of Sarawak (Phang *et al.*, 2000).

This study focused on phytoplankton diversity in term of abundance, species composition, seasonal distribution and its correlations with the water quality based on physical and chemical parameters in Sago plam wetland, Nakhon Si Thammarat, Thailand. The obtained data provided basic information and assessing aquatic resources of Sago plam wetland. It can be developed for aquatic animal and Sago palm resources management for sustainable utilization.

Materials and methods

Study sites

Data on phytoplankton diversity were collected which based on spatial and seasonal variability in the areas of the sago palm wetlands of the peninsular east coast basins of Thailand in Nakhon Si Thammarat province. It was obtained from sampling freshwater fishes in four river basins, namely the upper Pak Phanang River basin (UP), the lower Pak Phanang River basin (SP), the Trang River basin (TR) and the Tapi River basin (TP). Each of the river basins was included five survey stations in the total of twenty survey stations (Figure

1). The samples were collected during two seasons in 2020, summer (March to May) and the rainy season (September to November).

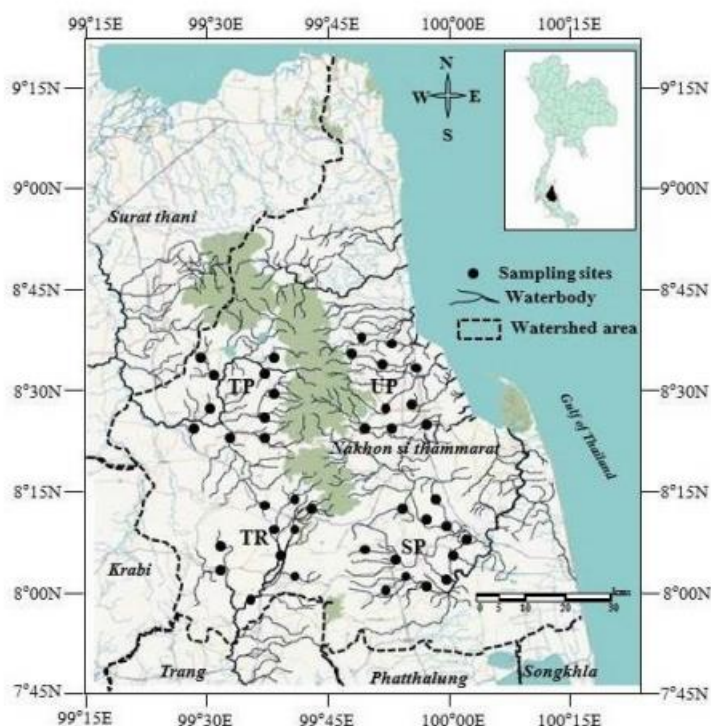


Figure 1. Map of sampling stations locates in the Upper Pak Phanang River Basin (UP), Lower Pak Phanang River Basin (LP), Trang River Basin (TR), and Tapi River Basin (TP), Nakhon Si Thammarat province, Thailand

Source: Adapted from National Hydroinformatics Data Center (2020)

Samplings

The samples were collected from the sago forest wetland at 20 stations by in 2 seasons, dry and rainy seasons, 3 replications per site using phytoplankton net with pore size of 22 micron. Phytoplankton samples were collected vertically down from the water dept along with water quality measurement. The samples were filtered and preserved in Lugol's solution (Wongrat and

Boonyapiwat, 2003). The samples were then transported to the laboratory for identification into species. Phytoplankton was counted by using a Sedgewick rafter chamber following the methods in APHA, AWWA and WPCE (1989). The water quality was tested in terms of its physical and chemical during the fieldwork, using a fieldwork Lovibond 600 water quality gauge.

Phytoplankton identification, diversity index and data analysis

The phytoplankton species were classified according to morphology according to Presscott (1978), Lewmanomont *et al.*, (1995), Wongrat (1995), John *et al.*, (2002) and Peerapornpisan (2006). The Shannon-Wiener diversity index was done according to the method of Brower *et al.*, (1997).

Statistical analyses were performed using software the multivariate statistical package (MVSP) for Windows. In order to identify interrelationships among sampling sites, the cluster analysis was presented as the percent similarity. The MVSP was used for Canonical Correspondence Analysis (CCA). The trophic status of water was evaluated from the main parameters such as dissolved oxygen (DO), conductivity, ammonia-nitrogen, nitrate-nitrogen and soluble reactive phosphorus by the Applied Algal Research Laboratory Physical and Chemical score (AARL PC score) (Peerapornpisan *et al.*, 2004). The cluster and CCA data were transformed to square root and the axes extracted by Kaiser's rule.

Results

Phytoplankton community

A total of 30 genera of phytoplankton were found from 20 sampling sites of sago plum wetland, Nakhon Si Thammarat province, Thailand. It is classified into 4 divisions. The chrysophyte (11 genera) was the highest of phytoplankton, followed by the green algae (10 genera) while, euglenoid was lowest diversity with 4 genera. According to the numbers of phytoplankton, *Euglena* was the dominant genera, with 24.0 ± 27.1 units/L. Freshwater diatom was the dominant group of Lower Pak Phanang River Basin (LP) and Tapi River Basin (TP) with *Navicula* were 21.6 ± 1.7 units/L and 16.4 ± 8.6 units/L, respectively, while the dominant group of the Trang watershed was *Euglena*, *Strombomonas* 22.8 ± 13.2 units/L (Table 1).

Table 1. Number of species, density (units/L), distribution and AARL-PP score, of phytoplankton in the sago palm wetlands of Nakhon Si Thammarat province, Thailand

Division / genus	Dry season				Wet season			
	Sampling site				Sampling site			
	UP	SP	TR	TP	UP	SP	TR	TP
CYANOPHYTA								
<i>Anabaena</i>	7.8±15.6	5.2±5.2	1.2±2.4	12.4±17.9	0	0	0	0
<i>Arthrospira</i>	0	0	2.4±2.9	0	0	0	0	0
<i>Lyngbya</i>	1.2±1.5	0	2.8±3.4	0.6±1.3	0	0	0	0
<i>Merismopedia</i>	0.8±1.6	0	0	0.8±1.8	0	0	0	0
<i>Oscillatoria</i>	13.6±5.9	2.2±4.9	3.2±3.9	7.4±7.1	0	2.9±2.7	21.6±15.2	10.6±9.6
CHLOROPHYTA								
<i>Closterium</i>	0.6±2.8	2.4±3.6	20.6±21.6	1.4±3.1	4.3±8.7	0	0	0
<i>Cosmarium</i>	0	0	0	0	15.4±15.0	0	0	0
<i>Eudorina</i>	0.4±2.4	0.4±0.9	2.4±2.1	2.2±2.0	0	0	3.2±7.2	2.6±3.6
<i>Gonium</i>	0.4±0.8	0	0	0	0.8±1.2	0	0	0
<i>Pandorina</i>	24.0±11.2	2.8±6.3	5.2±3.2	0	8.3±9.0	85.1±62.5	0	36.9±36.1
<i>Pediastrum</i>	8.8±2.1	0.4±0.9	6.6±5.5	1.8±2.5	4.5±6.6	0	0	0
<i>Pleurotaenium</i>	0	0	0	0	0.5±0.8	1.8±3.6	7.4±16.5	7.3±6.7
<i>Scenedesmus</i>	6.6±0	0.4±0.9	0	0	3.5±5.1	0	0	0
<i>Spirogyra</i>	21.0±3.6	0.4±0.9	0.8±1.6	0.5±0.4	0.9±1.9	0	8.7±3.2	3.0±4.4
<i>Staurastrum</i>	0	2.2±4.9	0.4±0.8	0	1.7±2.5	0	0	0
<i>Staurodesmus</i>	22.4±0	1.4±1.9	0.6±1.2	0	0	0	0	0
<i>Synedra</i>	17.0±4.4	0.4±0.9	0	2.2±4.9	0	0	0	0
EUGLENOPHYTA								
<i>Euglena</i>	24.0±27.1	16.0±6.3	14±11.5	9.0±7.2	34.2±29.1	104.7±61.7	16.1±6.5	47.3±29.5
<i>Phacus</i>	0	3.4±7.6	2.4±3.5	0	15.6±5.6	95.5±57.9	7.5±4.8	41.4±29.9
<i>Strombomonas</i>	8.8±8.7	12.6±19.5	22.8±13.2	5.4±5.5	0	0	0	0
<i>Trachelomonas</i>	21.0±13.1	18.0±18.2	20.0±9.8	9.8±8.9	2.8±3.4	42.6±34.7	0	19.3±20.1
CHRYSOPHYTA								
<i>Amphora</i>	0.6±1.2	1.8±1.6	0	0	1.5±2.9	0	0	0
<i>Bacillaria</i>	2.2±4.4	0.6±1.3	0	2.2±4.9	2.0±4.0	0	0	0
<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0.9±1.3	0	0	0
<i>Cymbella</i>	1.6±3.2	0.6±1.3	0.6±1.2	0	0	0	0	0
<i>Diatoma</i>	0	0.4±0.9	0.4±0.8	0	0	0	0	0
<i>Diatomella</i>	6.6±9.5	8±8	10.0±5.8	0.4±0.9	0	0	0	0
<i>Euastrum</i>	0	0	0	0	0	0	1.8±4.0	1.5±2.0
<i>Fragilaria</i>	0	0	0	0	0.8±1.6	0	5.6±5.4	2.8±3.2
<i>Gomphonema</i>	0.4±0.8	0.4±0.9	0	0	0	0	0	0
<i>Cyrosigma</i>	2.4±3.5	0.8±1.3	0	0	2.8±5.6	0	0	0
<i>Navicula</i>	22.4±5.0	21.6±1.7	17.2±6.9	16.4±8.6	18.4±12.3	20.1±2.9	30.7±3.2	14.2±16.0
<i>Neidium</i>	0	0.4±0.9	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia</i>	0.4±0.8	1.2±2.7	0.6±1.2	0	4.6±6.6	4.6±3.8	2.1±3.5	3.5±0.9
<i>Melosira</i>	0.8±1.6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia</i>	0	0	0	0	0	12.8±11.7	26.9±8.2	14.9±10.0
<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	6.7±7.4	3.5±4.1
<i>Surirella</i>	0	0	0	0	0	11.3±9.5	0	5.2±5.5
Number of genus	25	25	20	15	18	10	12	15
AARL score	7.0	7.0	6.33	7.33	6.67	8.0	8.33	8.0
Trophic status	Meso- eutrophic	Meso- eutrophic	Meso- eutrophic	Meso- eutrophic	Meso- eutrophic	eutrophic	eutrophic	eutrophic
Classified of water quality	Class 4	Class 4	Class 4	Class 4	Class 4	Class 5	Class 5	Class 5

In the dry season, distribution of phytoplankton was found 4 divisions in 25 genera. The chrysophyte were the dominant group (17 genera). The highest of number was found in the UP and LP (Table 1). Ten genera were found in all areas such as *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Closterium*, *Eudorina*, *Pediastrum*, *Euglena*, *Trachelomonas*, *Strombomonas*, *Diatomella* and *Navicula*. Distribution of phytoplankton in 4 areas of the rainy season was 4 divisions of phytoplankton which 25 genera were found, in the dry season which the green algae and the chrysophyte were the dominant group (11 genera) and the lowest was found in blue green algae, *Oscillatoria*. Upper Pak Phanang found the highest number of species (18 genera) while the lower Upper Pak Phanang was the lowest of number (10 genera). There were found five genera in all selected areas such as *Pleurotaenium*, *Euglena*, *Phacus*, *Navicula* and *Nitzschia* (Table 1).

Phytoplankton diversity index in SagoPalm wetland is shown in Figure 2. In the summer, the most sampling site of the diversity index was higher than the rainy season. The highest diversity index found in the Trang River tributary area (TR4) of 2.463 while in the rainy season, the highest value was in the upper Pak Phanang River tributary area (UP2) which was 2.443. The lowest of phytoplankton diversity index was found in the rainy season at the lower Pak Phanang River tributary (SP1) which was 1.33 (Figure 2).

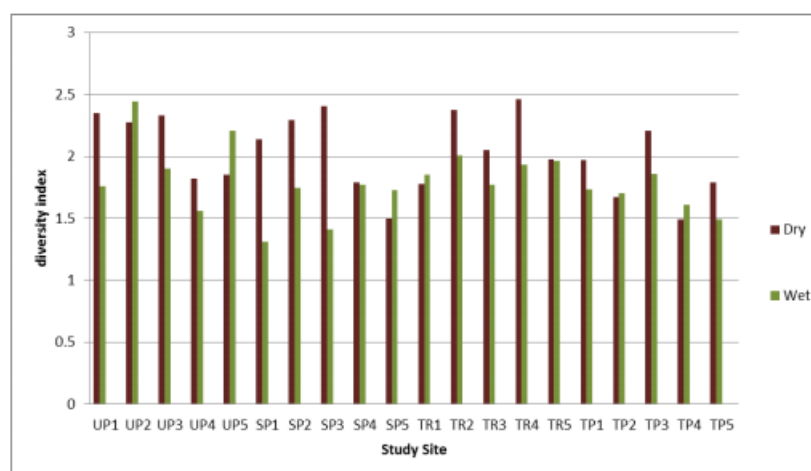


Figure 2. Shannon Wiener diversity indices in site and season of phytoplankton in the sago palm wetlands of Nakhon Si Thammarat province, Thailand

The evenness index of phytoplankton in two seasons were similarity. The summer and rainy seasons were ranged of 0.74-0.936 and 0.718-0.945, respectively. The highest of evenness index was found in the summer season at the upper Pak Phanang River tributary (UP4) and the rainy season found in the lower Pak Phanang River tributary watershed (SP1) which were 0.936 and 0.945, respectively (Figure 3).

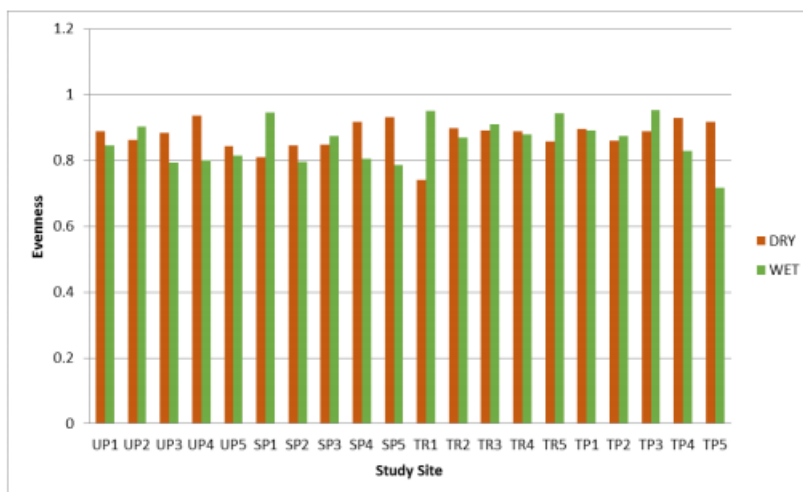


Figure 3. Evenness indices in site and season of phytoplankton in the sago palm wetlands of Nakhon Si Thammarat province, Thailand

The water quality in Sago were evaluated by AARL PC Score. Most of the sampling sites showed similarity trophic status in each season due to similarity locations in Nakhon Si Thammarat province. The most sampling sites were classified in the meso-eutrophic status, except at SP, TR and TP sites during the wet season which shown eutrophic status. The TR site in dry season was the highest clean water, and being meso-eurotrophic status because this area was small site which surrounded by deciduous forests, there was not much contaminated from tourists and agricultural activities. The change in water quality and trophic status were not much in both sites and seasons.

The UGPMMA dendrogram was classified into 2 groups at the percent similarity of 50 based on phytoplankton diversity which demonstrated from 20 sampling sites in dry season. The first group was found at all sampling sites except the upper Pak Phanang River tributary areas (UP4) and the River Basin 4 (TP4). In the rainy season, the similarity of phytoplankton distribution was 50

percent which classified into 6 groups. There were found 4 groups in sampling sites namely, UP4, TP5, SP1 and UP3 (Figure 4 and 5).

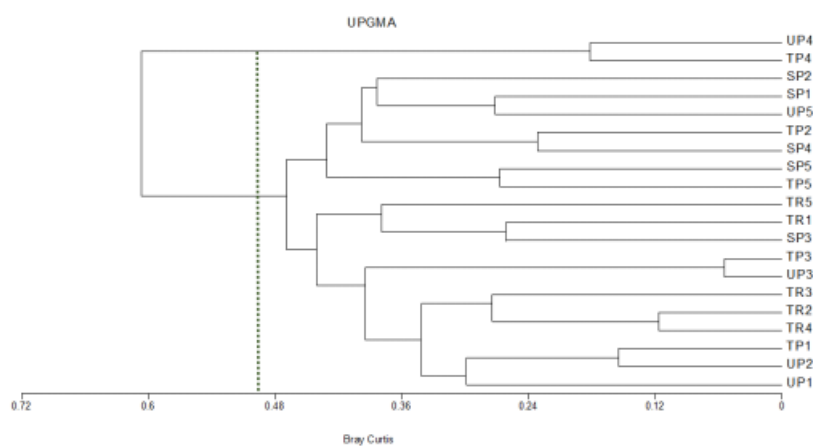


Figure 4. Dendrogram for clustering of sampling site based on physico-chemical parameter in the dry season

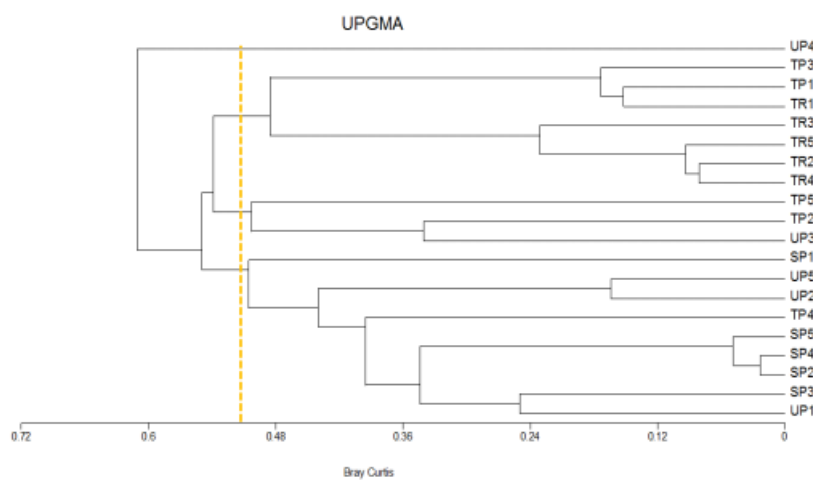


Figure 5. Dendrogram for clustering of sampling site based on physico-chemical parameter in the wet season

Phytoplankton distribution and water quality were correlated by Canonical Correspondence Analysis (CCA) that in the summer season revealed to be low correlation. The *Bacillaria* (Bac) was positively correlated with pH, while *Gomphonema* (Gom) was negatively correlated with pH (Figure 6). The rainy season, *Eudorina* (Eudr), *Pleurosigma* (Pleu) and *Synedra* (Syn) were positively correlated with dissolved oxygen (DO), *Fragilaria* (Fra) was positively correlated with ammonia (Amm). Whereas, *Bacillaria* (Bac) was negative correlated with total dissolved solids (TDS) and conductivity (Cond). *Trachelomonas* (Tra) and *Gonium* (Gon) were negative correlated with nitrite (Nitri) and nitrate (Nitra) (Figure7).

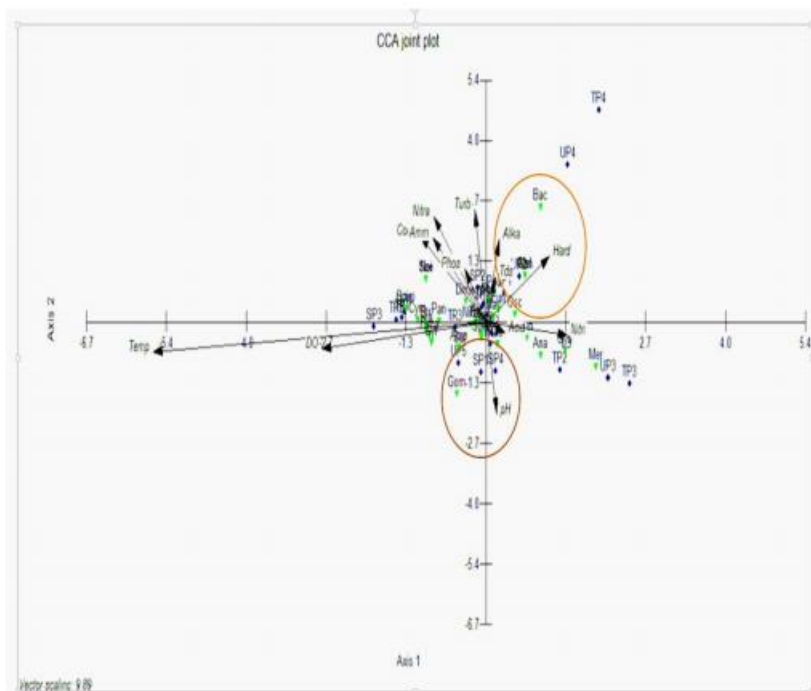


Figure 6. Canonical Correspondence Analysis ordination of phytoplankton distribution based on the correlation of physico-chemical water quality in dry season

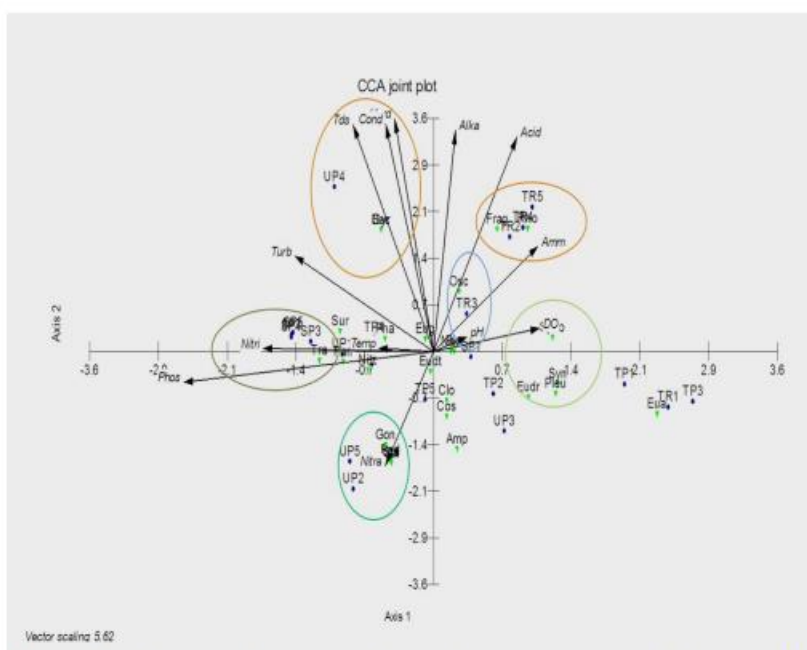


Figure 7. Canonical Correspondence Analysis ordination of phytoplankton distribution based on the correlation of physico-chemical water quality in wet season

Discussion

Phytoplankton community

From the results of Canonical Correspondence Analysis (CCA), a few species of phytoplankton were related with each physico-chemical parameter. *Bacillaria* was a high hardness tolerant species. However, phytoplankton was sensitive to the physical and chemical properties. In Sago Palm wetland, Nakhon Si Thammarat province, 30 genera were found, the appropriate conditions for phytoplankton are normally found in high nutrient water bodies with mesotrophic–eutrophic status (Peerapornpisal *et al.*, 2004). Due to the wetland of sago palm is small area. Chrysophytes was found to be the most diverse because it possessed a wide range of environmental variables (Mooser *et al.*, 1996). Phytoplankton diversity depends on the key ecological process such

as succession, predation and competition, and changes in these processes can alter the diversity through changes in evenness (Sterling *et al.*, 2001).

There were found 30 genera of phytoplankton in this study which revealed less than the number of phytoplankton genera reported in Sago palm forest of Nakhon Si Thammarat province, which consisted of 100 genera of 6 divisions in 2013 (Weeraphong *et al.*, 2016). The phytoplankton richness showed the highest in UP and SP site followed by TR. While, the lowest species richness was SP site which lower in diversity when compared the phytoplankton community reported in the lower part of the Tapee River basin, where the higher value of species richness was 63 genera (Sakset and Preecha, 2021). When comparison the study of Promana (2002) who reported toxic algae distribution and water quality in Kwan Phayao that was similar group in this study which were blue green algae, green algae, chrysophyte and euglenoids, due to phytoplankton are commonly found in freshwater and eutrophic water bodies.

Phytoplankton distribution and physico-chemical parameters

AARL-PP score showed 6.67 overall of both seasons, indicating that the trophic status was meso-eutrophic to eutrophic status level (Table 1). The water quality of Sago palm wetland in this study was classified to Class 4-5 of surface water quality standard of Thailand (Pollution Control Department, 2016) (Table 1), resulted inconsistent with reported in Pak Phanang river basin (Sakset, 2011) and the lower part of the Tapee river basin, Surat Thani province (Sakset and Preecha, 2021). It is suggested that the amount of water bodies in this wetland was less than those area due to the small areas and high nutrients in the water bodies.

As results, it was showed the range of physico-chemical water parameters which related with distribution of phytoplankton in all sampling sites. The major factors that influenced the distribution of phytoplankton in the dry season such as alkalinity, pH and hardness. In the rainy season, the number of phytoplankton was significantly decreased, except in TP. In the SP site, the distribution of phytoplankton was found 25 genera which appeared in dry season whereas only 10 genera occurred in wet season. Due to the wet season in this area is moderate current velocity that impacted to the phytoplankton distribution. The changing of water temperature in each season directly affected the succession of phytoplankton. In the dry season, the average water temperature was 28.05 ± 0.71 °C. *Anabaena*, *Lyngbya*, *Merismopedia*,

Arthrospira, *Surirella*, *Synedra*, *Strombomonas* and *Diatomella* were found to be the dominant species in all sites but not found in the rainy season, when the water temperature was lower. However, many chrysophyte species (diatom), *Euastrum*, *Fragilaria*, *Pinnularia*, *Pluerosigma* and *Rhopalodia* were found in only the wet season.

Fluctuation in nitrogen and phosphorus ratios represent significant as limiting growth factors to most algal species in aquatic ecosystems (Mohamed *et al.*, 2017). As the result, in the sago palm wetland in Nakhon Si Thammarat province, the nutrients were slightly increased in the rainy season which high concentration of nutrient because of nitrogen in the soil, agricultural fertilizer and human waste diluted to the wetland. The high nutrient concentration had a negative correlated with phytoplankton diversity. Nutrient which effect the growth of phytoplankton are nitrate and phosphate which are found in natural water bodies. Phosphate (soluble reactive phosphorus) is considered as one of the important nutrient limiting phytoplankton growth (Welch *et al.*, 1978).

Acknowledgements

The authors would like to thank the Nakhon Si Thammarat Rajabhat University for supporting, and special thanks go to the students from Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University for field assistance.

References

- APHA, AWWA, WPCE. (1989). Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington DC.
- Bellinger, E. G. and Sigeo, D. C. (2015). Freshwater algae identification and use as bioindicator. 2nd Ed. Wiley-Blackwell, New Jersey.
- Brower, J. E., Zar, J. H. and Ende, C. N. (1997). Field and laboratory methods for general ecology, 4th ed. WCB:McGraw-Hill Education, Iowa.
- John, D. M., Whitton, B. A. and Brook, A. J. (2002). The Freshwater algae flora of British Isles. Cambridge: Cambridge University Press, UK.
- Lewmanomont, K., Wongrat, L. and Supanwanid, C. (1995). Algae in Thailand. Office of Environment Policy and Planning, Bangkok.
- Mohamed, A. N., Kader, M. O. A., Nor, N. M., Osman, N., Shohaimi, S., Zulkifly, S., Omar, H. and Ismail, A. (2017). Comparison of phytoplankton diversity and succession between two small non-made lakes in Serdang, Selangor. *Tropical Ecology*, 58:485-496.
- Mooser, K. A., Macdonald, G. M. and Smol, J. P. (1996). Applications of freshwater diatoms to geographical research, *Progress in Physical Geography*, 20:21-52.
- National Hydroinformatics Data Center. (2020). Monitor the water situation and water quality in Thailand. Retrieved from <https://www.thaiwater.net/water/quality>

- Palmer, M. C. (1967). A composite rating of algae to tolerating organic pollution. *Phycologia*, 5:78-82.
- Parmar, T. K., Rawtani, D. and Agrawal, Y. K. (2016). Bioindicator: the natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in life science*, 9:110-118.
- Peerapornpisal, Y., Chaiubol, C., Pekoh, J., Kraibut, H., Chorum, M., Wannathong, P., Ngenpat, N., Jusakul, K., Thammathiwat, A., Chuananta, J. and Inthasotti, T. (2004). The monitoring of water quality in AngKaew Reservoir of Chiang Mai University by using phytoplankton as bioindicator from 1995-2002. *Chiang Mai Journal of Science*, 31:85-94.
- Peerapornpisal, Y. (2006). *Phycology*. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai.
- Peerapornpisal, Y., Pekkon J., Powangprasit, D., Tonkhamdee, T., Hongsirichat, A. and Kunpradid, T. (2007). Assessment of water quality in standing water by using dominant phytoplankton AARL-PP score). *Journal Fisheries Technology Research*, 1:71-81.
- Phang, S. M., Miah, M. S., Yeoh, B. G. and Hashim, M. A. (2000). *Spirulina* cultivation in digested sago starch factory wastewater. *Journal of Applied Phycology*, 12:395-400.
- Pollution Control Department (2016). Notification of pollution control department. Retrieved from <http://hydrolaw.thaiwater.net>.accessed
- Prasertsin, T. and Peerapornpisal, Y. (2015). Diversity and phytoplankton and water quality in some freshwater resources in Thailand. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 10:1101-1123.
- Presscott, G. W. (1978). *How to know freshwater algae. The picture key Nature Series* W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque. Iowa.
- Promana, R. (2002). Distribution of toxic algae and water quality in Kwan Phayao, Phayao province in 1999-2000. (Masters thesis). Chiang Mai University, Thailand.
- Sakset, A. (2011). Biophysical and Socio-economic assessment for fisheries management in the freshwater fishing area in Pak Phanang River Basin, Nakhon Si Thammarat province. (Ph.D. Thesis). Asian Institute of Technology, Thailand.
- Sakset, A. and Chankaew, W. (2013). Phytoplankton as a bio-indicator of water quality in the freshwater fishing area of Pak Phanang River Basin (Southern Thailand). *Chiang Mai Journal of Science*, 40:344-355.
- Sakset, A. and Preecha, C. (2021). Variations of phytoplankton in the lower part of the Tapee river basin (TRB), Surat Thani province, Thailand. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49:763-778.
- Sterling, G. and Wilsey, B. (2001). Empirical relationships between species richness evenness and proportional diversity. *The American Naturalist*, 158:286-299.
- Weeraphong, M., Jariyapong, M. and Jaihowweerapong, D. (2016). The study of algae diversity in Sago Palm forests, Nakhon Si Thammarat. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 8:134-141.
- Welch, E. B., Sturtevant, P. and Perkins, M. A. (1978). Dominance of phosphorous over nitrogen as a limited of phytoplankton growth rate. *Hydrobiologia*, 57:209-215.

- Wongrat, L. (1995). Phytoplankton. Section of Fisheries of Fishery: Kasetsart University, Bangkok.
- Wongrat, L. and Boonyapiwat, S. (2003). Manual of sampling and analytical methods of plankton. Kasetsart university press, Bangkok.

(Received: 2 September 2022, accepted: 28 February 2023)

การกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย

สุรศักดิ์ วัฒนอนุกุล¹, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์¹, กิตติชัย จันธิมา¹, กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง¹ และ สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล²

1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; mohun2557@hotmail.com (สุรศักดิ์); p.chuenwong2@gmail.com

(พิรภานุวัฒน์) (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ); chantimak179@gmail.com (กิตติชัย); nsukung@gmail.com

(กฤตวิชญ์)

2 มหาวิทยาลัยพะเยา; sitthisak.pi@up.ac.th

บรรณาธิการผู้รับผิดชอบบทความ:

ศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ เจิมสิทธิประเสริฐ

มหาวิทยาลัยซีตีไอส์แลนด์ สาธารณรัฐตุรกีแห่งไซปรัสเหนือ

ผู้ทรงคุณวุฒิผู้พิจารณาบทความ:

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชิต ลำไย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสุดา สมัยใหม่

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

3) อาจารย์ ดร.กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) อาจารย์ ดร.ปณิดา กาจันะ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย ผลจากการสำรวจมีจำนวนไม้ต้น ทั้งหมด 200 ต้น ส่วนใหญ่เป็น สัก 56 ต้น ค่าความหนาแน่น 128 ต้น/ไร่ มีมวลชีวภาพรวม 42,256.64 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 33,272.95 กิโลกรัม/ไร่ และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน 8,983.70 กิโลกรัม/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน รวม 19,860.62 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ โดยมีปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน ทั้งหมด 15,638.29 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ และปริมาณคาร์บอนใต้พื้นดิน 4,222.34 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ทั้งนี้การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของสังคมพืชในป่าปลูก และป่าธรรมชาติในพื้นที่ และจังหวัดใกล้เคียง ตลอดจนการรณรงค์ ส่งเสริมให้ปลูกป่าเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ, พื้นที่ป่าปลูก, การกักเก็บคาร์บอน

ข้อมูลการอ้างอิง: สุรศักดิ์ วัฒนอนุกุล, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง และ สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). การกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย.

วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา, 11(2), 156-167. <https://doi.org/10.14456/jirgs.2022.19>

บทนำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) ชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกปลดปล่อยในปริมาณมหาศาลสู่ชั้นบรรยากาศจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์และเป็นต้นเหตุสำคัญที่ส่งผลให้ผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ระบบนิเวศป่าไม้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (Biomass) ทั้งในส่วนของพื้นที่ดิน (Above-ground Biomass) (วัฒนณรงค์ มากพันธ์ และคณะ, 2561) ซึ่งได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนใต้ดิน (Below-ground Biomass) ซึ่งได้แก่ ราก ทำให้คาร์บอน ถูกตรึงอยู่ในต้นไม้และไม่ถูกปลดปล่อยออกมาจนกว่าจะมีการเผาหรือตัดไม้ออกจากพื้นที่ ซึ่งจากการตัดไม้ทำลายป่าหรือการเผาป่าเพื่อทำการเกษตรไม่เพียงแต่ทำให้คาร์บอนถูกปลดปล่อยออกมาแล้วยังเป็นการทำลายแหล่งดูดซับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญอีกด้วย (กานต์นภัส ดวงกลาง และคณะ, 2561) การศึกษาโครงสร้างป่าและการกักเก็บคาร์บอน จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยวางแผนการจัดการป่าไม้ และลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ตลอดจนบรรเทาผลกระทบ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

ป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ ประกาศกำหนดเป็นป่าสงวนแห่งชาติเมื่อปี พ.ศ.2517 มีเนื้อที่ตามประกาศประมาณ 149,185 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน และตำบลแม่ยาวและตำบลบ้านคู้ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย ซึ่งประสบปัญหาในเรื่องการบุกรุกทำลายป่าจากราษฎร บริษัท เชียงรายท่าไม้ จำกัด ซึ่งได้รับการสัมปทานท่าไม้ช่วงปี พ.ศ.2520-2526 มีการปลูกป่าชดเชยตามเงื่อนไขสัมปทานรวมเนื้อที่ 5,624.67 ไร่ นอกจากนี้มีพื้นที่สวนป่าในสังกัดสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15 รวม 3 หน่วยงานได้ดำเนินการปลูกป่าในเขตตำบลแม่ยาวทั้งหมด คือ หน่วยจัดการต้นน้ำแม่ซ้าย จำนวน 18,134 ไร่ หน่วยจัดการต้นน้ำแม่ยาว จำนวน 10,772 ไร่ และสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยบ่อ จำนวน 6,300 ไร่ สรุปพื้นที่ป่าที่ปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ ซึ่งอยู่ในเขตตำบลแม่ยาวทั้งหมดพื้นที่รวม 40,982.93 ไร่ (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เขตลำปาง, 2561; สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15, 2564) ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาโครงสร้าง องค์ประกอบชนิดพรรณไม้ของสังคมพืชในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย และเพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ ในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ เลือกศึกษาพื้นที่แปลงป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ เพื่อศึกษาโครงสร้าง องค์ประกอบชนิดพรรณไม้ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชเพื่อนำไปสู่การวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ป่า ซึ่งจะได้ข้อมูลพื้นฐานประกอบการวางแผนการบริหารจัดการพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสังคมพืชในป่าปลูก ในป่าสงวนแห่งชาติ และใช้พื้นที่บริเวณป่าสงวนแห่งชาติป่า ดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดเชียงรายต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

ปริญญ์ ภูศักดิ์สาย และคณะ (2561) ได้ศึกษาเรื่องมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการศึกษา พบว่า สะเดา มีการเติบโตสูงสุด และมีมวลชีวภาพมากที่สุด เท่ากับ 154.76 ตันต่อเฮกตาร์ สำหรับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณมวลชีวภาพ คือ สะเดา มีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ตะเคียนทอง ประดู่ป่า และสะเดาเทียม ทั้งนี้ ความแตกต่างของการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่ในสวนป่าแต่ละชนิด เป็นผลมาจากความแตกต่างของมวลชีวภาพของต้นไม้ มากกว่าผลจากปริมาณคาร์บอน (carbon content) ที่สะสมในมวลชีวภาพ เนื่องจากมีสัดส่วนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างของมวลชีวภาพ

วสันต์ จันทร์แดง และคณะ (2553) ได้ศึกษาเรื่อง การกักเก็บคาร์บอนในสังคมพืชป่าไม้ชนิดต่างๆ ณ สถานีวิจัยและฝึคนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ระบบนิเวศป่าไม้คือ แหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่และแหล่ง

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)

กักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ ดังนั้น จึงควรส่งเสริมการปลูกป่าผสมผสานและสวนป่าเศรษฐกิจแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มพื้นที่กักเก็บคาร์บอนมากกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว

สมชาย นองเนื่อง และคณะ (2555) ศึกษาเรื่อง การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่าสนสามใบหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า สวนป่าสนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว 21 ชั้นอายุระหว่าง 14-34 ปี มีมวลชีวภาพ ในสวนป่าแปรผันระหว่างอายุ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามอายุสวนป่า การทดแทนของพรรณไม้ใบกว้างใน สวนป่าทำให้มวลชีวภาพของสวนป่าเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้การสะสมคาร์บอนในสวนป่าเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น การจัดการสวนป่าสนสามใบเพื่อให้มีประสิทธิภาพ ในการสะสมคาร์บอนสูงสุด ควรมีการตัดขยายระยะ ไม่นานสามใบที่ใบขึ้นอยู่หนาแน่นออก เพื่อปล่อยให้มีการทดแทนของพรรณไม้ใบอื่น นอกจากนี้ การปลูก เสริมป่าด้วยไม้ใบกว้างในสวนป่าสนสามใบจะช่วยให้ ประสิทธิภาพของการสะสมคาร์บอนในสวนป่าเพิ่มขึ้น

ยุพเยาว์ โดศิริ และคณะ (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์พบว่า ป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน มีความหลากหลายชนิดของไม้ต้น ทั้งสิ้น 25 วงศ์ 31 สกุล 35 ชนิด โดยไม้ต้นมีความหนาแน่นเฉลี่ย 263 ต้นต่อไร่ มีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเฉลี่ย 2.896 ตารางเมตรต่อไร่ มีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย เท่ากับ 12,281.23 กิโลกรัมต่อไร่ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งพื้นที่ป่า คิดเป็น 245,624.52 กิโลกรัม ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงชี้ให้เห็นว่าไม้ต้นในระบบนิเวศของป่าชุมชนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บคาร์บอนไว้ในเนื้อไม้ และมีส่วนช่วยลดภาวะโลกร้อนได้

ติวายุ เกียรติสอาด และคณะ (2563) ทำการศึกษาเรื่อง การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร พบว่าแนวทางการจัดการสวนสันติภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้สอดคล้องกับแนวทางในการกำหนดระยะปลูกไม้ยืนต้นของกรุงเทพมหานคร สวนสันติภาพสามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีก 218 ต้น ในบริเวณที่มีความหนาแน่นของต้นไม้ไม่มากนัก โดยการปลูกไม้โตเร็วซึ่งมีศักยภาพ ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง และเป็นชนิดพรรณไม้ที่เหมาะสมกับการปลูกในเขตเมือง เช่น นนทรีย์ จามจุรี بيب อโศกเขนคาเบรียล สัตบรรณ และหูกระจ่าง เป็นต้น

สรวิรัตน์ ศรีบุตร และคณะ (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน และการใช้ประโยชน์ของป่า ณ ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า ชนิดพรรณไม้ยืนต้นทั้งหมด 6 ชนิด จาก 3 วงศ์ 4 สกุล ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ แสมขาว แสมทะเล ตะบูนดำ และ ถั่วขาว มีความหนาแน่นเฉลี่ย 405 ต้นต่อไร่ มีปริมาณมวลชีวภาพ 37.58 ต้นต่อไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 17.66 ต้นคาร์บอนต่อไร่ และปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 64.76 ต้นคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน 8,027 บาทต่อไร่

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

ป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ ประกาศกำหนดเป็นป่าสงวนแห่งชาติเมื่อปี พ.ศ.2517 เนื้อที่ประมาณ 149,185 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน และ ตำบลแม่ยาว และตำบลบ้านตู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย และได้เลือกในพื้นที่แปลงปลูกป่าชดเชยตามเงื่อนไขสัมปทานทำไม้ แปลงที่ 22/1 เนื้อที่ 778 ไร่ ในเขตบ้านห้วยขมนอก ตำบลแม่ยาว อำเภอเมืองเชียงราย เป็นพื้นที่ศึกษา พิกัด UTM (ระบบ WGS 84) แปลงตัวอย่าง 1 พิกัด X(E) 0580121, Y(N) 2211535. แปลงตัวอย่าง 2 พิกัด X(E) 0580252, Y(N) 2211220. และแปลงตัวอย่าง 3 พิกัด X(E) 0580668, Y(N) 2210577. (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย, 2564) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืช ในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติ ป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย

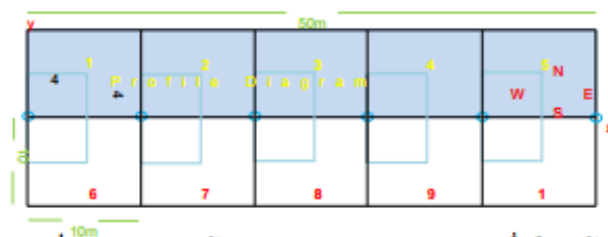
ที่มา: ภาพถ่ายทางอากาศ Google satellite map base ถ่ายภาพ เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2560 (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2560)

การสำรวจและเก็บข้อมูล

พื้นที่ในการสำรวจดำเนินการวิจัยในพื้นที่ป่าปลูก จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นแปลงปลูกป่าทดแทน สัมปทานทำไม้ เขตป่าสงวนแห่งชาติ ลักษณะป่า เป็นป่าเบญจพรรณ มีเนื้อที่ประมาณ 778 ไร่ ตั้งอยู่ที่พิกัดภูมิศาสตร์ อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 19 องศา 59 ลิปดา 50.35 พิลิปดาเหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 99 องศา 46 ลิปดา 6.03 พิลิปดา ตะวันออก โดยพิจารณาจากพื้นที่ป่า ระดับชั้นความสมบูรณ์ของพืชพรรณ และสามารถใช้เป็นตัวแทนสังคมพืชของแต่ละชนิดป่าได้ รวมไปถึงพิจารณาความเป็นไปได้ในการเข้าถึงพื้นที่ แล้วทำการกำหนดตำแหน่งวางแปลงในป่าปลูกและป่าธรรมชาติ ดังภาพที่ 2

การวางแปลงตัวอย่าง (ในพื้นที่แปลงปลูกป่าชดเชยตามเงื่อนไขสัมปทานทำไม้ แปลงที่ 22/1 เนื้อที่ 778 ไร่) (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย, 2564) เพื่อเป็นตัวแทนของสังคมพืชที่ศึกษาโดยแปลงตัวอย่างมีขนาด 20x50 ตารางเมตร และแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 ตารางเมตร จำนวน 10 แปลง เพื่อเก็บข้อมูลไม้ต้น (Tree categories, TC) คือไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at Breast Height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป หรือมีขนาดเส้นรอบวง (Girth at Breast Height, GBH) ตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป และเก็บข้อมูลไม้หนุ่ม (Sapling) คือไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร หรือมีขนาดเส้นรอบวง (GBH) น้อยกว่า 15 เซนติเมตร โดยทำการวางแปลงขนาด 4x4 ตารางเมตร ซ้อนที่มุมใดมุมหนึ่งในแปลงขนาด 10x10 ตารางเมตร สำหรับการศึกษาลูกไม้ไม่ได้วางแปลงศึกษาจะทำการสำรวจชนิดโดยรวม ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกกาแฟกระจายอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 2)

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)



ภาพที่ 2 การวางแผนตัวอย่างขนาด 20x50 ตารางเมตร เพื่อศึกษาลังคมพืช
ที่มา: ตัดแปลงจาก สุระ พัฒนเกียรติ (2551)

การเก็บข้อมูลความหลากหลายชนิด ปริมาณมวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอนของพื้นที่สำรวจ ทำการสำรวจพื้นที่โดยใช้แปลงตัวอย่างชั่วคราว ขนาด 20x50 เมตร จำนวน 3 แปลง กระจายในพื้นที่ป่าปลูก วางแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร ซ้อนทับลงไป รวมเป็นเก็บข้อมูล ทั้งสิ้น 3 แปลงใหญ่ 30 แปลงย่อย จากนั้นทำการสำรวจไม้ต้น ขนาดใหญ่ (Tree) ที่มีขนาดความโตที่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร โดยทำการเก็บข้อมูลชนิดของไม้ต้น วัดขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงไม้ใหญ่ในแปลงย่อย ขนาด 10x10 เมตร ทุกต้น แล้วนำมาจัดทำบัญชีรายชื่อพรรณไม้ตามหลักอนุกรมวิธาน (เต็ม สมิตินันท์, 2557) คำนวณความหนาแน่น ปริมาณมวลชีวภาพ โดยใช้สมการแอลโลเมตรี (Allometric equations) สำหรับพื้นที่พันธุ์ไม้ทั่วไป ของ Ogawa et al. (1965) และหาค่าคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ โดยคูณด้วยค่า Conversion factor ซึ่งมีค่า 0.47 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006)

วัสดุและอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับการดำเนินการวิจัย ได้แก่ เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ดับเบิล หรือสายวัด 4 เส้น ยี่ห้อ KONICHIWA เทปวัดระยะทางยาว 50 เมตร 1 ดับเบิล เทปยี่ห้อ STANLEY HANDMAN เทปวัดระยะทางยาว 20 เมตร 5 ดับเบิล ยี่ห้อ STANLEY 34-263 เครื่องวัดความสูงของต้นไม้ ยี่ห้อ (LEICA รุ่น DISTO D2 พิกัดและเครื่องบอก ยี่ห้อ รุ่น Garmin Etrex vista C (ผลิตในประเทศไทยได้ทุกวัน) แบบบันทึกข้อมูล อุปกรณ์สำหรับการบันทึก และกล้องถ่ายรูป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ความหนาแน่น (density) ของไม้ยืนต้น (สุระ พัฒนเกียรติ, 2551)

ค่าความหนาแน่น = จำนวนต้นของพืชชนิดนั้น ต่อ พื้นที่แปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการศึกษา

2) ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

2.1) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass) ใช้สมการแอลโลเมตรีสำหรับใช้ในการประเมินมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าปลูกจะใช้สมการกลุ่มพรรณไม้ทั่วไป (Ogawa et al., 1965; สรรีรัตน์ ศรีบุตร และคณะ, 2563) ดังนี้

$$Ws = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$$

$$Wb = 0.00349(D^2H)^{0.90.1}$$

$$Wl = (28/(Ws + Wb) + 0.025)^{-1}$$

$$WT = Ws + Wb + Wl$$

โดยที่ Ws = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กิโลกรัม)

Wb = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กิโลกรัม)

Wl = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กิโลกรัม)

WT = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา (e-ISSN: 2730-3616)

[162]

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)

2.2) มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (belowground biomass) การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดิน ซึ่งได้แก่ ราก คำนวณจาก มวลชีวภาพของลำต้น x สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้ (ร้อยละ 27) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006)

2.3) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (Carbon Sequestration) ตามคณะกรรมการระหว่างรัฐที่ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006; อัครมน ลิมสกุล และคณะ, 2561) ได้กำหนดว่าประมาณร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นคาร์บอน ตามสมการ คือ

$$C = GB \times 0.47$$

โดยที่

C คือ การกักเก็บคาร์บอน

GB คือ มวลชีวภาพของต้นไม้

0.47 คือ ร้อยละ 47 โดยน้ำหนักของน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพ

2.4) การคำนวณปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บเป็นการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ การดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ absorption) ของต้นไม้ เป็นผลรวมของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ คูณด้วยค่าสัดส่วนระหว่าง คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂: มวลโมเลกุล = 44) และคาร์บอน (C: มวลโมเลกุล = 12) คือ 44/12 หรือ 3.66 โดยมีสมการ ดังนี้ CO₂ absorption = TC × CO₂CF เมื่อ CO₂ absorption คือ การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO₂e), TC คือ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ (tC/ไร่) และ CO₂CF คือ สัดส่วนระหว่าง คาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอน (44/12 หรือ 3.66)

2.5) ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน โดยคำนวณจากปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground biomass: AGB) ประกอบด้วย ส่วน ของลำต้น กิ่ง ใบ คูณด้วยร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นคาร์บอน

2.6) ปริมาณคาร์บอนใต้พื้นดิน คือ ปริมาณมวลชีวภาพใต้ดิน ซึ่งได้แก่ ราก คำนวณจาก สมการมวลชีวภาพของราก คูณด้วยร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นคาร์บอน

2.7) ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas sequestration) การคำนวณปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก จากสมการ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับ = ปริมาณคาร์บอนกักเก็บ × (44/12)

ผลการวิจัย

ความหนาแน่น (density) ของไม้ยืนต้น

จากแปลงตัวอย่าง พบว่า ความหนาแน่นของไม้ยืนต้น เท่ากับ 128 ต้น/ไร่ โดย 5 อันดับแรกที่มีความหนาแน่นสูงสุด ประกอบด้วย สัก (*Tectona grandis*) 35 ต้น/ไร่ กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) 33 ต้น/ไร่ ลาย (*Microcos paniculate*) 21 ต้น/ไร่ อะราง (*Peltophorum dasyrthachis*) 9 ต้น/ไร่ และ เปล้าหลวง (*Croton roxburghii*) 6 ต้น/ไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

1) ปริมาณมวลชีวภาพ จากแปลงตัวอย่าง พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าปลูก พบว่า มีมวลชีวภาพรวม 42,256.64 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 33,272.95 กิโลกรัม/ไร่ ประกอบด้วย มวลชีวภาพของลำต้น 26,220.54 กิโลกรัม/ไร่ กิ่ง 6,428.20 กิโลกรัม/ไร่ และใบ 624.20 กิโลกรัม/ไร่ และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน 8,983.70 กิโลกรัม/ไร่ ต้นไม้ที่มีมวลชีวภาพสูงสุด คือ สัก (*Tectona grandis*) 21,427.07 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมา ได้แก่ อะราง (*Peltophorum dasyrthachis*) 8,413.01 กิโลกรัม/ไร่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) 4,041.78 กิโลกรัม/ไร่ ทางหลวง (*Albizia chinensis*) 2,373.23 กิโลกรัม/ไร่ และยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) 2,020.66 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)

2) การกักเก็บคาร์บอน พบว่า มีปริมาณคาร์บอนรวม 19,860.62 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ โดยมีปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน ทั้งหมด 15,638.29 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ประกอบด้วย ปริมาณคาร์บอนของลำต้น 12,323.66 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ กิ่ง 3,021.26 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ และใบ 293.37 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ และปริมาณคาร์บอนใต้พื้นดิน 4,222.34 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ต้นไม้ที่มีปริมาณการกักเก็บปริมาณคาร์บอนสูงสุด คือ สัก (*Tectona grandis*) 10,070.72 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ รองลงมา ได้แก่ อะราง (*Peltophorum dasyrachis*) 3,954.11 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) 1,899.64 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ กางหลวง (*Albizia chinensis*) 1,115.42 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ และยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) 949.71 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

3) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ รวม 72,822.72 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ต้นไม้ที่มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้สูงสุด คือ สัก (*Tectona grandis*) 36,541.78 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ รองลงมา ได้แก่ อะราง (*Peltophorum dasyrachis*) 36,541.78 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) 36,541.78 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ กางหลวง (*Albizia chinensis*) 36,541.78 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ และยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) 36,541.78 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

สรุปและอภิปรายผล

จำนวนต้นโดยรวมในพื้นที่ศึกษาป่าปลูกมีจำนวนต้นทั้งหมด 200 ต้น มีจำนวน ทั้งหมด 41 ชนิด 36 สกุล 22 วงศ์ ความหนาแน่น (density) ของไม้ยืนต้น 128 ต้น/ไร่ ประกอบด้วย สัก (*Tectona grandis*) 35 ต้น/ไร่ กระพี้จั่น (*Milletia brandisiana*) 33 ต้น/ไร่ ลาย (*Microcos paniculate*) 21 ต้น/ไร่ อะราง (*Peltophorum dasyrachis*) 9 ต้น/ไร่ และ เป้าหลวง (*Croton roxburghii*) 6 ต้น/ไร่ มวลชีวภาพรวมของต้นไม้ 79,231.21 กิโลกรัม ประกอบด้วย มวลชีวภาพของลำต้น 26,220.54 กิโลกรัม/ไร่ กิ่ง 6,428.20 กิโลกรัม/ไร่ และใบ 624.20 กิโลกรัม/ไร่ และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน 8,983.70 กิโลกรัม/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน มีปริมาณคาร์บอนรวม 19,860.62 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ โดยมีปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน ทั้งหมด 15,638.29 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ประกอบด้วย ปริมาณคาร์บอนของลำต้น 12,323.66 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ กิ่ง 3,021.26 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ และใบ 293.37 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ และปริมาณคาร์บอนใต้ดิน 4,222.34 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ สำหรับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ รวม 72,822.72 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์

จากผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่น (density) ของไม้ยืนต้น มีค่าเท่ากับ 128 ต้น/ไร่ โดยมีความแตกต่างจากผลการศึกษาของ ยูฟเยวาร์ โดคีรี และคณะ (2563) ของไม้ต้น มีความหนาแน่นเฉลี่ย 263 ต้นต่อไร่ ซึ่งเป็นป่าชุมชน สำหรับการศึกษาคั้งเป็นป่าเบญจพรรณ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วสันต์ จันทร์แดง และคณะ (2553) ซึ่งเป็นป่าเต็งรัง มีค่าเท่ากับ 125.28 ต้น/ไร่ สำหรับปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ผลการวิจัย พบว่าปริมาณมวลชีวภาพปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าปลูก พบว่า มีมวลชีวภาพรวม 42,256.64 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 33,272.95 กิโลกรัม/ไร่ และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน 8,983.70 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งผลการศึกษาของ ชัญญา กันฉิ่ง และคณะ (2559) มวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ในแปลงสำรวจทั้งหมด มีมวลชีวภาพรวม 74,949.85 กิโลกรัม (29.98 ต้นต่อไร่) แบ่งออกเป็น มวลชีวภาพของลำต้น 65,876.05 กิโลกรัม (263.50 ต้นต่อไร่) กิ่ง 7,581.05 กิโลกรัม (3.03 ต้นต่อไร่) และใบ 1,492.75 กิโลกรัม (0.60 ต้นต่อไร่) เนื่องจากการศึกษาคั้งนี้ ศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน แต่การศึกษาของ ชัญญา กันฉิ่ง และคณะ (2559) ศึกษาเฉพาะมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา (e-ISSN: 2730-3616)

[164]

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)

ตารางที่ 1 ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกไม้ป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิดไม้	ความหนาแน่น (ต้น/ไร่)	มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (kg/ไร่)				มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (kg/ไร่)	มวลชีวภาพรวม (kg/ไร่)	ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน (kgC/ไร่)				ปริมาณคาร์บอนรวม (kgC/ไร่)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ (kgCO ₂ e/ไร่)	
			ส่วนลำต้น W _s	ส่วนกิ่ง W _b	ส่วนใบ W _l	ทั้งหมด W _t			ส่วนลำต้น W _s	ส่วนกิ่ง W _b	ส่วนใบ W _l	ทั้งหมด W _t			
1	สัก <i>Tectona grandis</i>	35	13,330.90	3,188.14	352.67	16,871.70	4,555.36	21,427.07	6,265.52	1,498.42	165.76	7,929.70	2,141.02	10,070.72	36,925.98
2	ฉวาง <i>Foltophorum dasyrachis</i>	9	5,204.07	1,306.50	113.85	6,624.42	1,788.59	8,413.01	2,445.91	614.05	53.51	3,113.48	840.64	3,954.11	14,498.42
3	ประยูรวงศ์ <i>Pterocarpus macrocarpus</i>	3	2,486.90	651.82	43.78	3,182.50	859.28	4,041.78	1,168.84	306.35	20.58	1,495.78	403.86	1,899.64	6,965.33
4	ยางพารา <i>Albizia chinensis</i>	1	1,446.78	405.77	16.13	1,868.68	504.54	2,373.23	679.99	190.71	7.58	878.28	237.14	1,115.42	4,089.87
5	ยูคาลิปตัส <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1	1,243.63	325.28	22.16	1,591.07	429.59	2,020.66	584.51	152.88	10.42	747.80	201.91	949.71	3,482.26
6	กระพี้ <i>Milletia brandisiana</i>	33	664.29	137.13	22.15	823.57	222.36	1,045.93	312.21	64.45	10.41	387.08	104.51	491.59	1,802.49
7	ช่อ <i>Gmelina arborea</i>	1	621.35	159.61	12.09	793.04	214.12	1,007.16	292.03	75.02	5.68	372.73	100.64	473.37	1,735.68
8	กางเขน <i>Albizia odoratissima</i>	1	290.84	69.04	8.02	367.90	99.33	467.23	136.70	32.45	3.77	172.91	46.69	219.60	805.20
9	พิงาย <i>Elaeocarpus lanceifolius</i>	1	274.53	64.78	7.73	347.04	93.70	440.74	129.03	30.45	3.63	163.11	44.04	207.15	759.55
10	สาย <i>Microcos paniculata</i>	21	238.48	39.66	9.70	287.83	77.72	365.55	112.09	18.64	4.56	135.28	36.53	171.81	629.96
11	มะกอกเทศ <i>Canarium subulatum</i>	2	210.45	44.61	7.56	262.62	70.91	333.52	98.91	20.97	3.55	123.43	33.33	156.76	574.77
12	ผ้าเขียน <i>Vitex canescens</i>	1	56.33	11.27	2.17	69.78	18.84	88.62	26.48	5.30	1.02	32.80	8.85	41.65	152.72
13	เป็ดดำหลวง <i>Croton roxburghii</i>	6	46.54	7.39	1.90	55.83	15.07	70.90	21.88	3.47	0.89	26.24	7.08	33.32	122.19
14	ตัวก้อ <i>Crotalaria cochinchinensis</i>	1	27.53	5.13	1.11	33.87	9.15	43.02	12.98	2.41	0.52	15.92	4.30	20.22	74.13
15	เหมือดไทร <i>Aporosa villosa</i>	4	25.03	3.76	1.02	29.81	8.05	37.86	11.76	1.77	0.48	14.01	3.78	17.79	65.24
16	มะม่วงสาย <i>Antidesma soolense</i>	2	19.57	3.16	0.80	23.53	6.35	29.88	9.20	1.48	0.38	11.06	2.99	14.04	51.49
17	เต่างาย <i>Fernandoa adenophylla</i>	1	8.51	1.32	0.35	10.17	2.75	12.92	4.00	0.62	0.16	4.78	1.29	6.07	22.26
18	กระถินยักษ์ <i>Leucaena leucocephala</i>	1	7.31	1.18	0.30	8.79	2.37	11.16	3.44	0.56	0.14	4.13	1.12	5.25	19.24
19	ตระบับ้า <i>Ficoultia indica</i>	1	5.09	0.79	0.21	6.09	1.64	7.73	2.39	0.37	0.10	2.86	0.77	3.63	13.33
20	ชะคำโมง <i>Azolla xylocarpa</i>	1	4.73	0.73	0.19	5.66	1.53	7.19	2.22	0.34	0.09	2.66	0.72	3.38	12.38
21	ขึ้นฉะ <i>Senna alamea</i>	1	4.43	0.68	0.18	5.29	1.43	6.72	2.08	0.32	0.09	2.49	0.67	3.16	11.58
22	น้ำจืด <i>Ilex umbellata</i>	1	3.16	0.47	0.13	3.76	1.02	4.78	1.49	0.22	0.06	1.77	0.48	2.25	8.24
	รวม	128	26,220.54	6,428.20	624.20	33,272.95	8,983.70	42,256.64	12,323.66	3,021.26	293.37	15,638.29	4,222.34	19,860.62	72,822.28

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)

สำหรับการศึกษาค้นคว้าการศึกษาพบว่าคาร์บอนของต้นไม้จะขึ้นอยู่กับปริมาณมวลชีวภาพ ซึ่งมีความหลากหลายชนิดของพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ทวีกา คำใบ และคณะ (2562) ที่พบว่าป่าเต็งรังผสมสนในสวนพฤกษศาสตร์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนประมาณ 12.44 ตันต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชัญญา กันฉิ่ง และคณะ (2559) พบว่ามีอัตราการกักเก็บคาร์บอนประมาณ 15,418.89 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ ในป่าชุมชนห้วยข้าวท่า อำเภอจุน จังหวัดพะเยา จะขึ้นอยู่กับมวลชีวภาพของต้นไม้ และงานวิจัยของ เกษราภรณ์ อุ่ณเกิด และคณะ (2558) ที่พบว่าในส่วนพื้นที่ป่าเต็งรังที่มีการใช้ประโยชน์ของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 14.37 ตันต่อไร่ ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชเพื่อศึกษาในป่าสงวนแห่งชาติป่าอื่นๆ ของจังหวัดเชียงราย เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการจัดทำแผนการดำเนินงานด้านการมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) นโยบายของรัฐบาลต่อไป โดยควรทำการศึกษาขนาดแปลงตัวอย่างที่ขนาด และรูปร่าง ที่ ขนาดต่างๆ เพิ่มขึ้น และควรเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ป่าดิบชื้น และป่าเบญจพรรณว่าจะได้ค่าการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2) ควรมีการการรณรงค์ ส่งเสริมให้ปลูกป่าเพิ่มขึ้น เป็นเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่เพื่อทำการศึกษา นอกจากนี้ ขอขอบคุณข้อมูลจากกองการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และขอบคุณทีมผู้ช่วยในการลงพื้นที่เก็บข้อมูล จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กานต์นภัส ดวงกลาง, สศการ ที่จันทัก และ สมพร แม่มลิ้ม. (2561). *การเปลี่ยนแปลงและการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในแปลงตัวอย่างป่าพื้นที่ชุ่มน้ำเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาภูหลวง จังหวัดนครราชสีมา*. บทความนำเสนอในงานประชุมวิชาการเสนอผลงานระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 9 มีนาคม 2561.
- เกษราภรณ์ อุ่ณเกิด, พสุธา สุนทรห่าว และ ลดาวัลย์ พวงจิดร. (2558). การประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ยืนต้นของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ. *วนศาสตร์*, 34(1), 29-38.
- ชัญญา กันฉิ่ง, ณัฐพงษ์ ฟองมณี, ปาริฉัตร ประพัฒน์, สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล, เกื้อกุล กุศลสุภาพ และ บัณฑิตา ใจปิ่นดา. (2559). *การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ ป่าชุมชนห้วยข้าวท่า อำเภอจุน จังหวัดพะเยา*. บทความนำเสนอในงานประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 3 โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน, 15-17 มิถุนายน 2559.
- เต็ม สมิตินันท์. (2557). *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- ทวีกา คำใบ, จรรย์ มากน้อย, ปรัชญา ศรีสง่า และ ประทีป ปัญญาดี. (2562). พลวัตของสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังผสมสน ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย. *วิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย*, 3(1), 28-37.
- ติรายุ เกลี้ยงสาต, ลดาวัลย์ พวงจิดร และ วาทีนี สวนผกา. (2563). การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร. *วารสารวนศาสตร์ไทย*, 39(1), 86-96.

วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา (e-ISSN: 2730-3616) [166]

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)

ปริญญา ภูศักดิ์สาย, สาทิต ตีลกสัมพันธ์, รุ่งเรือง พูลศิริ และ ชนิษฐา จันทโชติ. (2561). มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *วารสารวนศาสตร์*, 37(2), 13-26.

ยุพเยาว์ โคศิริ, ชวนพิศ จารัตน์, ดวงดา โนวาเชก และ นื่องนุช สารภี. (2563). การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์. *PSRU Journal of Science and Technology*, 5(3), 23-36.

วสันต์ จันทร์แดง, ลดาวัลย์ พวงจิตร และ สาทิต ตีลกสัมพันธ์. (2553). การกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส ณ สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น. *วนศาสตร์*, 29(3), 36-44.

วัฒนณรงค์ มากพันธ์, จิตติมา รั้วไทรทอง และ สุภาวดี แซ่อาหลี. (2561). ปริมาณคาร์บอนสะสมในต้นไม้ บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 10(2), 119-128.

สมชาย นองเนื่อง, สุนทร คำยอง, เกียรติศักดิ์ ศรีเงินยวง และ นิวัติ อนงค์รักษ์. (2555). การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่าสนสามใบ หน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวนศาสตร์*, 31(2), 1-15.

สรวิรัตน์ ศรีบุตร, พสุธา สุนทรห้าว และ สาทิต ตีลกสัมพันธ์. (2563). การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน และการใช้ประโยชน์ของป่า ณ ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *วารสารวนศาสตร์ไทย*, 39(2), 41-51.

สุระ พัฒนเกียรติ. (2551). *คู่มือการสำรวจทรัพยากรป่าไม้*. กรุงเทพฯ: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย. (2564). *เอกสารประกอบการขอขึ้นทะเบียนสวนป่า*. เชียงราย: สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2560). *พื้นที่ป่าไม้จังหวัดเชียงราย ปี 2560*. สืบค้นจาก <https://gfms.gistda.or.th/stat>.

สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15. (2564). *รายงานลักษณะสำคัญขององค์กรสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15 (เชียงราย)*. เชียงราย: สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15.

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เขตลำปาง. (2561). *รายงานประจำปี 2561 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือตอนบน*. ลำปาง: องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.

อัศมน ลีมสกุล, สุนทร งดงาม, นันท์ธีรา ศรีรินทร์, ภาณุรัชดา สุวรรณ และ รัชนิกร ไพศาล. (2561). *การพัฒนาวิธีการประเมินการกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอน ภายใต้โครงการพัฒนาเครื่องมือ/วิธีการประเมินกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอน*. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies.

Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., & Kira, T. (1965). Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. *Natural and life in Southeast Asia*, 4, 49-80.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา (e-ISSN: 2730-3616)

[167]

ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2565)

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2022 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).

Received: 25 August 2022 Revised: 4 October 2022 Published: 15 November 2022

BIODIVERSITY OF PLANT COMMUNITY IN NATURAL FOREST IN PA DOI BO NATIONAL FOREST RESERVES, CHIANG RAI, THAILAND

Surasak WANICHANUKUL¹, Pirapanuwat CHUENWONG^{1*}, Kittichai CHANTIMA¹, Krittawit SUK-UENG¹ and Sitthisak PINMONGKHONKUL²

¹ Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Thailand; mohun2557@hotmail.com (S. W.); p.chuenwong2@gmail.com (P. C.) (Corresponding Author); chantimak179@gmail.com (K. C.); nsukung@gmail.com (K. S.)

² School of Science, University of Phayao, Thailand; sitthisak.pi@up.ac.th

Handling Editor:

Adjunct Research Professor Dr. Thanaporn SRIYAKUL UMSi, Indonesia

Reviewers:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1) Assistant Professor Dr. Nisa LEKSUNGOEN | Kasetsart University, Thailand |
| 2) Assistant Professor Dr. Pichit LUMYAI | Kasetsart University, Thailand |
| 3) Assistant Professor Dr. Srisuda SAMAIMAI | Suan Dusit University, Thailand |
| 4) Dr. Teerawan BOONTOSAENG | UBRU, Thailand |

Abstract

This study aimed to explore biodiversity of the plant community in a natural forest. It was in terms of structure of the natural forest, plant species composition and biodiversity of the natural forest (mixed forest). The exploration was conducted during July and August 2021. Firstly, placed 3 temporary plots of 20x50 meters. Each plot was divided into 10 study plots of 10x10 meters to collect big tree data. Besides, placed a plot of 4x4 meters to collect sapling data. Then, explored plant species, measured the size and height of trees, and explored plant species composition/biodiversity. Obtained data were analyzed for finding plant species diversity index. It was found that there were 151 trees, 44 saplings included in 47 species, 41 genera and 26 families. The natural forest was 603-615 meters above sea level and the forest canopy was 4.20 meters in height. Most of the trees there were deciduous. FABACEAE had an important value index (IVI) equivalent to 55.39. The most predominant plant varieties there was *Tectona grandis* (33.31 in value). The index of species diversity of the sample plots was 2.59 and the species evenness was equivalent to 0.67. Teak (*Tectona grandis*) planting should be promoted to replace big trees in the area for natural reproduction.

Keywords: Biodiversity of the Plant Community, Pha Doi Bo National Forest Reserves, Natural Forest Area

Citation Information: Wanichanukul, S., Chuenwong, P., Chantima, K., Suk-Ueng, K., & Pinmongkhonkul, S. (2022). Biodiversity of Plant Community in Natural Forest in Pa Doi Bo National Forest Reserves, Chiang Rai, Thailand. *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research*, 11(2), 116-125. <https://doi.org/10.14456/psakuijir.2022.17>

Introduction

The situation of forest resource in Thailand during the past 40 years face rather severe forest encroachment. This made the forest area was greatly reduced due to forest destruction. In 1973, the forest in Thailand covered an area of 138,566,875.00 rai or 43.21 percent of Thailand area but it was decreased to 102,484,072.71 rai or 31.68 percent of the country area in 2019 (Royal Forest Department, 2019). In fact, Chiang Rai province has mountains interspersed with plains and abundant natural resources. A lot of forest resources there result in high biodiversity. At present, however, there is a natural resource crisis in Chiang Rai due to unlimited exploitation of natural resources, forest encroachment, urban expansion, etc. The forest in Chiang Rai in 2000 covered an area of 3,274,125 (44.85% of the province's area) but it decreased to 2,865,464 rai (39.86%) in 2019 (Royal Forest Department, 2019). Pa Doi Bo forest was proclaimed to be a national forest reserve in 1974 covering an area of 149,185 rai. In other words, it covered areas of Pa Tueng sub-district (Mae Chan district) and Mae Yao/Ban Doo sub-districts (Mueang district). Although there is forest encroachment but the general forest condition still have species at the original level and continue to reproduce naturally. Therefore, this study aims to explore structure, species composition, and biodiversity of plant community in the natural forest a Pa Doi Bo national forest reserve. The results of the study will lead to making a plan for the forest area managerial administration.

Literature Review

Thammanu et al. (2020) conducted a study on diversity of plant species and environmental factors affecting the distribution of deciduous forest plant community in Mae Chiang Rai Lum community forest, Lampang province. It was found to have a diversity value (based on Shannon-Wiener Index) at 2.491 ± 0.281 . This comprised 197 species and 144 genera in 62 families. It could be sorted into 3 groups: *Shorea obtusa*-*Sindora siamensis* Stand, *Shorea siamensis*-*Shorea obtusa* Stand and Mixed deciduous Stand.

Kongdam et al. (2016) conducted a study on structure and plant species composition in Forest structure and species composition in restoration by Teak plantation at Jedkhod-Pongkhonsao Natural Study and Ecotourism Center, Kheang Khoi District, Saraburi Province. Results of the study revealed that there were 44 families 106 genera and 139 species. The density and basal area were equivalent to 4,304 trees/hectare and 26.50 m²/hectare, respectively. Local plants from the dry evergreen forest that were well established in the rehabilitation forest were *Diospyros variegata*, *Mallotus philippensi*, *Lepisanthes tetraphylla*, *Aporosa octandra* and *Pterospermum littorale*. Hence, forest rehabilitation should select plant species which are wide eco-tolerant. Besides, the implementation procedures should start from the rehabilitation of around the age of the inner forest that is adjacent to the natural forests. This will help the forest rehabilitation be more rapid.

Sumon et al. (2021) conducted a study on structure and plant species composition in the area at the junction of the rainforest and agricultural area, Kathun Wildlife Sanctuary in Nakhon Si Thammarat province. It was found that there were 82 species, 68 genera and 41 families. The density and basal area were equivalent to 2,145 trees/hectare and 16.30 m²/hectare, respectively. The diversity of plant species was at a high level ($H' = 3.86$). The distinctive genera based on the highest number of species was Euphorbiaceae. Thus, the selection of Plant species for forest rehabilitation based on appropriateness with environmental factors tends to increase the efficiency in the forest rehabilitation.

Sasunti et al. (2021) conducted a study on the structure of plant community and soil factor in a 40-year-old reforestation area at Mae Sakhon upstream site, Nan province. It was found that there were 61 species, 53 genera and 27 families out of 476 trees found there. In this respect, Burmese ebony planting plot and teak planting plot had diversity index, basal area size, density and similar index ere resemble with the mixed deciduous forest most. However, the dominant

plant species in the Burmese ebony planting plot were not clearly identified. According to results of the study, it indicated that the rehabilitation of the upstream forest by planting native plant species could make the forest condition return to be resemble to the natural forest.

Asanok & Taweasuk (2019) conducted a study on composition of functional characteristics of plants in border of deciduous dipterocarp forest and mixed deciduous forest in Mae Kham Mee River basin, Phrae province. It was found that the dominant tree species in the edge of the deciduous dipterocarp forest revealed their functional characteristics that differed from the nondominant species in the marginal mixed deciduous forest. Thus, use of functional characteristics of plants can sort growth potential of plant species in the forest edge area. The forest rehabilitation should use functional characteristics of plants for selecting plant species which are suitable for planting.

Hermhuk et al. (2021) conducted a study on influence of environmental factors on the distribution of species of deciduous dipterocarp forest and San Sai Forest reserve, San Sai district, Chiang Mai province. Findings showed that the deciduous forest in the area had 51 species, 37 genera and 27 families. Results of the study can be applied to rehabilitate the forest and selection of plant species based on proper environmental factors.

Research Methodology

Locale of the study: The natural forest in the area where Mae Yao/Mae Xai Forest Park project had cut off an area in Pa Doi Bo Forest reserve to be a conservative forest covering an area of 500 rai. It was in Ban Huaykhom Nork community area, Mae Yao sub-district, Mueang district, Chiang Rai province (Lampang Forest Industry Organization, 2018). (Figure 1)



Figure 1 A map showing the location of the area to explore biodiversity of plant community in the natural forest at Pa Doi Bo natural forest reserve, Chiang Rai province

Materials/equipment

Two diameter measuring tapes or four KONICHIWA measuring tapes; One 50-meter-long tape measure (STANLEY 34-263 brand (20 meters in length); LEICA Tree Height GAUGE Model D2; Garmin brand coordinates, model Etrex vista C, made in Taiwan; record form; device for recording.

Survey and data collection

This study conducted the survey and data collection in the natural forest area of Pa Doi Bo national forest reserve in Chiang Rai province. It was a mixed forest covering an area of 500 rai. It was located at a geographic coordinate between 19 degrees 59 Libda 50.35 North Filibda and a line of longitude over 99 degrees 46 Libda 6.03 East Filibda. The forest area and level of plant fertility were taken into consideration and could be used as the representative of the plant

community in each forest type. Also, there was the location of plots in the planted forest and the natural forest as shown in Figure 2.

Placing sample plots

Placing sample plots to be the representative of the plant community to be investigated. The sample plots were 20x50 m² and there were 10 sub-plots with the size of 10x10 meters. This was to collect tree data (Diameter at Breast Height, DBH of 4.5 cm. and above as well as girth at breast level: GBH of 15 cm. and above). For placing sample plots of sapling (DBH of less than 4.5 cm. or GBH of less than 15 cm. and 1.30 cm. in height and above). The sample plots were to place a parallel plot of 4x4 square meters overlapping at one corner of the plot of 10x10 square meters. Data collection started from recording names of plant species. This was based on identification of plant species surveyed found in the sample plot; refers to the plant taxonomic documents and the Plant Species Classification Manual of Thailand, amended edition (Samitinun, 2014) and Northern City Trees (Gardner et al., 2000). The tape was used for measuring the tree diameter at the height level of 1.30 meter and the Haga hypsometer was used for measuring the tree height. Regarding data of the 10x10 square meter sub-plots determined to prepare a profile diagram, the following were recorded: crown cover, imaginary north, imaginary south, imaginary east and imaginary west. Also, the coordinated of the location of the trees according to the coordinate distance were recorded for the investigation of the laced that were not plotted were studied as a whole type of survey (Figure 2).

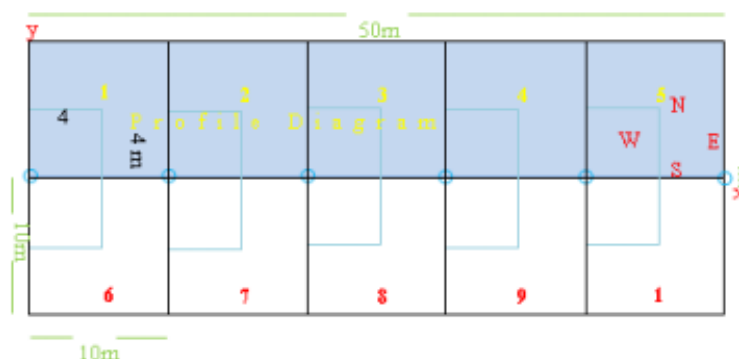


Figure 2 Placing the 20x50 square meter sample plot for investigating the plant community
Source: Adapted from Pattanakiat (2008)

Data collection

Data collected based on species diversity, the amount of biomass and carbon sequestration of the exploration site. Making the area survey of three 3x3 meters temporary sample plots distributed in the planted forest area. Then, placing a sub-plot size of 10x10 meters overlapped; a total of three large plots and thirty sub-plots were data collection in total. After that, making a survey of big trees which the diameter at breast height was more than 4.5 centimeters and the three height was more than 1.30 meters. Collecting information about the types of trees and measuring the diameter and height of big trees in every sub-plot of 10x10 meters. Then, making a list of plant species according to taxonomy (Samitinun, 2014).

Data analysis

Obtained data were computed for finding density, frequency of trees, predominance, basal area, relative density, relative frequency, and relative dominance. This was for the computation of importance value index and index of species diversity as well as species evenness as follows: Estimation of an importance value index of plant species could be computed from the importance of the value of each species (Pattanakiat, 2008) as follows:

$$\text{Density value} = \frac{\text{The number of plants of that species}}{\text{All sample plot areas studied}}$$

$$\text{Frequency value} = \frac{\text{The number of sample plots where a given plant species was determined}}{\text{All sample plots which were studied}}$$

$$\text{Dominance value} = \frac{\text{All basal areas of determined plant species}}{\text{Sample plots area studied}}$$

Basal area of the trees = $\pi D^2/4$ (Size of the diameter at 1.30 meters in height)

$$\text{Relative density value} = \frac{\text{The density of that plant species}}{\text{The total density of all plant species}} \times 100$$

$$\text{Relative frequency value} = \frac{\text{The frequency of that plant species}}{\text{The total frequency of all plant species}} \times 100$$

$$\text{Relative dominance value} = \frac{\text{The dominance of all plant species}}{\text{The total dominance of all plant species}} \times 100$$

The total important value index for trees was 300

IVI = Relative density + relative frequency + relative dominance

The total important value index for sapling was 200

IVI = Relative density + relative frequency

Index of species diversity based on Shannon-Wiener Index

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

When H = Diversity index of Shannon-Wiener

S = A total number of all species

P = The proportion of the number of species i to the sum of all numbers of all species in the plant community

I = 1,2,3,...

Species evenness valud based on the equation of Shannon's evenness

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

when J' = evenness' value

H' = Diversity index of Shannon-Wiener

S = A total number of species

Research Results

The biodiversity exploration of the plant community in the natural forest revealed that the structure of the natural forest in the sample plot was 603-615 meters above sea level. The forest canopy was 4-20 meters in height depending on slope of the area (45-65°). Most of the trees there were rather high and mostly were decedous trees scattering in inequal distance. The forest canopy had light peneration for 10-20 percent. The forest floor was not overgrown and there were enough food plants. There were many types of lace found: *Croton roxburghii*, *Antidesma*

sootepense, *Albizia odoratissima*, *Pterocarpus macrocarpus*, *Antidesma acidum*, *Lepisanthes rubiginosa*, *Millettia brandisiana*, *Dalbergia cultrata*, *Aporosa villosa*, *Hubera cerasoides*, *Sterculia guttata*, *Pterospermum semisagittatum*, *Lannea coromandelica*, *Wrightia arborea*, *Anogeissus acuminata*, *Vitex canescens*, *Mallotus philippensis*, *Holarrhena pubescens*, *Lagerstroemia cochinchinensis*, etc. There were traces of wildfire that had taken place in the plot area. A large perennial plant was found-DILLENACEAE such as *Dillenia ovata* and POACEAE such as *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa nutans* and *Gigantochloa albociliata* was also found. According to the plant community in the natural forest in this study, 47 species, 41 genera and 26 family were found. An average number of species was 18.67, the density was 503.33 trees per hectare and the average basal area was 1.62 square meter per hectare (Table 1).

Table 1 A number of species, density, and basal area based on each plot in the natural forest

Plot	Number of species	Density tree/Hectare	Basal area M ² /Hectare
Natural forest1	20	470	1.31
Natural forest2	16	540	1.65
Natural forest3	20	500	1.91
Average	18.67	503.33	1.62

The locale of this study had 151 trees and FABACEAE family was found most (29 trees), followed by BURSERACEAE (28 trees), LAMIACEAE (22 trees) and others (72 trees). The total value of basal area was 4.87 square meters. It was found that FABACEAE family the basal area most (0.80 square meter), followed by BURSERACEAE (0.74 square meter), LAMIACEAE (0.73 square meter), and other families (2.60 square meters). Regarding the importance value index of each tree in the top 5 families, the following were found: FABACEAE (55.39), BURSERACEAE (50.92), LAMIACEAE (42.45), EUPHORBIACEAE (35.38) and APOCYNACEAE (34.65), respectively. The top five dominant plant species were *Tectona grandis* (33.31), *Protium serratum* (33.10), *Albizia odoratissima* (31.05), *Aporosa villosa* (20.79) and *Dillenia ovata* (18.02), respectively (Table 2).

Table 2 Total basal area, number of trees, relative density, relative dominance, and importance value index (IVI) of tree species in each family

Rank	Family	Common name	Scientific name	Number of trees	Total basal area		Relative density	Relative frequency	Relative dominance	IVI
					Square meter					
1	FABACEAE	Kang khi mot	<i>Albizia odoratissima</i>	14	0.60		9.27	9.40	12.38	31.05
2	FABACEAE	Ket dam	<i>Dalbergia cultrata</i>	9	0.12		5.96	5.98	2.43	14.37
3	FABACEAE	Kra phi chan	<i>Millettia brandisiana</i>	5	0.07		3.31	3.42	1.55	8.28
4	FABACEAE	Ching chan	<i>Dalbergia oliveri</i>	1	0.01		0.66	0.86	0.17	1.69
5	BURSERACEAE	Ma faen	<i>Protium serratum</i>	20	0.42		13.25	11.11	8.74	33.10
6	BURSERACEAE	Ma kok kluean	<i>Canarium subulatum</i>	8	0.32		5.30	5.98	6.54	17.82
7	LAMIACEAE	Sak	<i>Tectona grandis</i>	17	0.65		11.26	8.55	13.50	33.31
8	LAMIACEAE	Pha sian	<i>Vitex canescens</i>	3	0.03		1.99	2.56	0.55	5.10
9	LAMIACEAE	Ka sam pik	<i>Vitex peduncularis</i>	2	0.05		1.33	1.71	1.00	4.04
10	EUPHORBIACEAE	Mueat lot	<i>Aporosa villosa</i>	12	0.25		7.95	7.69	5.15	20.79
11	EUPHORBIACEAE	Plao luang	<i>Croton roxburghii</i>	9	0.13		5.96	5.98	2.65	14.59
12	APOCYNACEAE	Mok man	<i>Wrightia arborea</i>	13	0.11		8.61	6.84	2.25	17.70
13	APOCYNACEAE	Mok luang	<i>Holarrhena pubescens</i>	3	0.24		1.99	1.71	4.88	8.58
14	APOCYNACEAE	Tin pet	<i>Alstonia scholaris</i>	1	0.33		0.66	0.86	6.85	3.37
15	DILLENIACEAE	San bai lek	<i>Dillenia ovata</i>	4	0.58		2.65	3.42	11.95	18.02
16	SAPINDACEAE	Ta khro	<i>Schleichera oleosa</i>	3	0.20		1.99	2.56	4.11	8.66
17	ANACARDIACEAE	Oi chang	<i>Lannea coromandelica</i>	3	0.11		1.99	2.56	2.25	6.80
18	CRYPTERONIACEAE	Ka am	<i>Crypteronia paniculata</i>	3	0.14		1.99	1.71	2.89	6.59
19	COMBRETACEAE	Ta khian nu	<i>Anogeissus acuminata</i>	3	0.03		1.99	2.56	0.68	5.23
20	PHYLLANTHACEAE	Ma mao sai	<i>Antidesma sootepense</i>	3	0.01		1.99	2.56	0.19	4.74
21	AQUIFOLIACEAE	Nao nai	<i>Ilex umbellulata</i>	2	0.12		1.32	0.86	2.46	4.64
22	RUBIACEAE	Kham mok luang	<i>Gardenia sootepensis</i>	1	0.12		0.66	0.86	2.39	3.91
23	EBENACEAE	Phaya rak dam	<i>Diospyros variegata</i>	2	0.04		1.32	1.71	0.84	3.87
24	TILIACEAE	Lai	<i>Microcos paniculata</i>	1	0.02		0.66	0.86	0.30	1.82
25	TILIACEAE	Po yap	<i>Colona winitii</i>	1	0.01		0.66	0.85	0.30	1.81
26	LAURACEAE	Sa thip	<i>Phoebe paniculata</i>	1	0.01		0.66	0.85	0.23	1.74
27	LAURACEAE	Ka thang	<i>Litsea grandis</i>	1	0.01		0.66	0.86	0.16	1.68
28	CLUSIACEAE	Ma da luang	<i>Garcinia xanthochymus</i>	1	0.07		0.66	0.86	1.52	3.04
29	DIPTEROCARPACEAE	Rang	<i>Shorea siamensis</i>	1	0.02		0.66	0.86	0.43	1.95
30	SALICACEAE	Kruai pa	<i>Casearia greviiifolia</i>	1	0.02		0.66	0.86	0.33	1.85
31	MYRTACEAE	Wa khao	<i>Syzygium claviflorum</i>	1	0.01		0.66	0.86	0.14	1.66
32	MALVACEAE	Ngio pa	<i>Bombax anceps</i>	1	0.01		0.66	0.85	0.14	1.65
33	ANNONACEAE	Ka chian	<i>Hubera cerasoides</i>	1	0.01		0.66	0.85	0.04	1.55
Total				151	4.87		100	100	100	300

There were 44 saplings in the locale of this study and the following families were found most: APOCYNACEAE and EUPHORBIACEAE (8 saplings each), FABACEAE (7 saplings), BURSERACEAE (5 saplings), BIGNONIACEAE (4 saplings) and other families (12 saplings). The top five importance value index of saplings in terms of dominant species included the following families: APOCYNACEAE (IVI = 32.90), EUPHORBIACEAE (IVI = 32.89), FABACEAE (IVI = 27.68), BURSERACEAE (IVI = 26.07) and BIGNONIACEAE (IVI = 20.85). The following were top five dominant sapling species: *Wrightia arborea* (IVI = 32.90), *Aporosa villosa* (IVI = 27.68), *Protium serratum* (IVI = 26.07), *Dalbergia cultrata* (IVI = 17.25) and *Oroxylum indicum* (IVI = 15.64), respectively (Table 3).

Table 3 Number of trees, relative density, relative frequency, relative dominance, and importance value index (IVI) of saplings in each family

Rank	Family	Common name	Scientific name	Number of trees	Relative density	Relative frequency	IVI
1	APOCYNACEAE	Mok man	<i>Wrightia arborea</i>	8	18.19	14.71	32.90
2	EUPHORBIACEAE	Mueat lot	<i>Aporosa villosa</i>	7	15.91	11.77	27.68
3	EUPHORBIACEAE	Plao luang	<i>Croton roxburghii</i>	1	2.27	2.94	5.21
4	FABACEAE	Ket dam	<i>Dalbergia cultrata</i>	5	11.37	5.88	17.25
5	FABACEAE	Kang khi mot	<i>Albizia odoratissima</i>	2	4.55	5.88	10.43
6	BURSERACEAE	Ma faen	<i>Protium serratum</i>	5	11.36	14.71	26.07
7	BIGNONIACEAE	Phe ka	<i>Oroxylum indicum</i>	3	6.82	8.82	15.64
8	BIGNONIACEAE	Khae sai	<i>Stereospermum neuranthum</i>	1	2.27	2.94	5.21
9	LAMIACEAE	Pha sian	<i>Vitex canescens</i>	2	4.55	5.88	10.43
10	LAMIACEAE	Ka sam pik	<i>Vitex peduncularis</i>	1	2.27	2.94	5.21
11	MALVACEAE	Po daeng	<i>Sterculia guttata</i>	2	4.55	5.88	10.43
12	MALVACEAE	Kham khua	<i>Pterospermum semisagittatum</i>	1	2.27	2.94	5.21
13	EBENACEAE	Phaya rak dam	<i>Diospyros variegata</i>	2	4.55	2.94	7.49
14	LYTHRACEAE	Salao dam	<i>Lagerstroemia venusta</i>	1	2.27	2.94	5.21
15	HYPERICACEAE	Tio khon	<i>Cratoxylum formosum</i>	1	2.27	2.94	5.21
16	PHYLLANTHACEAE	Ma mao sai	<i>Antidesma sootepense</i>	1	2.27	2.94	5.21
17	DILLENIACEAE	San bai lek	<i>Dillenia ovata</i>	1	2.27	2.94	5.21
Total				44	100	100	200

Conclusion and Discussion

Regarding the structure of this natural forest of Pa Doi Bo national forest reserve, the natural forest was 603-615 above the sea level, depending on slope of the area (45-65°). Most of the trees there were deciduous perennial scattering in unequal distance. There were enough food plants in the forest and this forest had 2 canopies. There were 47 species, 41 genera and 26 plant families found in the forest. The total basal area representing the dominant plant species was 4.87 square meters. According to a total number of trees in this locale of the study, 151 trees were found which *Tectona grandis* was the most important dominant plant species found in this forest (IVI = 33.31). Index of species diversity was 2.59, species evenness was 0.67, and FABACEAE family had Importance value index most (55.39).

According to the study, it was found that *Tectona grandis* was a sapling dominant species not found in the area. Alternative reproduction would be a problem if the mature one die. That was, other department species would replace it and result in a change of the forest structure. Therefore, it should have a planning of the forest managerial administration to sustain the forest structure condition. In other words, teak trees (seedlings or saplings) should be planted more in this area to help nurture a balanced ecosystem. In this, 33 species were found which was different from a study of Chandaeng et al. (2020) which had less value than the study. It was found that the index of species diversity of than plant community in the mixed forest at Wang Nam Khieo Research and Training Station, Nakhon Ratchasima was equivalent to 2.844. Compared with other mixed forests, this forest condition is not so abundant as it should be. Also, sapling species do not support natural reproduction. It should have a planning of the forest managerial administration of sustainability such as reforestation. Therefore, a study on the natural forest landscape at Pa Doi Bo national forest reserve should be conducted in order to obtain more detailed information.

References

- Asanok, L., & Taweasuk, R. (2019). Plant Functional Trait Composition in the Edge of Deciduous Dipterocarp Forest and Mixed Deciduous Forest at Mae Khum Mee Watershead, Phrae Province. *Thai Forest Ecological Research Journal*, 3(2), 1-8.
- Chandaeng, W., Puangchit, L., Junkerd, N., & Jumwong, N. (2020). Carbon Stock of Different Forest Communities at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province. *Thai Journal of Forestry*, 39(1), 57-70.
- Gardner, S., Sitthisoonthorn, P., & Anusarnsoonthorn, W. (2000). *Northern City Trees: A Guide to Studying Perennial Plant Species in the Northern Forest, Thailand*. Bangkok: Torch Publishing Project.
- Hermhuk, S., Sungpalee, W., Thongplew, P., & Sri-ngernyuang, K. (2021). Influence of environmental factors on the distribution of tree species in deciduous dipterocarp forest at San Sai Forest Reserve, San Sai District, Chiang Mai Province. *Thai Forest Ecological Research Journal*, 5(1), 17-32.
- Kongdam, P., Pimprasit, S., Vacharinrat, C., & Marod, D. (2016). Forest structure and species composition in restoration by Teak plantation at Jedkhod-Pongkhonsao Natural Study and Ecotourism Center, Kheang Khoi District, Saraburi Province. *Thai Journal of Forestry*, 35(1), 11-23.
- Lampang Forest Industry Organization. (2018). *Annual Report 2020 Lampang Forest Industry Organization*. Lampang: Forest Industry Organization.
- Pattanakiat, S. (2008). *Forest Resources Survey Guide*. Bangkok: Mahidol University.
- Royal Forest Department. (2019). *Department of Royal Forestry Statistics in 2019*. Bangkok: Royal Forest Department.
- Samitinun, T. (2014). *Names of Plant Species in Thailand*. 2nd ed. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment.

PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research (e-ISSN: 2730-3632) [125]
Volume 11 Number 2 (July - December 2022)

Sasunti, A., Taweasuk, R., Pramosee, P., Grapjun, A., & Asanok, L. (2021). Vegetation structure of tree and edaphic factor in 40-year-oldof restoration areas at Mae Sa Khonhead-watershed area, Nan Province. *Thai Forest Ecological Research Journal*, 5(1), 1-6.

Sumon, A., Sungkaew, S., & Sriya, N. (2021). Forest Structure and Species Composition Across the Forest Ecotone between Moist Evergreen Forest and Agriculture Area at Kathun Wildlife Sanctuary, Nakhon Si Thammarat Province. *Thai Forest Ecological Research Journal*, 5(2), 31-46.

Thammanu, S., Chung, J., Han, H., Ketdee, P., & Gaewsingha, N. (2020). Tree Species Diversity and Environmental Factors Affecting Distribution in Ban Mae Chiang Rai Lum Community Forest, Lampang Province. *Thai Forest Ecological Research Journal*, 4(1),13-26.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2022 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).

First Evidence of Microplastics Ingestion by Freshwater Fishes from Nong Luang Wetland, Chiang Rai, Thailand

(Bukti Pertama Ketidakhadaman Mikroplastik oleh Ikan Air Tawar dari Tanah Bencah Nong Luang, Chiang Rai, Thailand)

KITTICHAJ CHANTIMA*, KRITTAWIT SUK-UENG, PARIDCHAYA INTEP & SARITPORN VITTAYAPADUNG

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

Received: 1 March 2023/Accepted: 10 August 2023

ABSTRACT

Microplastic (MP) ingestion has been reported in several marine species but knowledge regarding MPs in freshwater species is limited, with only a few studies on the occurrence of MPs in freshwater fish, particularly in Thai freshwater ecosystems. The aim of this study was to assess the occurrence of MPs for the first time in the gastrointestinal tracts (GITs) of freshwater fishes from the Nong Luang Wetland, Chiang Rai, Thailand. A total of 100 fish specimens representing 15 species from 8 families were examined. Basic fish measurements as total length and total weight were used to calculate Fulton's condition index (F). The GITs were subsequently removed and MPs were extracted by visual inspection and digestion solution. Qualitative attributes such as color and MP types (fibers, rod-shaped and fragments) were also recorded. Results showed relatively low MP prevalence at 21.0%, with 25 MP particles removed from the GITs of specimens representing 7 species. The number of ingested MP particles ranged between 1 and 4 per fish, with an average of 1.19 ± 0.68 . MP particles were categorized as fibers (92.0%), rod-shaped (4.0%) and fragments (4.0%) with blue fibers the most prevalent. No significant correlations were observed between the number of MP particles and the body length, weight, and F value of fish. These findings provide the first evidence of MP contamination in fishes from a Thai wetland as a baseline for future studies and risk assessments on the biota of many aquatic systems spread across the country.

Keywords: Blue fiber; fishing gear; freshwater fish; microplastic; wetland

ABSTRACT

Pengingesan mikroplastik (MP) telah dilaporkan dalam beberapa spesies marin tetapi pengetahuan mengenai MP dalam spesies air tawar adalah terhad dengan hanya beberapa kajian mengenai kejadian MP dalam ikan air tawar, khususnya dalam ekosistem air tawar Thailand. Matlamat kajian ini adalah untuk menilai kejadian MP buat kali pertama dalam saluran gastrousus (GIT) ikan air tawar dari Tanah Bencah Nong Luang, Chiang Rai, Thailand. Sebanyak 100 spesimen ikan mewakili 15 spesies daripada 8 famili telah diperiksa. Ukuran asas ikan sebagai jumlah panjang dan jumlah berat digunakan untuk menghitung indeks keadaan Fulton (F). GIT kemudiannya dikeluarkan dan MP telah diekstrak melalui pemeriksaan visual dan penyelesaian pencernaan. Atribut kualitatif seperti warna dan jenis MP (gentian, berbentuk batang dan serpihan) turut direkodkan. Keputusan menunjukkan kelaziman MP yang agak rendah pada 21.0% dengan 25 zarah MP dikeluarkan daripada GIT spesimen yang mewakili 7 spesies. Bilangan zarah MP yang diinges adalah antara 1 dan 4 setiap ikan, dengan purata 1.19 ± 0.68 . Zarah MP dikategorikan sebagai gentian (92.0%), berbentuk batang (4.0%) dan serpihan (4.0%) dengan gentian biru yang paling lazim. Tiada korelasi yang ketara diperhatikan antara bilangan zarah MP dan panjang badan, berat dan nilai F ikan. Hasil ini memberikan bukti pertama pencemaran MP dalam ikan dari tanah bencah Thailand sebagai garis asas untuk kajian masa hadapan dan penilaian risiko ke atas biota kebanyakan sistem akuatik di seluruh negara.

Kata kunci: Gentian biru; ikan air tawar; mikroplastik; peralatan menangkap ikan; tanah bencah

INTRODUCTION

Due to high production levels and improper waste management, plastics are now increasingly discarded

into the aquatic environment. Accumulation of plastic debris caused by anthropogenic activities is polluting aquatic ecosystems but few studies have addressed this

aspect. Plastics generate remarkable societal benefits, with outstanding features of light weight, durability and versatility at low production cost (Andrady & Neal 2009; Hammer, Kraak & Parsons 2012; McDevitt et al. 2017). Plastic particles less than 5 mm in diameter are termed microplastics (MPs). These comprise a heterogeneous group of particles differing in size, shape, chemical composition and specific density that originate from diverse sources. MPs can be categorized into primary MPs and secondary MPs. Primary MPs are commonly defined as micro-sized particles released into the environment as resin pellets (raw material for the production of plastic products) or as personal healthcare product ingredients (e.g., peelings and shower gels), while secondary MPs emanate from fragmentation of large plastic materials by biodegradation, photodegradation, thermo-oxidative degradation, thermal degradation or hydrolysis (Duis & Coors 2016; Thompson et al. 2009; Wagner et al. 2014).

MP wastes pollute a wide range of natural terrestrial, freshwater and marine habitats (UNEP 2018). MPs enter aquatic environments by many pathways and cause physical and toxicological effects on organisms at different trophic levels (Anbumani & Kakkar 2018; Horton et al. 2017; Law & Thompson 2014). MPs are difficult to identify and readily ingested by aquatic organisms because of their microscopic size. They can absorb and transport more organic matter than large plastic particles because of their greater relative surface area (Bakir, Rowland & Thompson 2013, 2012). Anbumani and Kakkar (2018) and Ha and Yeo (2018) presented a generic overview on the exposure and toxicity of MPs, and determined growth impairment, behavioral impairment, reproductive impairment, feeding impairment, reduced survival and increased mortality in aquatic organisms. The toxicity profile of MPs in short-term exposure does not have a major biological effect but numerous studies have identified toxicity from long-term exposure (Anbumani & Kakkar 2018; Foley et al. 2018; Ha & Yeo 2018; Li, Liu & Chen 2018; Wagner et al. 2014).

Recent research on MPs has focused on marine and coastal environments rather than freshwater waterbodies, and these ecosystems require detailed investigation (Li, Liu & Chen 2018; Wagner et al. 2014; Yu et al. 2018). Several studies have reported on the ingestion of MPs by marine species; however, information for freshwater species, especially freshwater fish is scarce. The first evidence on the occurrence and detection of MPs in freshwater fishes was reported by Campbell, Williamson and Hall (2017) and Silva-Cavalcanti et al. (2017), with most previous studies concentrated in Europe, North America and East Asian

regions (Ajith et al. 2020). Few studies have been conducted in Southeast Asia, particularly in Thailand, with only a few studies on the occurrence of MPs in freshwater fish (Kasamesiri & Thaimuangphol 2020; Kasamesiri et al. 2021). Kasamesiri and Thaimuangphol (2020) reported on MP ingestion by freshwater fish in the Chi River as the first observations on Thai river ecosystem biota. Recent studies conducted in Thai reservoir (Ubolratana reservoir) also showed that the freshwater fish had ingested MPs (Kasamesiri et al. 2021).

MPs have been studied worldwide in terrestrial and freshwater ecosystems, particularly in wastewater and other water bodies (Elkhatib & Oyanedel-Craver 2020; Rochman 2018). However, only a few studies have focused on the occurrence of MPs in freshwater systems such as lakes, rivers and wetlands (Horton et al. 2017; Kumar, Sharma & Bandyopadhyay 2021). Wetlands provide many ecosystem services, and also provide for human livelihoods, including aesthetic and recreational values (Mitsch, Bernal & Hernandez 2015; Scholte et al. 2016). Wetlands also act as a reservoir (i.e., both sink and source) of MPs (Kumar, Sharma & Bandyopadhyay 2021). This study was conducted in the Nong Luang Wetland, Chiang Rai Province, Northern Thailand. This small-scale wetland in the Chiang Saen Valley is surrounded by low mountains and hills. The Nong Luang Wetland has been designated as wetland of international importance. It is located near the Nong Bong Kai wetland, designated as a Ramsar site in 2001 (TISTR 2011). Many people live in and around this wetland and depend on the wetland's resources for their livelihoods. Nong Luang Wetland is a well-renowned area with developed agriculture, aquaculture, and animal husbandry (Masa 2015; ONEP 2004; Panboon, Soe-been & Sukkasem 2017). Wetland investigations based on fishes have limited impacts on the understanding of pollutant effects on fish populations but provide valuable information about resident biota. Freshwater biota research is lacking in Thailand, and this investigation was conducted to determine baseline pollution levels of MPs in the gastrointestinal tracts (GITs) of fishes from the Nong Luang Wetland. Study findings will fill the current knowledge gap as the first scientific record of the occurrence of MPs in the GITs of freshwater fish captured in Nong Lung wetland, Chiang Rai Province, Northern Thailand.

MATERIALS AND METHODS

STUDY AREA

This study was conducted in the Nong Luang Wetland, a small-scale wetland area in the Chiang Saen Valley

of Chiang Rai Province, Northern Thailand surrounded by low mountains and hills. Nong Luang Wetland covers an area of 14.71 km² and has been designated as a wetland of international importance (TISTR 2011). This wetland stores rainfall and water runoff from the highlands and consists of marshes and swamps. Many major tributaries as the Mae Lao River, Huai Sak Stream, Rong Ber Stream and Cham Tong Stream drain to this wetland and exit through the narrow northern channel to the Kok and Mekong Rivers, respectively (Masa 2015). The Nong Luang Wetland area encompasses the Wiang Chai and Don Sila Sub-districts of Wiang Chai District, as well as areas in the Huai Sak Sub-district of Mueang Chiang Rai District in Chiang Rai Province (19°50'55.1" N, 99°56'32.6" E; Figure 1), located near the Nong Bong Kai wetland (designated as a Ramsar site in 2001). This area forms part of an ecologically connected network comprising wildlife, water birds and migratory birds (ONEP 2004). Many people living in and around this wetland depend on the wetland's natural resources for their livelihoods.

SAMPLE COLLECTION

Before sampling, all tools and containers were cleaned with filtered pure water. Fifteen species of fish as 100

individuals (Table 1) were collected from local markets situated nearby Nong Luang Wetland. Sources of plastic pollution included fishing activities, aquaculture, agriculture and sewage from residential areas. All the fishes were caught by local fisherman during the rainy season (August-September 2020). Criteria for choosing different species included their importance in the fishing activities of the area and also their diverse feeding features and habitats. Samples were transported in iceboxes to the laboratory and stored at -20 °C before examination. Plastic material was avoided throughout the whole sampling process.

SAMPLE PROCEDURE AND MICROPLASTIC IDENTIFICATION

In the laboratory, freshwater fishes were identified to species level, then weighed and measured for body length to an accuracy of 0.01 g and 0.1 cm, respectively. Body length was measured from the tip of the snout to the end of the caudal fin. Fulton's condition index (F) was calculated for each fish using the formula:

$$F = 100 \times W/L^3$$

where W is the weight in grams and L is the length in cm (Nash, Valencia & Geffen 2006).

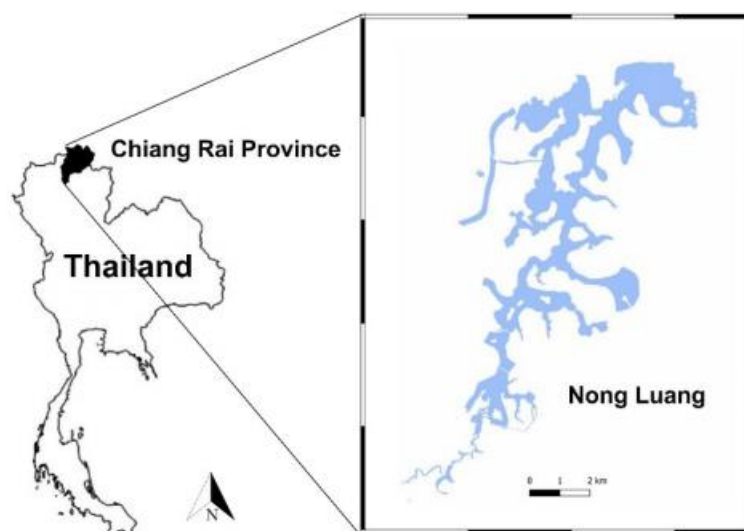


FIGURE 1. Geographic position of Nong Luang Wetland (Chiang Rai Province, Thailand)

Lab coats and disposable latex gloves were worn to prevent sample contamination with MPs from other sources. All laboratory materials (Petri dishes, scalpels, scissors and tweezers) used during the sample processing were also cleaned with filtered purified water before use following previous methods (Bessa et al. 2018; Calderon et al. 2019; Yuan et al. 2019). The samples were analyzed in a laboratory with restricted access to prevent airborne contamination during the entire sampling procedure (visual inspection and digestion of solutions).

Fish samples were cut open with a scalpel and the gastrointestinal tracts (GITs) were immediately placed in clean glassware to minimize the risk of contamination. The hydrogen peroxide (H₂O₂) solution digestion method was conducted as previously described (Jabeen et al. 2017; Pazos et al. 2017) with some modifications. Briefly, each dissected GIT was placed in an Erlenmeyer flask and digested using 30 mL of 30% H₂O₂ (Merck, Germany). The volume of liquid did not exceed 50% of the total volume of the flask. The flasks were then covered with tinfoil and placed in an incubator at 65 °C for 24 h. Three blanks with only 30% H₂O₂ were run for each batch of 20 samples to correct for potential airborne MP deposition in the laboratory (no contamination was found in the blanks during MP extraction). After 24 h of digestion, saturated NaCl solution (density 1.20 g cm⁻³) was filtered and added into the flasks to separate the MPs by floatation. The mixtures were manually stirred for 2 min and allowed to settle for 12 h at room temperature. The supernatant was then pipetted and filtered through 8 µm Whatman paper.

The filter paper was stored in a glass Petri dish and subsequently observed under a stereomicroscope (Nikon SMZ-2B, Japan). Suspected MPs were photographed and analyzed following previously established criteria (Hidalgo-Ruz et al. 2012; Lusher, McHugh & Thompson 2013; Nor & Obbard 2014). Particles were classified as MP-like if they had the following characteristics: (i) no cellular or organic structures visible, (ii) fibers equally thick throughout the length, (iii) homogeneously colored, (iv) if fibrous, all fibers had 3-dimensional bending and (v) particles were shiny and not matte. The MPs were categorized as fibers, rod-shaped and fragments according to Tanaka and Takada (2016). The number, shape and color of the MPs were recorded.

DATA ANALYSIS

The frequency percentage of MP occurrence within the GITs was calculated using the formula:

$$FO\% = (Ni/N) \times 100$$

where FO% is the frequency of occurrence of MP particles; Ni is the number of GITs containing MPs and N is the total number of GITs examined (Pegado et al. 2018). Spearman correlation analysis was used to assess possible relations between the number of MPs and body length, weight and Fulton's fish condition index. Statistical tests were only conducted on specimens with MP particles in the GIT and performed using SPSS 28.0.1.0. Statistical tests were considered significant at P value < 0.05.

ETHICS APPROVAL

Fieldwork, including collection of fishes in the field and specimen preparation in the laboratory, were managed according to the guidelines approved by the Institute of Animals for Scientific Purposes Development (IAD), National Research Council of Thailand, and the relevant document (no. U1-03137-2559) was approved by the committee. The guidelines for animal care and use of animals for research, testing, biological production and teaching in the kingdom of Thailand were used according to the Animals for Scientific Purposes Act 2015. This study complied with all the relevant national regulations and institutional policies for the humane care and use of animals.

RESULTS

A total of 100 fish specimens were collected and classified into 8 families, 11 genera, 15 species and four feeding habits as carnivore, detritivore, omnivore and zooplanktivore (Table 1). Body length averaged 12.1±3.97 (6.0-24.0) cm, with average body weight 46.96±31.90 (8.96-163.35) g. Fulton's condition index ranged from 1.25 to 5.06 (average 2.73).

Numbers of MPs in fish GITs were analyzed and are listed in Table 2. Overall, 21.0% (21/100) fish retained MPs, with 25 MPs removed from the 7 fish species *Trichopodus microlepis*, *Oreochromis niloticus*, *Cyclocheilichthys armatus*, *Gymnostomus siamensis*, *Labiobarbus siamensis*, *Oxyeleotris marmorata*, and *Pristolepis fasciatus* that each contained at least one MP. The percentage of occurrence of fish species with MPs ranged from 15.79 to 100, while MPs/fish ranged from 1.0 to 2.0. Among the 7 different species, *L. siamensis* recorded the highest MP prevalence (FO% = 100) followed by *C. armatus* (FO% = 50.0), *G. siamensis* (FO% = 28.57), *P. fasciatus* (FO% = 27.27), *Or. niloticus* and *Ox. marmorata* (FO% = 25.00) and *T. microlepis* (FO% = 15.79). No fish was found with more than four MPs in the GIT tract. Proportions of fish with different amounts of MPs in the GIT are shown in Figure 2(A).

TABLE 1. Information regarding the fish species collected from the Nong Luang Wetland

Family	Fish species	Habitat	Feeding habit	n ^a	Weight (g)		Length (cm)		F ^b
					Mean	SD	Mean	SD	
Osphronemidae	<i>Trichopodus microlepis</i>	Pelagic-benthic	Zooplanktivore	19	17.36	5.33	8.4	1.05	2.93
	<i>Trichopodus tricopterus</i>	Pelagic-benthic	Zooplanktivore	2	12.50	3.54	8.6	0.71	1.97
Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	Benthic	Carnivore	1	126.00		20.9		1.38
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Pelagic-benthic	Omnivore	12	30.25	5.65	8.9	0.37	4.29
	<i>Cylocheilichthys lagleri</i>	Pelagic-benthic	Zooplanktivore	2	43.00	11.31	10.0	0.42	4.30
	<i>Cylocheilichthys armatus</i>	Pelagic-benthic	Zooplanktivore	2	39.5	0.71	12.3	1.20	2.12
	<i>Cylocheilichthys repassan</i>	Pelagic-benthic	Omnivore	1	29.00		10.9		2.24
Cyprinidae	<i>Gymnostomus siamensis</i>	Midwater	Omnivore	7	63.85	12.62	13.2	0.77	2.78
	<i>Gymnostomus lineatus</i>	Midwater	Omnivore	1	28.00		9.8		2.97
	<i>Labio barbatus siamensis</i>	Benthic	Detritivore	1	35.00		12.3		1.88
	<i>Mystacoleucus obtusirostris</i>	Midwater-benthic	Omnivore	1	25.00		9.6		2.83
	<i>Mystus albolineatus</i>	Benthic	Carnivore	2	60.00	7.07	14.8	0.25	1.85
Bagridae	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Benthic	Carnivore	32	72.84	64.35	13.3	3.44	3.10
Pristolepididae	<i>Pristolepis fasciatus</i>	Benthic	Omnivore	11	24.00	22.62	7.8	1.82	5.06
Notopteridae	<i>Notopterus notopterus</i>	Pelagic-benthic	Carnivore	6	98.17	65.18	19.9	4.11	1.25
Total				100	46.96	31.90	12.1	3.97	2.73

^aTotal number of fishes; ^bFulton's condition index

2476

Most fish contained one MP, and only one species of fish (*Ox. marmorata*) contained three or more MPs in the GIT. MPs ingested by the fish samples varied from 1 to 4 particles per fish, with an average of 1.19 ± 0.68 . Correlation analysis showed no significant association ($P > 0.05$) between the number of MPs and the body length, weight and Fulton's condition index.

The most common MP morphotype was fiber, followed by rod-shaped and fragment, accounting for 92.0%, 4.0% and 4.0% of the total, respectively (Table 2 and Figure 3). The proportion of MP types varied with fish species although fibers were dominant in all species. The percentage of fiber reached 100% in most of the fishes (Figure 2(B)), except for *T. microlepis* and *P.*

fasciatus where fibers accounted for 66.7% of recovered MPs. Rod-shaped MPs were only found in *P. fasciatus*, accounting for 33.3% of the total number of items in this species, while MP fragments were only found in *T. microlepis* at 33.3%.

Colored MPs accounted for 85% of the total recorded in the Nong Luang Wetland. Five MP colors were found in the GITs as black, green, red, blue and transparent. Color distribution of ingested MPs was generally uniform across all fish species analyzed, with blue as the most prominent (39%) followed by red (23%), black (15%) and transparent (15%), while green was less frequent (8%). The variety of colored MPs was higher in *Ox. marmorata*.

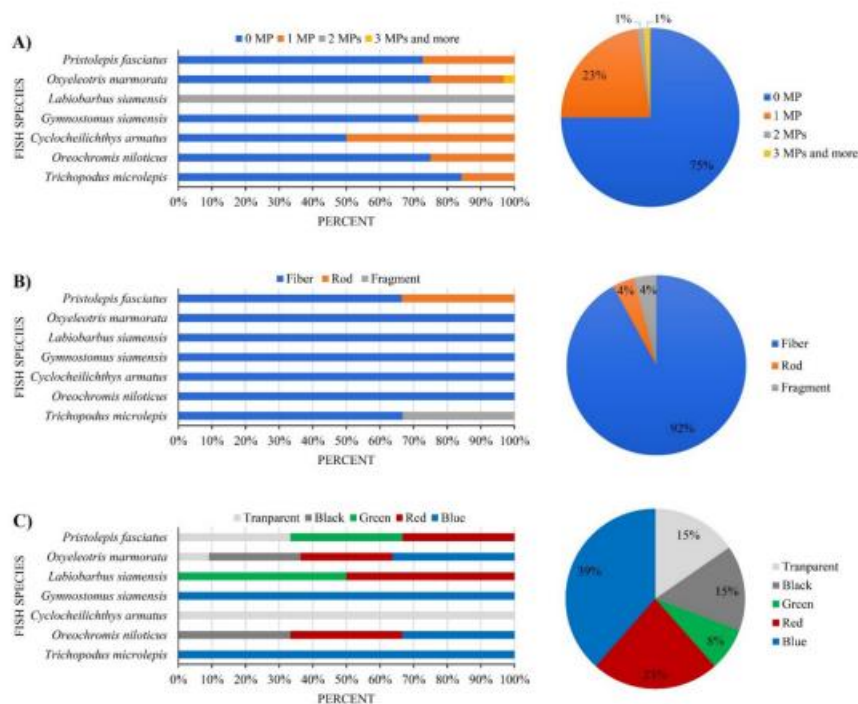


FIGURE 2. Composition of microplastics by number (A), type (B) and color (C) in the gastrointestinal tract of fishes from Nong Luang Wetland

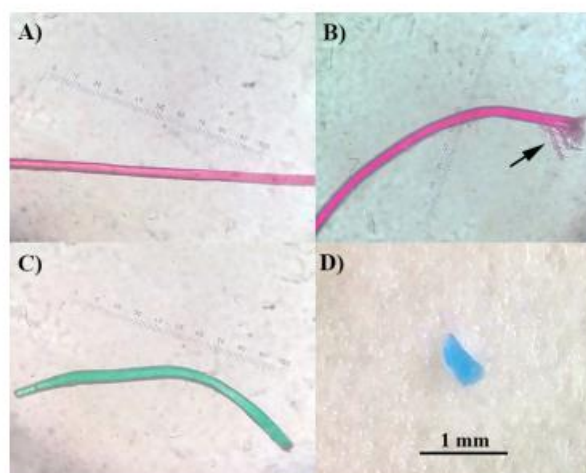


FIGURE 3. Examples of microplastics found in the gastrointestinal tract of fish: A-B) fibers are isolated from filter paper exhibiting fraying (arrows), C) rod-shape, and D) fragment. (A-C, compound microscope, 10x magnification; scale bar represents 2.5 mm)

DISCUSSION

Nong Luang Wetland plays an important role as an ecologically connected network comprising wildlife and supports the livelihoods of the local people. The area has been designated as a wetland of international importance. This study contributed new knowledge as baseline data on the ingestion of MPs by freshwater fish in the Nong Luang Wetland by providing an initial snapshot of MP pollution levels as the first evidence of MP ingestion by freshwater fishes in a Thai wetland area. Investigations of MP ingestion by freshwater fishes are limited compared to similar studies of marine fishes. Recent studies conducted in Thai river and reservoir systems showed that the fishes have MPs in their GITs (72.9% and 96.4%, respectively) (Kasamesiri & Thaimuangphol 2020; Kasamesiri et al. 2021). Here, 21.0% of fish were found with MPs, while the number of MPs recovered per fish varied from 1 to 4 (overall average of 1.19 ± 0.68 particles per fish), indicating a relatively low prevalence of MPs in freshwater fishes from this wetland. Comparisons of MP abundances recorded in the literature must allow for diverse sampling, sample preparation, extraction, purification, identification and quantification methodologies (Hidalgo-Ruz et al. 2012; Li, Liu &

Chen 2018; Mai et al. 2018; Wang & Wang 2018). Previous studies using similar units for quantifying MPs in freshwater fish compared with our results indicated that the Nong Luang Wetland contained fewer MPs than the Taihu Lake, China (95.7%) (Jabeen et al. 2017), freshwater fish (*Hoplosternum littorale*) in the Pajeú River, Brazil (83.0%) (Silva-Cavalcanti et al. 2017) and in the Widawa River, Poland (53.9-54.5%) (Kuśmirek & Popiolek 2020), with comparable results to freshwater fishes of Southwestern Germany (18.8%) (Roch et al. 2019) and the common noxious fish (*Gambusia holbrooki*) in Australian urban wetlands (19.4%) (Su et al. 2019). In our study, the percentage occurrence of MPs in each species ranged between 15.79% and 100%, with the highest in *L. siamensis*. However, it was difficult to conclude a general trend of MPs in fish due to the small number of samples. Further evaluations require a larger sample size. Low intensity of MPs was detected at 1 to 4 particles per fish, concurring with Roch et al. (2019) who found low intensity of ingested MPs ranging between 1 and 4 particles per fish in Southwestern Germany. Similar results were also recorded in other freshwater systems (Jabeen et al. 2017; Kasamesiri & Thaimuangphol 2020; Silva-Cavalcanti et al. 2017).

TABLE 2. Amount and type composition of microplastics in the gastrointestinal tract of fish species from Nong Luang Wetland

Family	Fish species	FO%	MP/ all fish	MP/ fish with MP	Fiber (%)	Rod-shape (%)	Fragment (%)
Osphronemidae	<i>Trichopodus microlepis</i>	15.79	0.16	1.00	66.7	0	33.3
	<i>Trichopodus trichopterus</i>	0	0	0	0	0	0
Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	0	0	0	0	0	0
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	25.00	0.25	1.00	100	0	0
	<i>Cydocheilichthys lagleri</i>	0	0	0	0	0	0
Cyprinidae	<i>Cydocheilichthys armatus</i>	50.00	0.50	1.0	100	0	0
	<i>Cydocheilichthys repassan</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Gymnostomus siamensis</i>	28.57	0.29	1.00	100	0	0
	<i>Gymnostomus lineatus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Labiobarbus siamensis</i>	100.00	2.00	2.00	100	0	0
Bagridae	<i>Mystacoleucus oblirostris</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Mystus albulineatus</i>	0	0	0	0	0	0
Butidae	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	25.00	0.34	1.38	100	0	0
Pristolepididae	<i>Pristolepis fasciatus</i>	27.27	0.27	1.00	66.7	33.3	0
Notopteridae	<i>Notopterus notopterus</i>	0	0	0	0	0	0
Total		21.0	0.25	1.19	92.0	4.0	4.0

Nong Luang Wetland is a well-renowned area with developed agriculture, aquaculture and animal husbandry (Masa 2015; ONEP 2004; Panboon, Soebeen & Sukkasem 2017). The MPs observed in this study indicated that key environmental pressures from anthropogenic activities are now influencing MP distribution (Kumar, Sharma & Bandyopadhyay 2021; Vendel et al. 2017). Global studies showed that effluent discharge and urbanization increased the accumulation of MPs within environments and resident organisms (Du et al. 2020; Duis & Coors 2016; Li, Liu & Chen 2018; Wagner et al. 2014). Communities living around the Nong Luang Wetland have no wastewater treatment plant. Wastewater originating from the surrounding rural non-point sources discharges into river networks and wetlands without treatment, contributing plastics as MPs in the aquatic environment (Yuan et al. 2019). Thus, sewage wastewater discharges were considered as one source of contamination. MPs in wetlands are transported by surface runoff and associated with diffuse urban pollution sources, while recreational activities in urban wetlands increase the risk of MP pollution via unmanaged waste disposal and recreational fishing (Su et al. 2019).

Aquacultural activities also increase MP pollution. Poor waste management practices such as illegal waste accumulation and waste burning were observed in the wetland. MP concentrations in freshwater wetlands vary with space and time (Rodrigues et al. 2018; Stanton et al. 2020). Eriksen et al. (2013) concluded that the abundance of MPs in wetlands depended upon various vital factors including investigated locations, approaches, and human interference, while Meng, Kelly and Wright (2020) considered that flow regimes, freshwater topography and extent of biofouling determined microplastic transport at spatial scales, together with anthropogenic activities.

In our study, the correlation between the number of ingested MPs, fish length and fish weight was positive but weak, with no significant correlation observed between fish length and weight and number of MPs in GITs. Correlations between these attributes depend on fish species and feeding habits, fish trophic level, sample size and MP characteristics (Mai et al. 2018; Yuan et al. 2019). Our small sample size negatively impacted meaningful factor correlations and this aspect requires further evaluation with larger sample sizes and individuals from different size classes according to the scientific literature in freshwater habitats (Mai et al. 2018; Possatto et al. 2011). Previous studies confirmed that factors determining the levels of MPs ingested by fish are still not well understood; however, even small amounts

of MP ingestion seriously impact fish health (Anbumani & Kakkar 2018; Du et al. 2020; Li, Liu & Chen 2018; Wagner et al. 2014).

Three MP morphotypes were presented in fish GITs as fiber, rod-shaped and fragment, concurring with previous studies (Jabeen et al. 2017; Kasamesiri & Thaimuangphol 2020; Kasamesiri et al. 2021; Pazos et al. 2017; Sun et al. 2019). Fibers were the dominant category of MPs ingested by fish from the Nong Luang Wetland at 92.0% of the total occurrence, similar to results in most field studies of MP ingestion in freshwater fishes (Andrade et al. 2019; Campbell, Williamson & Hall 2017; Collard et al. 2018; Horton et al. 2018; Jabeen et al. 2017; Kasamesiri & Thaimuangphol 2020; Kasamesiri et al. 2021; McGoran, Clark & Morritt 2017; McNeish et al. 2018; Silva-Cavalcanti et al. 2017; Sun et al. 2019). The dominance of fibers as the MP type originated from the peeling of plastic fishing gear, fish cages or nylon ropes and other equipment used in aquaculture (Cole et al. 2011; Kasamesiri & Thaimuangphol 2020; Kasamesiri et al. 2021; Welden & Cowie 2017). Domestic sewage containing fibers from laundry was also an important source of fibers (Browne et al. 2011). Lusher, McHugh and Thompson (2013) concluded that rayon made up over half of the polymers identified, with possible sources as clothing, furnishing, hygiene products and nappies as indirect input through sewage. In the same vein, Wagner et al. (2014) suggested that urban areas near water bodies are potential sources of MPs, while Jabeen et al. (2017) considered freshwater systems and estuaries (transitional systems) as potentially more prone to fiber contamination than the marine environment because these systems are closely located to potential fiber point source discharges.

Fibers observed in fish GITs in the Nong Luang Wetland varied in color, with the highest variety found in *Ox. marmorata*. Blue fibers were the most abundant followed by red, black, transparent and green. Previous studies also reported blue as the most abundant fiber color (Bessa et al. 2018; Kasamesiri & Thaimuangphol 2020; Kasamesiri et al. 2021; Lucas-Solis et al. 2021; Lusher, McHugh & Thompson 2013). The Nong Luang Wetland is an important fishery resource with abundant fishing activities. Local fisherman usually use transparent or black gillnets to catch fish, while blue fiber fish cages are used in aquaculture, with blue plastic materials used in fishing gear (nets, traps and lines) as sources of blue fibers ingested by fishes in this wetland. Blue fibers are also commonly found in freshwater systems affected by sewage spillage (Leads & Weinstein 2019). In our study, MP type and color

played no relevant role, implying passive uptake. The distribution of MPs and color varied between habitats and feeding habits, with no evidence of active uptake. More detailed research is required to evaluate potential uptake pathways. Some previous studies hypothesized that the color of MPs and resemblance of MPs to food may contribute to the likelihood of MP ingestion in fishes as a result of visual confusion between prey (Alomar et al. 2017). Ory et al. (2017), Savoca et al. (2017), and Selleslagh and Amara (2015) highlighted that various fish species consider everything as potential prey, including MPs being mistaken as a food source.

In conclusion, our study sheds light on the occurrence of various microplastic morphotypes in fish GITs from the Nong Luang Wetland, with fibers being the most dominant type. While color variations were observed in the fibers, they did not significantly influence the uptake process. We recognize the limitations of our study, particularly the absence of microFTIR analysis, and propose future research to employ advanced analytical techniques, such as microFTIR, to enhance the accuracy and reliability of microplastic identification (Lin, Chiu & Kuo 2023, 2022).

CONCLUSIONS

This is the first report detailing MP ingestion by freshwater fishes from a wetland in Thailand. Results showed that MP pollution was relatively low compared to other investigated areas. MPs were ingested by freshwater fishes, indicating that this emerging pollutant is ubiquitous in the Nong Luang Wetland. The main MP type as fiber was found in the GITs of 7 fish species. Color compositions of MPs ingested by fish were diverse, with blue being the most abundant. MP types indicated their origin as mainly from fishing gear, such as nets and synthetic fibers from clothing. Wetlands provide for human livelihoods, and MP ingestion by biota that negatively impacts food webs must be investigated to maintain both structures and functions of wetland ecosystems. More attention must be paid to wetland pollution and other biological toxic hazards impacting aquatic animals and humans. The Thai Government should improve waste management facilities and monitor aquacultural activities in wetland areas. Data presented here provide a meaningful reference as the baseline pollution level for future MP research in the Nong Luang Wetland.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by Chiang Rai Rajabhat University (Grant No. B26404267). The authors acknowledge the Environmental Science and

Technology Program and Biological Science Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University for providing the research facilities. We would like to thank Mr. Peter Charge for English proofreading.

REFERENCES

- Ajith, N., Arumugam, S., Parthasarathy, S., Manupoori, S. & Janakiraman, S. 2020. Global distribution of microplastics and its impact on marine environment - A review. *Environmental Science and Pollution Research* 27(21): 25970-25986.
- Alomar, C., Sureda, A., Capo, X., Guijarro, B., Tejada, S. & Deudero, S. 2017. Microplastic ingestion by *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 fish and its potential for causing oxidative stress. *Environmental Research* 159: 135-142.
- Anbumani, S. & Kakkar, P. 2018. Ecotoxicological effects of microplastics on biota: A review. *Environmental Science and Pollution Research* 25(15): 14373-14396.
- Andrade, M.C., Winemiller, K.O., Barbosa, P.S., Fortunati, A., Chelazzi, D., Cincinelli, A. & Giarrizzo, T. 2019. First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits. *Environmental Pollution* 244: 766-773.
- Andrady, A.L. & Neal, M.A. 2009. Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 364(1526): 1977-1984.
- Bakir, A., Rowland, S.J. & Thompson, R.C. 2013. Enhanced desorption of persistent organic pollutants from microplastics under simulated physiological conditions. *Environmental Pollution* 185: 16-23.
- Bakir, A., Rowland, S.J. & Thompson, R.C. 2012. Competitive sorption of persistent organic pollutants onto microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 64(12): 2782-2789.
- Bessa, F., Barria, P., Neto, J.M., Frias, J.P., Otero, V., Sobral, P. & Marques, J.C. 2018. Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine Pollution Bulletin* 128: 575-584.
- Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T. & Thompson, R.C. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks. *Environmental Science and Technology* 45(21): 9175-9179.
- Calderon, E.A., Hansen, P., Rodriguez, A., Blettler, M.C.M., Syberg, K. & Khan, F.R. 2019. Microplastics in the digestive tracts of four fish species from the Ciénaga Grande de Santa Marta estuary in Colombia. *Water, Air, and Soil Pollution* 230(257): 1-9.
- Campbell, S.H., Williamson, P.R. & Hall, B.D. 2017. Microplastics in the gastrointestinal tracts of fish and the water from an urban prairie creek. *FACETS* 2: 395-409.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C. & Galloway, T.S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin* 62(12): 2588-2597.

- Collard, F., Gasperi, J., Gilbert, B., Eppe, G., Azimi, S., Rocher, V. & Tassin, B. 2018. Anthropogenic particles in the stomach contents and liver of the freshwater fish *Squalius cephalus*. *Science of the Total Environment* 643: 1257-1264.
- Du, J., Xu, S., Zhou, Q., Li, H., Fu, L., Tang, J., Wang, Y., Peng, X., Xu, Y. & Du, X. 2020. A review of microplastics in the aquatic environment: Distribution, transport, ecotoxicology, and toxicological mechanisms. *Environmental Science and Pollution Research* 27(11): 11494-11505.
- Duis, K. & Coors, A. 2016. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: Sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe* 28(1): 2.
- Elkhatib, D. & Oyanedel-Craver, V. 2020. A critical review of extraction and identification methods of microplastics in wastewater and drinking water. *Environmental Science and Technology* 54(12): 7037-7049.
- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H. & Amato, S. 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin* 77(1-2): 177-182.
- Foley, C.J., Feiner, Z.S., Malinich, T.D. & Höök, T.O. 2018. A meta-analysis of the effects of exposure to microplastics on fish and aquatic invertebrates. *Science of the Total Environment* 631-632: 550-559.
- Ha, J. & Yeo, M.K. 2018. The environmental effects of microplastics on aquatic ecosystems. *Molecular and Cellular Toxicology* 14: 353-359.
- Hammer, J., Kraak, M.H.S. & Parsons, J.R. 2012. Plastics in the marine environment: The dark side of a modern gift. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, edited by Whitacre, D.M. New York: Springer. pp. 1-44.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C. & Thiel, M. 2012. Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Science of the Total Environment* 46(6): 3060-3075.
- Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E. & Svendsen, C. 2017. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of the Total Environment* 586: 127-141.
- Horton, A.A., Jürgens, M.D., Lahive, E., van Bodegom, P.M. & Vijver, M.G. 2018. The influence of exposure and physiology on microplastic ingestion by the freshwater fish *Rutilus rutilus* (roach) in the River Thames, UK. *Environmental Pollution* 236: 188-194.
- Jabeen, K., Su, L., Li, J., Yang, D., Tong, C. & Mu, J. 2017. Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environmental Pollution* 221: 141-149.
- Kasamesiri, P. & Thaimuangphol, W. 2020. Microplastic ingestion by freshwater fish in the Chi River, Thailand. *International Journal of GEOMATE* 18(67): 114-119.
- Kasamesiri, P., Meksumpun, C., Meksumpun, S. & Ruengsom, C. 2021. Assessment on microplastics contamination in freshwater fish: A case study of the Ubolratana Reservoir, Thailand. *International Journal of GEOMATE* 20(77): 62-68.
- Kumar, R., Sharma, P. & Bandyopadhyay, S. 2021. Evidence of microplastics in wetlands: Extraction and quantification in freshwater and coastal ecosystems. *Journal of Water Process Engineering* 40: 101966.
- Kuśmierczak, N. & Popiolek, M. 2020. Microplastics in freshwater fish from Central European lowland river (Widawa R., SW Poland). *Environmental Science and Pollution Research* 27(10): 11438-11442.
- Law, K.L. & Thompson, R.C. 2014. Microplastics in the seas. *Science* 345(6193): 144-145.
- Leads, R.R. & Weinstein, J.E. 2019. Occurrence of tire wear particles and other microplastics within the tributaries of the Charleston Harbor Estuary, South Carolina, USA. *Marine Pollution Bulletin* 145: 569-582.
- Li, J., Liu, H. & Chen, J.P. 2018. Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water Research* 137: 362-374.
- Lin, C.-T., Chiu, M.-C. & Kuo, M.-H. 2023. Seasonality can override the effects of anthropogenic activities on microplastic presence in invertebrate deposit feeders in an urban river system. *Journal of Hazard Materials* 443(Pt B): 130272.
- Lin, C.-T., Chiu, M.-C. & Kuo, M.-H. 2022. A mini-review of strategies for quantifying anthropogenic activities in microplastic studies in aquatic environments. *Polymers* 14(1): 198.
- Lucas-Solis, O., Moullet, G.M., Guamangallo, J., Yacelga, N., Villegas, L., Galarza, E., Rosero, B., Zurita, B., Sabando, L., Cabrera, M., Gimiliani, G.T. & Capparelli, M.V. 2021. Preliminary assessment of plastic litter and microplastic contamination in freshwater depositional areas: The case study of Puerto Misahualli, Ecuadorian Amazonia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 107(1): 45-51.
- Lusher, A.L., McHugh, M. & Thompson, R.C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin* 67(1-2): 94-99.
- Mai, L., Bao, L., Shi, L., Wong, C.S. & Zeng, E.Y. 2018. A review of methods for measuring microplastics in aquatic environments. *Environmental Science and Pollution Research* 25(12): 11319-11332.
- Masa, W. 2015. Biodiversity of aquatic animals management in Nong Luang under the geosocial-based, Bann Samanmit, Donsila Sub-district, Wiang Chai District, Chiang Rai Province. M.Sc. Thesis, Maejo University (Unpublished).

- McDevitt, J.P., Criddle, C.S., Morse, M., Hale, R.C., Bott, C.B. & Rochman, C.M. 2017. Addressing the issue of microplastics in the wake of the microbead-free waters act - A new standard can facilitate improved policy. *Environmental Science and Technology* 51(12): 6611-6617.
- McGoran, A.R., Clark, P.F. & Morritt, D. 2017. Presence of microplastic in the digestive tracts of European flounder, *Platichthys flesus*, and European smelt, *Osmerus eperlanus*, from the River Thames. *Environmental Pollution* 220(Part A): 744-751.
- McNeish, R.E., Kim, L.H., Barrett, H.A., Mason, S.A., Kelly, J.J. & Hoellein, T.J. 2018. Microplastic in riverine fish is connected to species traits. *Scientific Reports* 8(1): 11639.
- Meng, Y., Kelly, F.J. & Wright, S.L. 2020. Advances and challenges of microplastic pollution in freshwater ecosystems: A UK perspective. *Environmental Pollution* 256: 113445.
- Mitsch, W.J., Bernhal, B. & Hernandez, M.E. 2015. Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* 11(1): 1-4.
- Nash, R., Valencia, A.H. & Geffen, A. 2006. The origin of Fulton's condition factor: Setting the record straight. *Fisheries* 31: 236-238.
- Nor, N.H.M. & Obbard, J.P. 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 79(1-2): 278-283.
- ONEP. 2004. *Nong Bong Kai Strategic Wetland Management Plan*. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.
- Ory, N.C., Sobral, P., Ferreira, J.L. & Thiel, M. 2017. *Amberstripe scad, Decapterus muroadsi* (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. *Science of the Total Environment* 586: 430-437.
- Panboon, K., Soc-been, S. & Sukkasem, T. 2017. *Diversity Fish Community and Gillnets Efficiency of Nong Luang swamp, Chiang Rai Province*. Inland Fisheries Research and Development Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.
- Pazos, R.S., Maiztegui, T., Colautti, D.C., Paracampo, A.H. & Gómez, N. 2017. Microplastics in gut contents of coastal freshwater fish from Río de la Plata Estuary. *Marine Pollution Bulletin* 122(1-2): 85-90.
- Pegado, T.S.S., Schmid, K., Winemiller, K.O., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Dei, L. & Giarrizzo, T. 2018. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River Estuary. *Marine Pollution Bulletin* 133: 814-821.
- Posatto, F.E., Barletta, M., Costa, M.F., do Sul, J.A.I. & Dantas, D.V. 2011. Plastic debris ingestion by marine catfish: An unexpected fisheries impact. *Marine Pollution Bulletin* 62(5): 1098-1102.
- Roch, S., Walter, T., Ittner, L.D., Friedrich, C. & Brinker, A. 2019. A systematic study of the microplastic burden in freshwater fishes of south-western Germany - Are we searching at the right scale? *Science of the Total Environment* 689: 1001-1011.
- Rochman, C.M. 2018. Microplastics research-from sink to source. *Science* 360(6384): 28-29.
- Rodrigues, M., Abrantes, N., Gonçalves, F., Nogueira, H., Marques, J. & Gonçalves, A. 2018. Spatial and temporal distribution of microplastics in water and sediments of a freshwater system (Antuã River, Portugal). *Science of the Total Environment* 633: 1549-1559.
- Savoca, M.S., Tyson, C.W., McGill, M. & Slager, C.J. 2017. Odours from marine plastic debris induce food search behaviors in a forage fish. *Proceedings of Royal Society of Behaviors* 284(1860): 20171000.
- Scholte, S.S.K., Todorova, M., van Teeffelen, A.J.A. & Verburg, P.H. 2016. Public support for wetland restoration: What is the link with ecosystem service values? *Wetlands* 36: 467-481.
- Selleslagh, J. & Amara, R. 2015. Are estuarine fish opportunistic feeders? The case of a low anthropized nursery ground (the Canche estuary, France). *Estuary and Coasts* 38: 252-267.
- Silva-Cavalcanti, J.S., Silva, J.D.B., França, E.J., Araújo, M.C.B. & Gusmão, F. 2017. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. *Environmental Pollution* 221: 218-226.
- Stanton, T., Johnson, M., Nathanail, P., MacNaughtan, W. & Gomes, R.L. 2020. Freshwater microplastic concentrations vary through both space and time. *Environmental Pollution* 263(Part B): 114481.
- Su, L., Nan, B., Hassell, K.L., Craig, N.J. & Pettigrove, V. 2019. Microplastics biomonitoring in Australian urban wetlands using a common noxious fish (*Gambusia holbrooki*). *Chemosphere* 228: 65-74.
- Sun, X., Li, Q., Shi, Y., Zhao, Y., Zheng, S., Liang, J., Liu, T. & Tian, Z. 2019. Characteristics and retention of microplastics in the digestive tracts of fish from the Yellow Sea. *Environmental Pollution* 249: 878-885.
- Tanaka, K. & Takada, H. 2016. Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. *Scientific Reports* 6: 34351.
- TISTR. 2011. *The Status of Wetlands in Thailand: Inland Wetlands*. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.
- Thompson, R.C., Moore, C.J., vom Saal, F.S. & Swan, S.H. 2009. Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 364(1526): 2153-2166.
- UNEP. 2018. *Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability (rev. 2)*.
- Vendel, A.L., Bessa, F., Alves, V.E.N., Amorim, A.L.A., Patricio, J. & Palma, A.R.T. 2017. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. *Marine Pollution Bulletin* 117(1-2): 448-455.
- Wang, W.F. & Wang, J. 2018. Investigation of microplastics in aquatic environments: An overview of the methods used, from field sampling to laboratory analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 108: 195-202.

- Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Muñoz, D., Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S., Fries, E., Grosbois, C., Klasmeyer, J., Marti, T., Rodriguez-Mozaz, S., Urbatzka, R., Vethaak, A.D., Winther-Nielsen, M. & Reifferscheid, G. 2014. Microplastics in freshwater ecosystems: What we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe* 26(1): 12.
- Welden, N.A. & Cowie, P.R. 2017. Degradation of common polymer ropes in a sublittoral marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 118(1-2): 248-253.
- Yu, Y., Zhou, D., Li, Z. & Zhu, C. 2018. Advancement and challenges of microplastic pollution in the aquatic environment: a review. *Water, Air, and Soil Pollution* 229(140): 1-18.
- Yuan, W., Liu, X., Wang, W., Di, M. & Wang, J. 2019. Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 170: 80-187.

*Corresponding author; email: kittichai.cha@crnu.ac.th

การศึกษากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Study of biogas production from maize waste

ศุภสิทธิ์ วิทยผดุง

Saritporn Vittayapadung

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: Saritporn.Vit@crru.ac.th

(Received: Feb28, 2023; Revised: Jun13, 2023; Accepted: Jun14, 2023)

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ถังหมักที่เป็นระบบผลิตก๊าซธรรมชาติอย่างง่าย ชุดผลิตก๊าซจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์จำนวน 2 ชิ้น ได้แก่ (1) ถังหมักไร้อากาศขนาดความจุ 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซี (Polyvinyl Chloride: PVC) ทำหน้าที่ในการหมักซึ่งจะบรรจุมูลวัวลงไปเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ลงในถัง ถังหมักไร้อากาศต้องมีสภาพอยู่ในระบบปิดและมีเครื่องกวนอยู่ด้านบนเพื่อทำการคลุกเคล้าให้ส่วนผสมในถังเกิดการคลุกเคล้าและดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์อย่างต่อเนื่อง และ (2) ถังเก็บก๊าซขนาด 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซีเช่นเดียวกับถังหมักไร้อากาศ มีหน้าที่ในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ซึ่งจะเป็นลักษณะถังเก็บก๊าซดังกล่าว โดยจะตั้งคว่ำลงภายในถังเก็บก๊าซ ขนาด 200 ลิตร หรือวางบ่อที่ใส่น้ำ ทำหน้าที่เป็นตัวกักก๊าซไว้โดยตัวถังจะลอยขึ้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยมาจากถังหมัก และด้านบนจะมีท่อปล่อยก๊าซไปจุดใช้งาน จากการศึกษาพบว่าจากการหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพด สามารถผลิตก๊าซชีวภาพปริมาตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 ลิตร ภายในช่วงเวลา 18-21 วัน มีความเข้มข้นของก๊าซจุดไฟสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 95.6% ทั้งนี้ถือว่ามีความเป็นไปได้และเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และสามารถนำชุดผลิตก๊าซชีวภาพเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชาวบ้าน ผู้มาศึกษาดูงาน และผู้สนใจต่อไป

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ วัสดุเหลือทิ้ง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Abstract

The objective of this research was to study biogas production from maize waste using simple and household type of fermentation system. Biogas production set was included 2 main equipment; (1) anaerobic fermentation tank of 200 Liter which made from polyvinyl chloride (PVC). This tank was for fermented the materials from maize residues (Maize cob and husk) and cow manure. Cow manure was used for working as catalyst and also building the anaerobic bacteria inside the tank. Anaerobic fermentation tank must be in close system and did not allow for air moving inside. Manual agitator was installed on the top of the tank for mixing all material inside and improve anaerobic bacteria activity. (2) Biogas storage tank of 200 Liter that same volume to anaerobic fermentation tank was for storage biogas which produced from fermentation system. The storage tank was included of turning upside down tank that turning down in main

storage tank and it was using for storage biogas inside by floating up in case of the gas was happened. There was a conveyed pipe sending gas to final using. The research results of the study were found that biogas from fermenting maize residues produced 2.48 Liter of gas in time duration of 18-21 days. Gas concentration level was 95.6%. The conclusion in this research can achieve and reach the objectives and finding that the production of biogas is enough for using in people household.

Keywords: Biogas, Waste material, Maize

บทนำ

ประเทศไทยพยายามที่จะหาโอกาสและวิธีในการเพิ่มรายได้ของประเทศ โดยการเร่งพัฒนารูปแบบและกระบวนการผลิตทางการเกษตรอย่างต่อเนื่อง จนเข้าสู่รูปแบบอุตสาหกรรมทางการเกษตรจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการผลิตที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมเพื่อการบริโภคในครัวเรือน และเข้าสู่การผลิตในปริมาณมากเพื่อการส่งออก จากการเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมทางการเกษตรจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง รวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย เนื่องจากขาดการวางแผนแก้ไขในเรื่องน้ำเสียและอากาศเสีย จนกลายเป็นปัญหาทางด้านสุขภาพและอนามัยของประชาชนโดยรวม

ประเทศไทยจัดได้ว่าเป็นประเทศที่มีศักยภาพด้านก๊าซชีวภาพอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก เนื่องจากเป็นประเทศที่มีการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรเป็นจำนวนมาก รวมทั้งวัตถุดิบจากพืชและฟาร์มปศุสัตว์ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นพลังงานทดแทน (Renewable Energy) ในรูปของก๊าซชีวภาพได้ [1] ซึ่งนิยามของก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบที่จุลินทรีย์ทำงานและดำรงชีพโดยไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Bacteria) ก๊าซชีวภาพนั้นประกอบด้วยก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์และก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น [2] การผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพนอกจากจะผลิตพลังงานออกมาใช้ในรูปไฟฟ้าและในรูปแบบของความร้อนแล้ว ยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายของการใช้ก๊าซเชื้อเพลิงในการหุงต้มภายในครัวเรือน และยังสามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันในภาคคมนาคมได้อีกด้วย [3]

กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์จำพวกที่ไม่ชอบออกซิเจน ซึ่งจุลินทรีย์แบบไม่ชอบออกซิเจนนั้นมี 2 พวก คือ พวกที่สร้างมีเทน (Methanogen bacteria) และพวกที่ไม่สร้างมีเทน (Non-methanogen bacteria) โดยจุลินทรีย์ประเภทสร้างมีเทนนี้จะใช้สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเป็นสารอาหาร และให้ผลผลิตเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก โดยมีก๊าซอื่น ๆ ในปริมาณเล็กน้อยเช่นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ [4-5] ประเทศไทยมีแนวโน้มในการผลิตและการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพมากขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ปี ทั้งนี้เพื่อเพิ่มการสร้างและใช้พลังงานทดแทนภายในประเทศให้มากขึ้น และลดการนำเข้าและใช้พลังงานฟอสซิล (Fossil Fuel) ให้น้อยลงนั่นเอง [1]

จังหวัดเชียงรายเป็นหนึ่งในหลายจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทยที่ประสบปัญหาหมอกควันในทุก ๆ ปี ซึ่งมีผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมภายในจังหวัดเป็นอย่างมาก สาเหตุหลักเกิดจากการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งได้แก่ข้าวโพด จากการศึกษาพบว่ามีการประสบปัญหาจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดดังกล่าวในปริมาณมากต่อวัน เกษตรกรใช้วิธีที่ง่ายต่อการกำจัด ซึ่งได้แก่การเผาทิ้ง ทำให้เกิดปัญหาหมอกควันติดตามมา [6] โดยงานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพดมาผลิตก๊าซชีวภาพ ด้วยวิธีการหมักแบบไร้อากาศที่เกิดจากกระบวนการหมักก๊าซ การดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบ สร้างและผลิตก๊าซชีวภาพ สร้างถังหมักให้เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้หมักประกอบด้วยทุกส่วนที่เหลือทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวโพด (นำมาด้อย) ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากกระบวนการหมักและปริมาณความเข้มข้นของก๊าซที่ติดไฟ ทั้งนี้ก๊าซที่ผลิตได้สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการผลิตพลังงานทดแทนในรูปแบบก๊าซชีวภาพเพื่อนำพลังงานที่ได้มาลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานในกระบวนการอื่น ๆ ของเกษตรกรต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

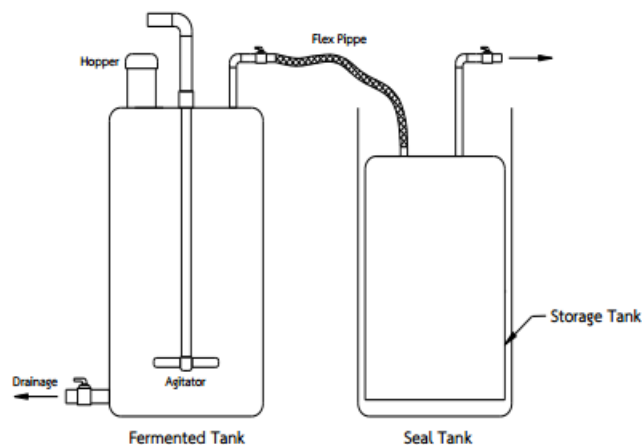
การวิจัยเชิงปฏิบัติเรื่องการศึกษและพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีวิธีการดำเนินการวิจัยในการออกแบบและสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนี้

จากการศึกษาข้อมูลในส่วนของกระบวนการหมักแบบไร้อากาศของวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเศษวัสดุดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการผลิตพลังงานทดแทนในรูปแบบก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อนำพลังงานที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ รวมถึงเป็นการลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของครัวเรือนอีกด้วย การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยทำการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพ ใช้ชุดการทดลองระบบก๊าซชีวภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ถังผสม (Mixed Tank) เป็นถังที่มีความจุ 200 ลิตร ใช้สำหรับหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างซัง เปลือก ใบ และลำต้นของข้าวโพด ที่นำมาทำการสับย่อยให้มีขนาดเล็ก แล้วนำมาผสมในอัตราส่วนที่เท่ากัน จากนั้นใส่น้ำเข้าไปคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยให้หน้ามีระดับที่ปริมาตรของส่วนผสมวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใส่ไว้ในถัง ทั้งนี้เพื่อเป็นการหมักเบื้องต้นเป็นเวลา 3 วัน พร้อมทำการกวนโดยใช้ไม้สะอาดคนเข้าด้วยกัน
2. ถังหมักก๊าซ (Fermented Tank) เป็นถังที่ใช้หมักส่วนผสมที่ได้จากถังผสม โดยทำการผสมเข้ากับมูลสัตว์ (มูลวัว) ที่ผสมกับน้ำ ซึ่งมีจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนอยู่ โดยถังหมักก๊าซมีความจุของถังเท่ากับ 200 ลิตร
3. ถังซีลน้ำ (Seal Tank) และถังเก็บก๊าซ (Biogas Storage Tank) ถังซีลน้ำเป็นถังที่ใช้บรรจุน้ำขนาด 200 ลิตร เพื่อนำถังเก็บก๊าซที่มีขนาด 150 ลิตร ซึ่งเป็นถังที่ใช้กักเก็บก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังหมักก๊าซ

โดยคว่ำลงด้านในของถังซีลน้ำ ทำการสมดุลงเก็บก๊าซให้เคลื่อนที่ขึ้นอย่างคงที่เมื่อเกิดก๊าซ ทั้งนี้สำหรับใช้เก็บก๊าซชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเขียนแบบระบบภาพรวมของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

นำเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของเปลือก ชัง ใบ และลำต้น มาทำการสับย่อยโดยใช้มีดที่คมให้ได้เศษที่ย่อยมีขนาดเล็กขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักของเศษย่อยดังกล่าวให้ได้ 5 กิโลกรัม จากนั้นทำการบรรจุลงในถังผสม ขนาด 200 ลิตร เติมน้ำสะอาดลงไปให้อยู่ในระดับที่เหนือเศษย่อยดังกล่าวเล็กน้อย ทำการกวนน้ำกับเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ทำการย่อยแล้วด้วยท่อนไม้หรือท่อพีวีซีสะอาดด้วยแรงคน ทุกวันวันละ 15 นาที เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้วัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เกิดการย่อยสลายจนมีสภาพกลายเป็นกรดอ่อน ๆ แล้วนำส่วนผสมทั้งหมดที่เตรียมไว้ได้นำไปใช้ในถังหมักก๊าซ

2. การเตรียมมูลสัตว์ (มูลวัว) ใส่ในถังหมักก๊าซ

นำมูลวัวแห้งที่ทำการย่อยด้วยมีดน้ำหนัก 2 กิโลกรัม ผสมกับน้ำสะอาดในถังเล็กที่แยกไว้ต่างหาก คนให้เข้ากัน แล้วใส่ลงในถังหมักก๊าซที่ใส่ส่วนผสมที่ได้จากถังผสมลงไปก่อนหน้านี้ ทั้งนี้ มูลวัวจะมีจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนในการหายใจที่เหมาะสมในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังหมักก๊าซนั่นเอง

3. กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ

ทำการเติมส่วนผสมที่ได้จากถังผสมทั้งหมดลงไปในถังหมักก๊าซ จากนั้นใส่ส่วนผสมของมูลวัวกับน้ำที่เข้ากันเติมลงไปในถังหมักก๊าซเช่นกัน ทำการกวนน้ำภายในถังหมักก๊าซให้เข้ากัน ปิดฝาถังหมักก๊าซให้สนิท ทำการกวนใบพัดกวนที่ติดตั้งอยู่กับถังหมักก๊าซทุกวัน โดยใช้เวลากวนครั้งละ 30 นาที ทำการกวนในเวลาเช้าและเย็น 2 ครั้งต่อวัน กวนทุกวันจนกว่าจะเกิดก๊าซ โดยขั้นตอนนี้จะใช้เวลาในการหมักประมาณ 5-10 วัน ให้ทำการตรวจสอบสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของส่วนผสมภายในถังหมักก๊าซต่อไปทุกวัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำการหมักตั้งแต่เริ่มต้น ใช้เวลาประมาณ 17-23 วัน จะเกิดก๊าซชีวภาพ และก๊าซชีวภาพดังกล่าวจะถูกส่งออกมาทางท่อและสายนำก๊าซเพื่อเก็บรวบรวมไว้ในถังเก็บก๊าซ โดยใช้หลักการแทนที่ของน้ำ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

4. กระบวนการเก็บข้อมูลการทดลอง

การเก็บข้อมูลการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะทำการวัดอุณหภูมิของส่วนผสมในถังผสม อุณหภูมิของส่วนผสมในถังหมักก๊าซ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ บริเวณที่ทำการทดลอง พร้อมกับวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟภายในท่อส่งก๊าซ เพื่อนำก๊าซที่ได้เก็บรวบรวมในถังเก็บก๊าซ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การวัดอุณหภูมิใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20 ทำการวัดอุณหภูมิของระบบผลิตก๊าซชีวภาพพร้อมทั้งหมด 3 จุด ได้แก่ อุณหภูมิในถังผสม อุณหภูมิในถังหมักก๊าซ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

4.2 การวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟ ใช้ Gas Sensor (MQ2) สามารถตรวจจับความเข้มข้นของก๊าซที่ติดไฟในอากาศได้ และให้ Output ออกมาเป็นระบบ Analog เซ็นเซอร์ดังกล่าวนี้สามารถวัดความเข้มข้นของก๊าซไวไฟได้ระหว่าง 300 ถึง 10,000 ppm และทำงานได้ในอุณหภูมิ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส และกินกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 150 mA ที่แรงดัน 5 V ทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟภายในท่อส่งก๊าซ

4.3 ชุดประมวลผลและสั่งงานใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ พร้อมแสดงค่าผ่านจอ LCD แบบ 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ทำการบันทึกค่าลง SD Card ทุก ๆ ครึ่งชั่วโมงในแต่ละวันที่ใช้ทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

4.4 วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ด้วยเครื่องมือวัดระบบดิจิทัลแบบพกพา โดยทำการวัดค่า pH ทั้งในถังผสม และถังหมักก๊าซ

4.5 การวัดปริมาณก๊าซที่เกิดในระบบการหมักโดยไม่ใช้ออกซิเจนทำได้โดยการคำนวณหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน (เริ่มวัดวันที่เกิดก๊าซ) โดยการเปรียบเทียบความสูงที่เพิ่มขึ้นของบ่อเก็บก๊าซกับระดับอ้างอิงที่ทำการกำหนดไว้ คำนวณโดยหาปริมาตรของก๊าซจากเส้นผ่านศูนย์กลางของถังเก็บก๊าซ 50 เซนติเมตร (ถังเก็บก๊าซมีความสูงเท่ากับ 95 เซนติเมตร) โดยทำการวัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นต่อเนื่องนับจากวันที่เกิดก๊าซครั้งแรกจนกระทั่งไม่มีการผลิตก๊าซอีก

ผลการวิจัย

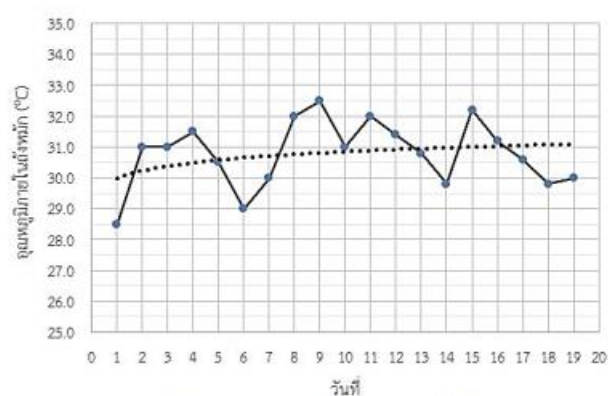
การวิจัยเชิงปฏิบัติเรื่องการศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการทำกรทดลองจำนวน 3 ซ้ำ มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ผลการทดลองในถังผสม

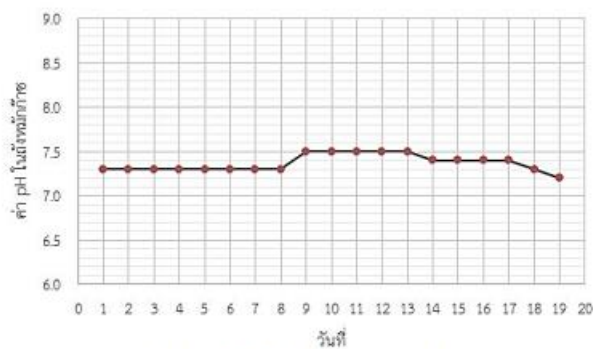
ผลจากการหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในถังผสม และมีการกวนผสมทุกวันวันละ 30 นาที พบว่าสภาพของส่วนผสมในถังผสมหลังจากหมักเบื้องต้นไว้เป็นเวลาสามวัน จะมีค่าความเป็นด่างอ่อนที่มีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.1 และอุณหภูมิภายในถังผสมมีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 27-29 °C

2. ผลการทดลองในถังหมักก๊าซ

ผลจากการหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในถังผสม พบว่าอุณหภูมิในถังหมักก๊าซมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.8 °C และมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.4 ซึ่งถือว่าส่วนผสมที่ทำกรหมักอยู่ในสภาพที่เป็นกลางถึงเป็นด่างอ่อน ๆ ข้อมูลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ตามลำดับ



ภาพที่ 2 อุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในถังหมักก๊าซ

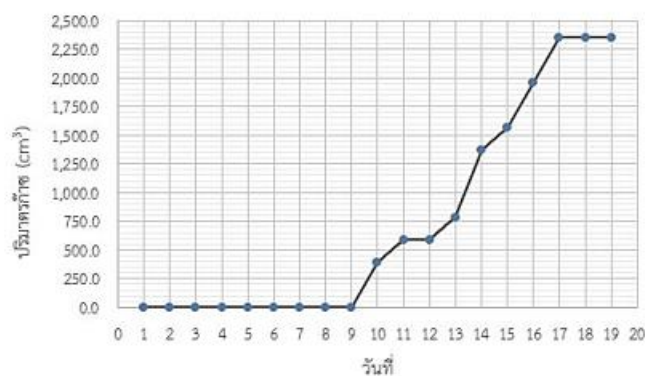


ภาพที่ 3 ค่า pH ที่เกิดขึ้นภายในถังหมักก๊าซ

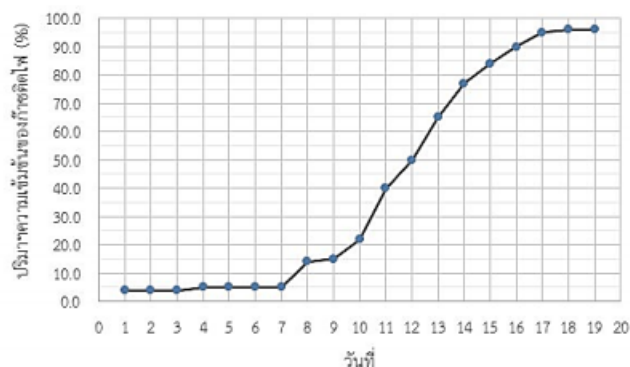
3. ผลที่ได้จากการผลิตก๊าซ

จากการทำการทดลองเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าก๊าซจะเกิดขึ้นครั้งแรกหลังจากเริ่มหมักในการทดลองครั้งที่ 1 ใช้เวลา 10 วัน การทดลองครั้งที่ 2 ใช้เวลา 8 วัน และการทดลองครั้งที่ 3 ใช้เวลา 11 วัน ตามลำดับ จึงจะเกิดก๊าซขึ้นเป็นครั้งแรก แต่ก๊าซที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยมาก และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งหยุดการผลิตก๊าซ ในการทดลองครั้งที่ 1 ใช้เวลา 19 วัน การทดลองครั้งที่ 2 ใช้เวลา 18 วัน และการทดลองครั้งที่ 3 ใช้เวลา 21 วัน ตามลำดับ

จากการทดลองพบว่า ปริมาณก๊าซสะสมเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้งสามครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,485.8 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือเท่ากับ 2.48 ลิตร ภาพที่ 4 แสดงเส้นทางและแนวโน้มในการเกิดก๊าซชีวภาพจากการทดลอง และภาพที่ 5 แสดงปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟ (%) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.6%



ภาพที่ 4 ปริมาณก๊าซสะสมเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง



ภาพที่ 5 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟ (%)

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ถังหมักที่เป็นระบบผลิตก๊าซธรรมชาติอย่างง่าย ประกอบด้วยชุดผลิตก๊าซจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์จำนวน 2 ชิ้น ได้แก่ (1) ถังหมักไร้อากาศขนาดความจุ 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซี (Polyvinyl Chloride: PVC) เป็นถังที่ทำหน้าที่ในการหมักซึ่งจะบรรจุมูลวัวลงไปเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเป็นการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ลงไป ถังหมักไร้อากาศต้องมีสภาพอยู่ในระบบปิดและมีเครื่องกวนอยู่ด้านบนเพื่อทำการคลุกเคล้าให้ส่วนผสมในถังเกิดการคลุกเคล้าและดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์อย่างต่อเนื่อง และ (2) ถังเก็บก๊าซขนาด 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซีเช่นเดียวกับถังหมักไร้อากาศ มีหน้าที่ในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ซึ่งเป็นลักษณะถังเก็บก๊าซดังกล่าว โดยจะตั้งคว่ำลงภายในถังเก็บก๊าซ ขนาด 200 ลิตร หรือวงบ่อที่ใส่น้ำ ทำหน้าที่เป็นตัวกักก๊าซไว้โดยตัวถังจะลอยขึ้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยมาจากถังหมัก และด้านบนจะมีท่อลำเลียงก๊าซไปจุดใช้งาน

จากการศึกษาพบว่า การหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพด สามารถผลิตก๊าซชีวภาพปริมาตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 ลิตร ภายในช่วงเวลา 18-21 วัน มีความเข้มข้นของก๊าซจุดไฟสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 95.6% ทั้งนี้ถือว่าเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลวิจัยไปใช้

ควรส่งเสริมการมีส่วนร่วม โดยทำการต่อยอดจากองค์ความรู้และแบบจำลองระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นให้กับชุมชน และผู้ที่

สนใจ ซึ่งหากได้รับความรู้จากการวิจัยนี้ ชาวบ้านในชุมชนสามารถนำไปสร้างและใช้ภายในครัวเรือน เป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้มีจำนวนมากขึ้น และเป็นการช่วยลดการนำเข้าพลังงานฟอสซิล เช่น น้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ ได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น ผู้วิจัยขอเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

- ควรจะมีการศึกษาหรือทดสอบค่า C/N ในทางเคมีว่ามีผลต่อการหมักก๊าซชีวภาพอย่างไร
- จากชุดผลิตก๊าซชุดเดียวกันนี้ อาจจะทำการศึกษาเพิ่มเติมความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ในยานพาหนะ เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเบนซิน
- ควรมีการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในเรื่องของค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการกวนถังหมักกับความสามารถในการลดต้นทุนค่าก๊าซหุงต้ม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงพลังงาน. (2554). *คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนชุดที่ 5: พลังงานก๊าซชีวภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: เอเบิลคอนซัลแตนท์.
- [2] วิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์, สุภางค์ จุฬาลักษณ์านุกุล, และวรวุฒิ จุฬาลักษณ์านุกุล. (2553). ก๊าซชีวภาพแหล่งพลังงานทดแทน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.*, 26(2), 197-210.
- [3] สุขน ตั้งทวีวัฒน์, ่องอาจ ส่องสี, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, อูติมา ทรงคุณ และอภิชาติ ศรีภักย์. (2552). *การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับเกษตรกรรายย่อย*. คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 221 น.
- [4] ชนกพร วงศ์วาน และอรทัย ขวาลภาฤทธิ์. (2555). การผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมของต้นข้าวโพดที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับของเสียกลีเซอรอล. ใน *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9* (น. 723-731). นครปฐม: ผู้แต่ง.
- [5] พลกฤษณ์ คุ้มกล้า. (2557). *การผลิตก๊าซชีวภาพจากฟางข้าว*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

- [6] Chaichana T., Dussadee N., Homduong N., Khamnuengphon Y., Chaiwong K., Vittayapadung S., & Samaksaman U. (2020). The Assessment of Energy Consumption and Carbon Emission from Maize Production Process in Northern Thailand. *International Conference and Utility Exhibition on Energy, Environment and Climate Change (ICUE)*. DOI no.: 10.1109/ICUE49301.2020.9306937.



Effects of magnetic flux density on germination and seedling growth in *Oryza sativa* var. *Glutinosa*

Kritsaphong Pasitvilaitham⁴ · Jetpreeyar Pramuan³ · Nantatchaporn Saengchong³ · Komkrich Kaewpanus³ · Patcharawarin ruanto³ · Meechai Thepnurat^{1,2}

Received: 1 November 2021 / Accepted: 30 September 2022 / Published online: 6 November 2022
 © Indian Society for Plant Physiology 2022

Abstract The effects of magnetic field intensity on the growth of New Khiaw Ngoo (*Oryza sativa* var. *Glutinosa*) tissue culture was studied in order to determine the application to increase germination rate and plant growth in the tissue culture process, reduce time, chemical usage and the costs of tissue culture. As a result, using magnetic fields in combination with tissue culture process could be a good option for plant tissue development. Glutinous rice seeds with good quality characteristics were selected, peeled, sterilized and cultured in Murashige and Skoog (MS) for tissue culturing in 6 groups of glass bottles of which each group contained 30 bottles. Each sample set was cultivated at the same time and placed on the foam based equipped with magnets that generated different magnetic field intensities of 0 (the control), 14, 27, 65, 172, or 343 mT. After three days, each sample was examined for the percentage of germination (GP). Four days later, the rice plants were measured in height, root length, fresh and dry weight. The results showed that the intensity of the magnetic field influenced the growth of glutinous rice culture. The intensity of 14–65 mT could increase rice biomass. The Shoot/Root ratio induced by 65 mT magnetic field strength was the highest (1:2.36). The results showed that the growth rate of shoot was less than root (1:1.53) and their roots grew in the same direction as the

control group. In contrast, the strong magnetic field intensity at 343 mT resulted in the highest shoot/root ratio of 1.53:1.

Keywords Magnetic field · Germination · Seedling growth · Rice · Tissue culture

Introduction

To induce seed germination, applying chemical methods can yield many more products as plants responded quickly to chemical stimuli in their environment (Jan et al., 2013; Rehman et al., 2016). However, some chemicals are found to have some negative effects on both humans and environment (Prashar et al., 2016) so that it is recommended to reduce the use of chemicals in agriculture or find another option. A new method with physics applications including introduction of magnetic field (MF) application in agriculture is one alternative way (Prashar et al., 2016; Hozayn et al., 2016). Magnets have helped seeds to induce water absorption, accelerate germination rate, and increase plant growth. Due to the influence of magnets on gene stimulating, plants can respond well to stresses in the environment and become strong and resistant. Magnets also stimulate water absorption by roots, resulting in a higher growth rate, stem height and root length (Dhawi, 2013).

Pre-treatment of seeds with Magnetic Field (MF) is currently a new environment friendly technique in agriculture, to improve seed germination and increase crop yield (Martínez et al., 2009). MF pre-treatment is one of the physical treatments which has been reported to enhance the performances of various crops (El-Gizawy et al., 2016). The effect of MF helps to obtain healthy seedlings growth and shoot regeneration of cotyledon node explants in *Lathyrus chrysanthus* Boiss in large quantities during in vitro seed germination (Bahadir

✉ Meechai Thepnurat
 TMeechai14@gmail.com

¹ Program of Physics Education, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57100, Thailand

² Physics Innovation Laboratory, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57100, Thailand

³ Program of Biology Education, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57100, Thailand

⁴ Program of Biology, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57100, Thailand

et al., 2018). Moreover, magnetic fields influence plants at the DNA level. The MF in excess of 15 Tesla has far-reaching effects on the genome, such as the wide-spread induction of stress-related genes and transcription factors, and repression of genes associated with cell wall metabolism (Paul et al., 2006). Regulating plant growth and development by exposing seeds or explants to MF is a new, interesting method. However, their influences on biological functions of organisms are still few to understand and need more actively studies (Belyavskaya, 2004).

In addition, tissue culture biotechnology can help increase production potential by producing a large amount of product that is sufficient to a market demand and providing high resistance to plant diseases. The technique is used to cultivate plant cells in synthetic foods under aseptic conditions to prevent contamination. However, new knowledge is still needed to develop and increase its efficiency. The use of magnet application is also an interesting additional way in order to reduce the use of chemical substances during the culture processes (Singh et al., 2018; García-González et al., 2010).

Niew Khiaw Ngoo glutinous rice is a popular quality breed of rice. It is cultivated in many plantation areas in Chiang Rai province in the northern region of Thailand around 250–350 million tons per year and generates high income for farmers (Benjavan, 2017). Niew Khiaw Ngoo glutinous rice has white slender granules. It is rich in nutrients and resistant to diseases as it is a plant in the same family of grass, which is easy to grow even in a limited environment. Khao Niew Khiaw Ngoo Chiang Rai G.S. No. 8974 is a special sticky rice variety grown in four districts of Chiang Rai Province. In 2019, it has been granted by the Department of Intellectual Property (DIP) of Thailand to be registered as one of local geographical indications (GI) products. In addition, the outcomes development of this particular rice strain is able to be controlled by many factors, including the magnetic field effect.

Currently, tissue culture technique is a method used to improve production of rice species but it is still not sufficient to increase germination rate and growth in the culture process. To reduce time, costs and chemical usage for tissue culturing, using magnetic fields in combination with the tissues culture process is becoming an efficient option. Therefore, in this research aims to study the influence of magnetic flux density on the growth of rice tissues to develop production of Niew Khiaw Ngoo glutinous rice and to obtain healthy seedlings in large quantities.

Material and methods

Theoretical background

Magnetic susceptibility (χ_m) is a constant, which has no unit. It is a value for classifying the magnetic properties of

materials. Materials without a magnetic property have a value of χ_m equal to 0. A, while material with paramagnetic properties has a positive χ_m and a diamagnetic material has a negative χ_m . If $\chi_m \gg 0$, the material is a ferromagnetic magnet. Magnetization (M) is the magnitude of magnetic strength of magnetized objects. All magnetic properties have their dipoles orderly. This can happen when an object is in a magnetic field as in Eq. (1) as it is induced by a magnet (Jiles, 1991; Paldin, 2010; Serway & Jewett, 2013; Ueno, 1993). The magnet has an auxiliary magnetic field (\vec{H}), which is another feature of magnets. No matter how small the volume of the magnetic sources, they are always dipoles like miniature bar magnets. There are as many magnetic field lines coming in (to the south pole) as out (from the north pole) as shown in (Fig. 1A). Magnetic flux (Φ , Φ with the Weber unit of flux, (Wb)) is the product of the average magnetic field times the perpendicular area that it penetrates. The flux density (Wb/m²) is the number of magnetic force lines per a given unit area, where the magnetic force lines are perpendicular. Since flux (Φ) is measured in (Wb) and area (A) is in meters squared (m²), the flux density is given the symbol \vec{B} in Teslas (T) and (θ) is an angle between the area of the sample and the magnetic field direction as stated in Eq. (2) and (Fig. 1B) (Jiles, 1991; Paldin, 2010; Serway & Jewett, 2013; Ueno, 1993).

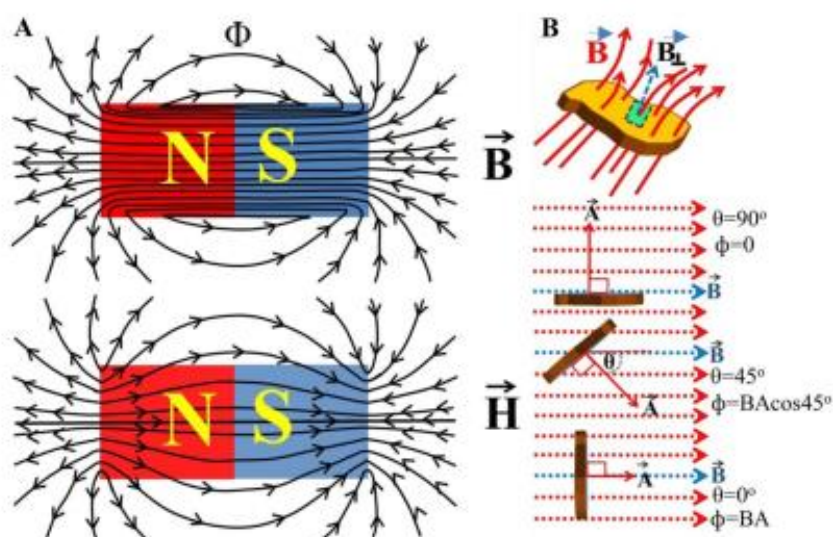
$$\vec{B} = \mu_o (\vec{H} + \vec{M}) \quad (1)$$

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \theta = \mu HA \quad (2)$$

Materials and experiment design

The experimental process started from grain selection and seeds were prepared for the tissue culture procedures. Niew Khiaw Ngoo (*Oryza sativa* var. Glutinosa) grains were selected and peeled. After that, they were sterilized for 1 min in 95% ethanol, then soaked in 40% concentrated chloroxide (prepared from 60% Sodium Hypochlorite) for 10 min and washed with distilled water 3 times for 15 min. Later, they were dried and cut to the appropriate tissue size. Then, the tissues were placed on top of Murashige and Skoog (MS medium) (Murashige et al., 1962) synthetic media in a 4 oz culture bottle inside an aseptic cabinet. The tissues were placed in culture bottles of 6 different magnetic treatments, 30 bottles for each, and each bottle was placed on a foam sheet base containing a permanent magnet bar (Neodymium Magnets (NM)) equipped underneath to generate magnetic field. The magnetic effect on the cultures were influenced by bar magnets which expressed various magnetic field strengths in the range of 0 (control), 14, 27, 65, 172 or 343

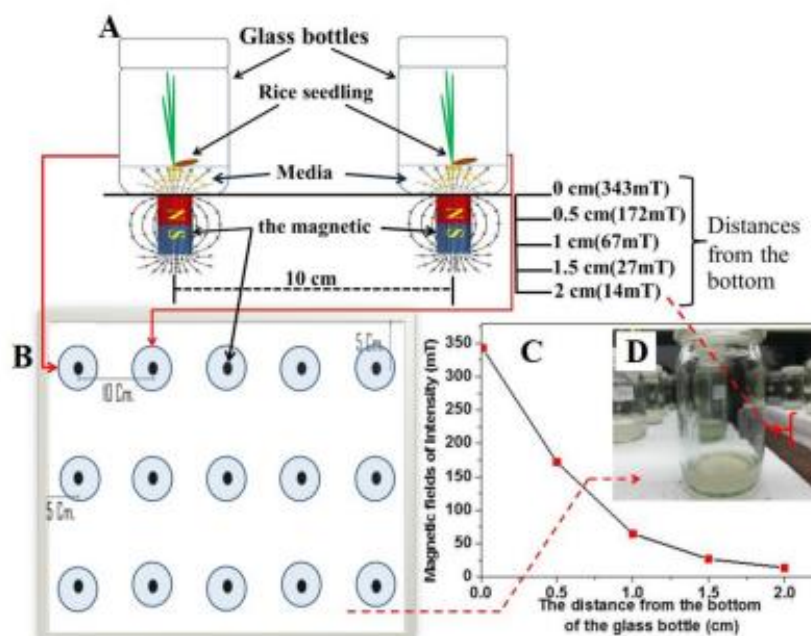
Fig. 1 Diagrams of A magnetic flux lines of attract, repel and B flux density angle with the area



mT depending on how far the bar magnet was placed as shown in (Fig. 2A). The average magnetic field intensity was measured by the electromagnetic field meter (Item no.: 13610-90, PHYWE Teslameter, digital, 110/115 V, 3 measuring ranges 20–200–2000 mT., Germany). The intensity of applied magnetic field was influenced by thickness of the polystyrene foam foundation base as shown in the graph in

(Fig. 2C). When the base thickness increased (0, 0.5, 1, 1.5, 2 cm), the intensity of the magnetic field decreased. The magnetic direction pointed to the north where the rice culture bottle was located, as shown in (Fig. 2A), where area A made an angle of 0 ($\theta=0$) to magnetic field \vec{B} . Each culture bottle was placed 10 cm apart as shown in (Fig. 2). After 3 days, the germination effect was recorded by counting the

Fig. 2 The diagram of the rice culture jars setting on a magnetic field A where the culture bottles were placed 10 cm. apart from each other B. The magnetic flux density decreased when the magnet bar was placed farther away from the bottom of the culture bottle, as shown in the graph C in relation to the thickness of the base D



number of germinated seeds in each bottle to determine the percentage of germination. After 7 days of cultivation, rice plants were taken out of the culture bottles and washed. The average height of rice stalk stems was measured as well as the length of roots. Later, the stems and roots were weighed fresh and then baked in a hot air oven for 1 day with temperatures ranging from 60–80 °C. Then, they were taken out, weighed dry. Finally, all data were recorded and statistically analyzed. The results of three replicates were reported in Table 1 (mean \pm SD). Analysis of variance (ANOVA) was calculated followed by Duncan's new multiple range test (DMRT) (Gomez, et al., 1984).

Results

After rice seeds were planted for 1 day, they were continuously measured for germination percentage for 3 days. It was found that the rice seeds that were cultivated under influences of various intensities of magnetic fields had statistically significant (<0.05) higher germination percentages than the control (without magnetic field). The rice seed set cultivated in a magnetic field with intensity of 343mT had the highest germination percentage of $90.00\% \pm 10.00\%$ while the rice seed set under the magnetic field intensity of 0mT had the germination percentage of $50.00\% \pm 10.00\%$ only, as shown in (Fig. 3A). After germination, the rice plants were measured for height. The highest was found at magnetic flux density of 27 mT (21.6800 ± 3.9800 cm). However, when the magnetic flux density was increased, the height of rice stems decreased to be equal to the height of rice grown under 0 mT magnetic flux density as shown in (Fig. 3B). The characteristics and orientation of rice stems and roots in the culture bottles, as shown in (Fig. 3(C–H)), were influenced by magnetic flux densities as presented in Fig. 3. Different outcomes according to different magnetic flux densities can be observed.

After the rice plants were cultivated in the culture bottles for 7 days, they were removed from the culture bottles and

the food jelly was washed off from their roots. Rice stalks were weighed fresh to measure the average fresh weight as shown in Table 1. It was found that the average fresh weight of stems in all experimental group was greater than the average fresh weight of the control group (0 mT). Moreover, the fresh weight increased along with the increase of magnetic flux density as shown in Fig. 4. The average fresh weight of roots was also higher and it was the highest at 65 mT. When the magnetic flux density was greater than 65 mT, the average fresh weight significantly decreased to be closely to the control group (0 mT). For the shoot/root ratio, the results was shown in Table 1. that treating by 65 mT magnetic field resulted in the highest ratio (1/2.36) which became conversed with increasing the magnetic flux density (Fig. 5).

Rice stems and roots were baked with hot air oven and weighed. It was found that the weight of stems and roots was higher compared to the control group (0 mT). The weight of stems from rice planted under the magnetic flux density of 14–27 mT was high and the highest was achieved with 343 mT. In addition, the weight of roots with the magnetic flux density of 14–65 mT was the highest. The dry root weight also had the same tendency as the fresh weight. Therefore, the magnetic flux density at 14–65 mT was suitable to be applied for rice culture in order to improve production.

Discussion

From the results shown in (Fig. 4), the weight of stems and roots increased when influenced by magnetic flux densities in the range of 14–65 mT. Therefore, it was a suitable range as it helped the process of rooting and increasing the number of roots. Moreover, it helped the roots better absorbed water and nutrients along the direction of the magnetic field. The seedling area was influenced by Flux Density (Φ) that generated a magnetic field vector at $\theta=0$ degree according to the Eq. (2). In addition, magnets had a diamagnetism effect on the magnetic property of plant nutrient substances, such as water, air, phosphorus, zinc, and hydrogen in food agar

Table 1 The results of fresh weight of stems and roots and the ratio of shoot to root

The magnetic flux density (mT)	Stems and leaves ($\bar{X} \pm SD$)		Fresh weight root ($\bar{X} \pm SD$)		(Shoot/root ratio)	
	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight
0 (Control)	0.0376 ± 0.0145^a	0.0075 ± 0.0021^a	0.0535 ± 0.0243^a	0.0115 ± 0.0039^a	1/1.42	1/1.53
14	0.0548 ± 0.0110^b	0.0093 ± 0.0027^b	0.1175 ± 0.0369^b	0.0159 ± 0.0034^b	1/2.14	1/1.71
27	0.0609 ± 0.0105^b	0.0096 ± 0.0024^b	0.1208 ± 0.0285^b	0.0149 ± 0.0027^b	1/1.98	1/1.55
65	0.0552 ± 0.0114^b	0.0075 ± 0.0021^c	0.1304 ± 0.0437^b	0.0155 ± 0.0044^b	1/2.36	1/2.07
172	0.0964 ± 0.0265^c	0.0062 ± 0.0010^a	0.0552 ± 0.0227^a	0.0107 ± 0.0037^a	1.39/1	1/1.72
343	0.1061 ± 0.0269^c	0.0126 ± 0.0027^c	0.0693 ± 0.0207^a	0.0072 ± 0.0029^a	1.53/1	1.75/1

a, b, and c in the column represent difference at 0.05 significance level

Fig. 3 Germination percentage of rice after 3 day planting **A**, the average height of rice plants after germination **B** and the form of rice stems and roots **C–H** influenced by the magnetic flux densities of **C** (0 mT), **D** (14 mT), **E** (27 mT), **F** (65 mT), **G** (172 mT) and **H** (343 mT) respectively

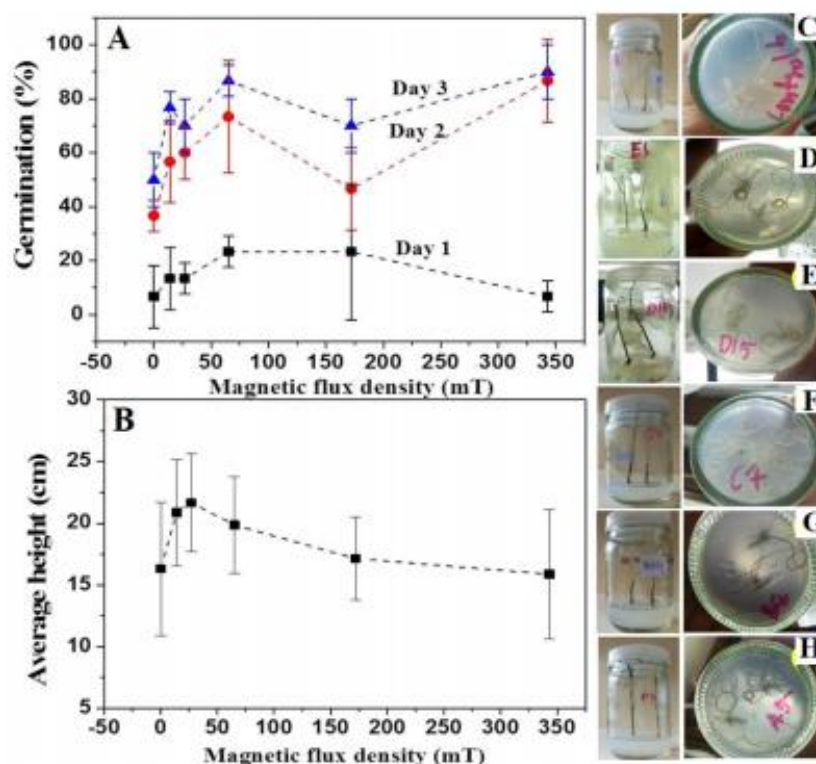
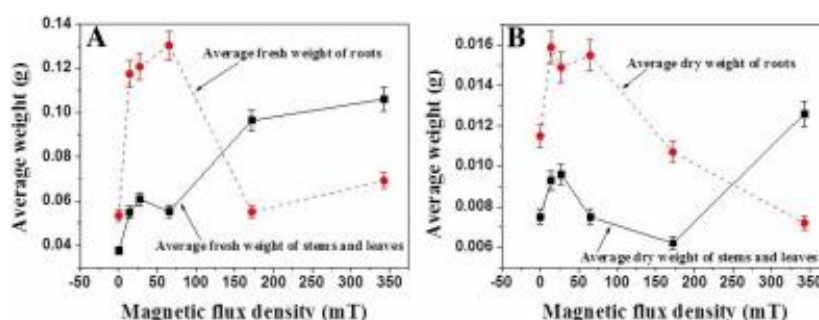


Fig. 4 Graph diagram of average weight of stems and roots including fresh weight **A** and dry weight **B** of rice plants that were influenced by the magnetic flux densities of 0–343 mT

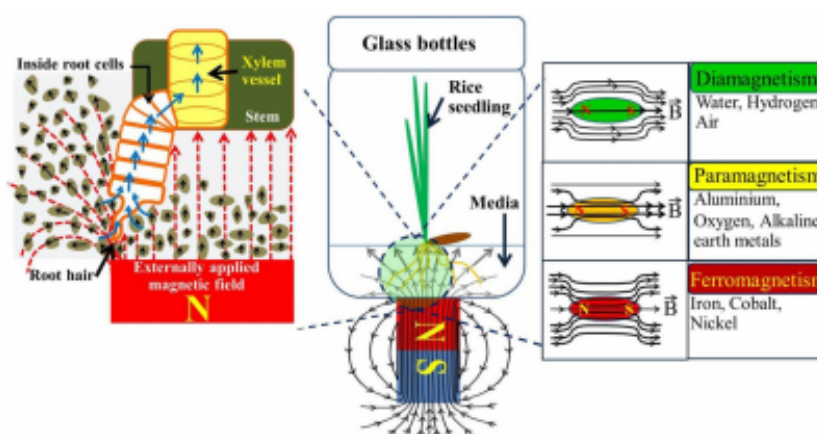


(MS medium), due to a paramagnetism effect (on aluminum, oxygen, alkaline, manganese) and a ferromagnetism effect (on earth metals, such as iron, cobalt and nickel). Therefore, nutrients were drawn to the area where magnets were placed near plant seeds or roots. The concentration of water and nutrients subsequently increased and stimulated mechanisms of plant roots.

The rice seed germination rate was correlated with concentration of magnetic flux density. It could be explained that the magnetic field induced the direction and density of water molecules within the media around the seeds. Seed

emergence was activated by changing of physiology and morphology processes that involved physical and chemical factors including light, temperature, oxygen, and water. Consequently, the process of seed initial imbibition needed an increased moisture for decomposing of seed coat in order to absorb water adequately. The sufficient amount of water molecules directed to the seed area helped facilitated abundant water. Therefore, the seed imbibition could be said to accelerate and activate the process of seed emergence. Water molecules activated the biochemical process of seed emergence by inducing the release of gibberellin hormone and

Fig. 5 Diagram of the operation of rice seeds and roots under the magnetic field influence



decomposing of endosperm to modulate embryo development during a radical emergence process, resulting in an increased stem height.

This research found that the magnetic field concentrations in the range of 14–65 mT were optimal for accelerating the stem and root growth of rice grains in the tissue culture process. The result showed that the fresh weight of stems and leaves tended to increase following the high concentration of magnetic flux density. However, the fresh weight of roots only increased when treated with 0–70 mT magnetic flux but decreased dramatically at 175 mT. The dry weight of stems, leaves and roots showed the same pattern as the fresh weight, corresponding to the research of Rathod, G.R., and Anand, on magneto-priming-technique with 50 mT (2 h) static magnetic field subjected to particular salinity stress (150 mM NaCl) which caused a significant increase of height, leaf area and dry weight of two wheat genotypes (HD 2967; salt sensitive and Kharchia 65; salt tolerant) under non saline and saline conditions (Rathod et al., 2016). It was possible that the magnetic flux density facilitated increasing of concentration and density of water and mineral molecules surrounding the cultured rice or directly delivering them to the roots. The results were consistent with the principle of solution diffusion (Rathod & Anand, 2016). The concentration of water molecule surrounding the roots was high, leading to transport via diffusion of water molecules into the stems and leaves consecutively. Water was one of the important factors for the process of photosynthesis in order to produce glucose. Therefore, an increased fresh weight of stems and leaves could result from the accumulation of water in their stems and leaves. Moreover, the high weight of dry stems and leaves indicated that a large number of stem and leaf tissues of the cultured rice was generated and increased during the growth process. Apart from effects of MF on seed growth, a previous report from Azimian, F., and Roshandel, P., stated that MF also stimulated production of

some important substances in *Artemisia sieberi*. Incubating with 200 mT magnetic flux for 20 min caused a considerable increase in polyphenol concentration and antioxidant activity compared to the control, regardless of the presence or absence of NaCl (Azimian, et al., 2015).

The results from this research supported the study provided by Bahadir, (Bahadir et al., 2018) showing that the effects of MF helped in vitro seed germination, seedling growth, and shoot regeneration of seeds and tissues. The findings were in line when higher densities of magnetic fields had far-reaching effects on the genome. The widespread induction of stress-related genes and transcription factors, and repression of genes associated with cell wall metabolism, were prominent examples (Paul et al., 2006). In addition, the magnetic field exposure level played a role on DNA (Dhawi, 2014), by extending the lifespan of free radicals and changing the phase of atoms which created unpaired electrons and led to stress and oxidation reaction (Sahebjamei et al., 2007). Many reports stated that the magnetic field had effects on transaction and mutation as cells were stimulated by free radicals, which affected DNA integrity, causing the breakdown of DNA doubling and mutation (Dhawi, 2014).

The future benefit of this research could be achieved by applying the use of MF to tissue culture applications for cultivating rare seeds which couldn't germinate in nature. The techniques in this research could be applied for further crop production and advanced crop cultures as the applications was highly suitable for a closed system process with high controllability.

Conclusions

The magnetic flux density could be used to accelerate the growth of Niew Khiaw Ngoo rice in a culturing method, and

the intensity of 14–65 mT was the most suitable magnetic flux density for accelerating the growth of rice stems and roots. This application could be an efficient way to improve the germination rate while reducing the use of chemicals and costs of seedling production in the future.

Acknowledgements Authors wish to acknowledge the Faculty of Education, Development Institute Chiang Rai Rajabhat University for the financial support, as well as Chiang Rai Rajabhat University.

References

- Azimian, F., & Roshandel, P. (2015). Magnetic field effects on total phenolic content and antioxidant activity in *Artemisia sieberi* under salinity. *Indian Journal of Plant Physiology*, *20*, 264–270. <https://doi.org/10.1007/s40502-015-0174-3>
- Bahadir, A., Beyaz, R., & Yildiz, M. (2018). Effect of magnetic field on in vitro seedling growth and shoot regeneration from cotyledon node explants of *Lathyrus chrysanthus* boiss. *Bioelectromagnetics*, *39*, 547–555. <https://doi.org/10.1002/bem.22139>
- Belyavskaya, N. A. (2004). Biological effects due to weak magnetic field on plants. *Advances in Space Research*, *34*, 1566–1574. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2004.01.021>
- Benjavan, R. (2017). The rice value chain: A case study of thai rice. *ASR CMU Journal of Social Sciences and Humanities*, *4*, 11–26. <https://doi.org/10.12982/CMUJASR.2017.0001>
- Dhawi, F. (2013). Why magnetic fields are used to enhance a Plant's growth and productivity? *Annual Research and Review in Biology*, *4*, 886–896. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/5983>
- Dhawi, F. (2014). Why magnetic fields are used to enhance a plant's growth and productivity? *Annual Research and Review in Biology*, *4*, 886–896. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/5983>
- El-Gizawy, A. M., Ragab, M. E., Helal, N. A., El-Satar, A., & Osman, I. H. (2016). Effect of magnetic field treatments on germination of true potato seeds, seedlings growth and potato tubers characteristics. *Middle East Journal of Agriculture Research*, *5*, 74–81.
- García-González, R., Quiroz, K., Carrasco, B., & Caligari, P. (2010). Plant tissue culture: Current status, opportunities and challenges. *Ciencia E Investigación Agraria*, *37*, 5–30. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202010000300001>
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (pp. 207–215). Springer.
- Hozayn, M., Abdallah, M. M., El-Monem, A. A. A., El-Saady, A. A., & Darwish, M. A. (2016). Applications of magnetic technology in agriculture: A novel tool for improving crop productivity (1): Canola. *African Journal of Agricultural Research*, *11*, 441–449. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9382>
- Jan, G., Jozef, H., & Jerzy, L. (2013). Agrophysics-physics in agriculture and environment. *Soil Science Annual*, *64*, 67–80. <https://doi.org/10.2478/ssa-2013-0012>
- Jiles, D. (1991). *Introduction to magnetism and magnetic materials* (pp. 1–358). Springer.
- Martinez, E., Carbonell, M., Flórez, M., Amaya, J., & Maqueda, R. (2009). Germination of tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* L.) under magnetic field. *International Agrophysics*, *23*, 44–50.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, *15*, 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Paldin, N. A. (2010). *Magnetic materials fundamentals and applications* (2nd ed., pp. 3–143). Springer.
- Paul, A. L., Ferl, R. J., & Meisel, M. W. (2006). High magnetic field induced changes of gene expression in arabidopsis. *BioMagnetic Research and Technology*, *4*, 7. <https://doi.org/10.1186/1477-044X-4-7>
- Prashar, P., & Shah, S. (2016). Impact of fertilizers and pesticides on soil microflora in agriculture. *Sustainable Agriculture Reviews*, *19*, 331–361.
- Rathod, G. R., & Anand, A. (2016). Effect of seed magneto-priming on growth, yield and Na/K ratio in wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. *Indian Journal of Plant Physiology*, *21*, 15–22. <https://doi.org/10.1007/s40502-015-0189-9>
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2017). *Campbell biology* (11th ed., pp. 132–133). Springer.
- Rehman, A., Jingdong, L., Khatoon, R., & Hussain, I. (2016). Modern agricultural technology adoption its importance, role and usage for the improvement of agriculture. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, *16*, 284–288. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2016.16.2.12840>
- Sahebamei, H., Abdolmaleki, P., & Ghanati, F. (2007). Effects of magnetic field on the antioxidant enzyme activities of suspension-cultured tobacco cells. *Bioelectromagnetics*, *28*, 42–47.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2013). *Physics for scientists and engineers with modern physics* (9th ed., pp. 725–731). Springer.
- Singh, C. R. (2018). Review on problems and its remedy in plant tissue culture. *Asian Journal of Biological Sciences*, *11*, 165–172. <https://doi.org/10.3923/ajbs.2018>
- Ueno, S. (1993). *Biological effects of magnetic and electromagnetic fields* (pp. 1–233). Springer.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.

การประยุกต์ใช้สารไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีตเมนต์ในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ในทานตะวัน

Application of Glyphosate as a Pre-Treatment for Mitosis Study in *Helianthus annuus* L.

กฤษฎีพงศ์ ภาษิตวิไลธรรม* และ จารูวรรณ เนื้อทอง

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Kritsaphong Phasitvilaitam* and Jaruwan Nuethong

Program of Biological Science, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทหาระยะเวลาของการทำพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเซตที่เหมาะสมต่อ การศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันด้วยวิธีการทำพรีทรีตเมนต์ โดยวางแผนการทดลองแบบแบบสุ่ม สมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัวอย่าง มีปัจจัยศึกษา 1 ปัจจัยคือ ระยะเวลาของการทำพรีทรีตเมนต์ 4 กรรมวิธี ได้แก่ 0 ชั่วโมง, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง โดยใช้พืชตัวอย่างคือ ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) พบว่า ระยะเวลาของการทำพรีทรีตเมนต์ ที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละ ของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยพบว่า กรรมวิธีการพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเซตเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ให้ผลค่าร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิสของทานตะวันมากที่สุดคือ ร้อยละ 65.00 ± 5.00 ในขณะที่ กรรมวิธีควบคุมซึ่งใช้น้ำกลั่น ไม่ทำให้เกิดการ ยับยั้งการแบ่งเซลล์ (ร้อยละ 0) นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าคะแนนของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันที่ เกิดจากการใช้สารละลายไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีตเมนต์ในระยะเวลาที่แตกต่างกันทั้ง 3 กรรมวิธี ให้ค่าที่เท่ากันคือ 3 คะแนน ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงสรุปว่า สารไกลโฟเซต สามารถใช้เป็นสารพรีทรีตเมนต์ในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโท ซิสในทานตะวันได้

*Corresponding author : kritsaphong.pas@crju.ac.th

Received : 17/06/2023

Revised : 05/11/2024

Accepted : 11/12/2024

คำสำคัญ : โกลโฟเสท, สารพรีทรีตเมนต์, การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส, ทานตะวัน

Abstract

The objective of this studies was to find out the appropriated time for using a glyphosate solution for study of mitotic cell division using pretreatment technique. Completely Randomized Design (CRD) was set up with 3 replicates, 10 samples each of 4 treatments consist of control methods, 1 hour, 2 hours and 3 hours and using the Sunflower (*Helianthus annuus* L.) as example plant. The results indicated that the different of pretreatment with a glyphosate solution had effect on the percentage of inhibiting mitotic cell division in sunflowers at the confidence level of 95%. In addition, it was found that the pre-treatment method with glyphosate solution for 2 hours gave the highest percentage of inhibition of mitotic cell division in sunflowers, which was 65.00 ± 5.00 percent. While the control method uses distilled water as a pre-treatment substance. It does not cause any inhibition of cell division (0 percent). Moreover, it was found that the scores for inhibiting mitotic cell division of sunflowers which caused by using glyphosate solution as a pre-treatment substance in all 3 treatments had values equal is 3 points. Therefore, in this research it is concluded that glyphosate concentration can be used as a pre-treatment substance for studying mitotic cell division in sunflowers.

Keywords : Glyphosate, Pre-treatment, Mitosis study, *Helianthus annuus* L.

ที่มาและความสำคัญ

สารกำจัดวัชพืช (Herbicide) เป็นสารที่ถูกใช้เพื่อกำจัดพืชที่ไม่ต้องการในพื้นที่เกษตรกรรม สารกำจัดวัชพืชถูกใช้อย่างกว้างขวางทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย และมีให้เลือกใช้หลายชนิดตามความต้องการกำจัดของเกษตรกร เช่น สารกำจัดวัชพืชชนิดเลือกทำลาย ซึ่งจะออกฤทธิ์กำจัดเฉพาะชนิดพืช เช่น 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxy acetic acid) ที่ออกฤทธิ์ทำลายเฉพาะวัชพืชชนิดใบกว้าง เป็นต้น สารกำจัดวัชพืชอีกชนิดคือ สารกำจัดวัชพืชชนิดไม่เลือกทำลายที่ออกฤทธิ์ฆ่าวัชพืชทุกชนิด เช่น สารพาราควอต (Paraquat) [1] สารไกลโฟเซต (Glyphosate) เป็นสารกำจัดวัชพืชอีกชนิดหนึ่งในกลุ่มชนิดไม่เลือกทำลายที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในพื้นที่เกษตรของไทย ตัวสารที่มีสถานะเป็นของแข็งจะมีลักษณะเป็นผงคริสตัลใสหรือสีขาว ขณะที่สารไกลโฟเซตที่เป็นของเหลวจะมีสีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาล และมีกลิ่นเฉพาะตัว กลไกการทำงานของสารไกลโฟเซตต่อพืชจะมีลักษณะเดียวกันกับสารกำจัดวัชพืชชนิดไม่เลือกทำลายชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ สารจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการแบ่งนิวเคลียสของเซลล์พืช โดยสารจะเข้าไปยึดเกาะจับกับทิวบูลินโปรตีนที่อยู่ในไมโครทิวบูล (Microtubule) ทำให้เซลล์ไม่สามารถสร้างไมโครทิวบูลได้ โดยเฉพาะในบริเวณจุดเจริญของราก จึงทำให้เซลล์พืชในบริเวณดังกล่าว ไม่สามารถเกิดการแบ่งและขยายตัวของเซลล์ต่อไปได้ ซึ่งทำให้การพัฒนาของเซลล์ผิดปกติ นอกจากนี้ ยังส่งผลให้การแบ่งเซลล์ในระยะเมทาเฟสเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์หรือผิดปกติไป [1]

ในการศึกษาการแบ่งเซลล์ของพืช ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) หรือแบบไมโอซิส (Meiosis)

จำเป็นต้องอาศัยเทคนิควิธีการที่ทำให้เราสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ในแต่ละระยะของการแบ่งเซลล์ได้ง่าย รวมถึงทำให้เราสามารถสังเกตเห็นลักษณะรูปร่าง ขนาดของโครโมโซมที่มีความแตกต่างกันในสิ่งมีชีวิตแต่ละสิ่งมีชีวิตได้ โดยเทคนิคในการศึกษาการแบ่งเซลล์นั้น เราสามารถทำได้ 2 แบบ คือ การศึกษาการแบ่งเซลล์โดยไม่ผ่านการทำพรีทรีเมนต์และการศึกษาโดยผ่านการทำพรีทรีเมนต์ ในการศึกษาที่ต้องการเห็นลักษณะของโครโมโซมในแต่ละระยะได้ชัดเจน เรามักนิยมใช้วิธีการศึกษาโดยการทำพรีทรีเมนต์ ซึ่งต้องอาศัยสารเคมีที่มีฤทธิ์ยับยั้งเส้นใยสปินเดิล (Spindle fiber) ในกระบวนการทำ เราเรียกสารที่มีฤทธิ์ดังกล่าวว่า “สารพรีทรีเมนต์” และด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้เราสามารถทำให้เราศึกษาลักษณะรูปร่างของโครโมโซม และนับจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารพรีทรีเมนต์ ได้แก่ โคลชิซิน (Colchicine) 8-ไฮดรอกซีควิโนลีน (8-Hydroxyquinoline) และ พาราไดคลอโรเบนซีน (Paradichlorobenzene) [2]

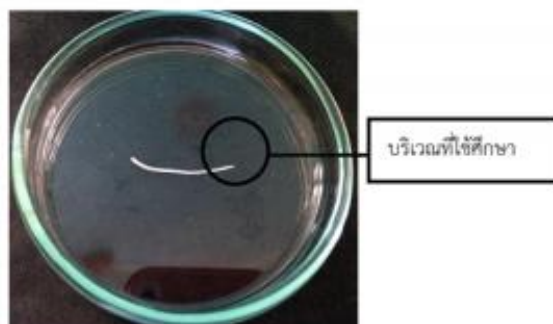
ที่ผ่านมา มีรายงานการวิจัยที่ผ่านมาว่า สารกำจัดวัชพืชบางชนิดมีฤทธิ์แบบเดียวกับสารพรีทรีเมนต์ ตัวอย่างเช่น สารกลุ่มไดไนโตรอนิลิน (Dinitroaniline) เช่น ออริโซลิน (Oryzalin) เป็นต้น โดยสารชนิดดังกล่าว มีการนำมาใช้ประโยชน์ในงานปรับปรุงพันธุ์พืช ในขณะที่สารไกลโฟเซต (Glyphosate) มีรายงานการวิจัยเช่นกันว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้งการแบ่งเซลล์ของพืชได้ [3, 4] อย่างไรก็ตาม การนำสารไกลโฟเซตที่เป็นสารกำจัดวัชพืชราคาถูกไปใช้เพื่อการศึกษาการแบ่งเซลล์มีรายงานในประเทศไทยไม่มากนัก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทหารยะเวลาของการทำพรีทรีเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเซตความเข้มข้น ที่เหมาะสมต่อการศึกษการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน โดยวิธีการทำพรีทรีเมนต์ เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่ง ในการใช้ไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีเมนต์ทดแทนที่มีราคาสูงในห้องทดลอง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษการประยุกต์ใช้สารไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีเมนต์ในการศึกษการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มีปัจจัยศึกษาจำนวน 1 ปัจจัยคือ ระยะเวลาของการทำพรีทรีเมนต์ จำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ 0 ชั่วโมง (ชุดควบคุม; ใช้น้ำกลั่นเป็นสารพรีทรีเมนต์), 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง และเลือกใช้ด้วยสารละลายไกลโฟเซตที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (v/v) ซึ่งได้จากการคัดเลือกความเข้มข้นที่ดีที่สุดในการทำทดลองก่อนหน้านี้ ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัวอย่าง (เมล็ด) และในการวิจัยในครั้งนี้เลือกใช้พืชตัวอย่างคือ ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) มีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

การเตรียมตัวอย่างพืช

นำเมล็ดทานตะวันไปแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดไปเพาะในวัสดุเพาะเมล็ด โดยมีกรให้น้ำทุกวันจนเมล็ดทานตะวันมีรากเกิดขึ้น ทำการเตรียมตัวอย่างรากทานตะวัน โดยเลือกทำในช่วงเวลาเช้า 8.00 ถึง 9.00 นาฬิกา โดยนำตัวอย่างทานตะวันที่เกิดรากไปล้างทำความสะอาดอย่างระมัดระวังไม่ให้ส่วนปลายรากเกิดความเสียหาย จากนั้นทำการตัดรากให้ได้ความยาว 0.5 เซนติเมตร โดยให้ได้ส่วนของปลายรากติดไปด้วย (ภาพที่



ภาพที่ 1: แสดงลักษณะรากทานตะวันที่ใช้ในการวิจัย

1) เมื่อครบจำนวนรากที่ต้องการแล้ว นำไปทดลองการใช้สารไกลโฟเฟตในขั้นตอนต่อไป

การทดลองการใช้สารไกลโฟเฟตเป็นสารพรีทรีตเมนต์ในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ในขั้นตอนนี้ ดำเนินการต่อเนื่องจากขั้นตอนแรก โดยนำรากทานตะวันความยาว 0.5 เซนติเมตร ที่มีอายุเท่ากัน ไปล้างด้วยน้ำสะอาดด้วยวิธีผ่านน้ำไหล (Running tap water) เป็นเวลา 3 นาที จากนั้น ซับน้ำบริเวณรากออกด้วยความระมัดระวัง นำรากไปตัดเอาส่วนของหมวกราก (Root cap) ออก (ประมาณ 0.2 เซนติเมตร นับจากส่วนปลายรากขึ้นไป) จากนั้นทำการตัดส่วนของปลายราก (Root tip) (ถัดจากส่วนหมวกรากประมาณ 0.2 เซนติเมตร) นำไปเข้าขั้นตอนของการทำพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเฟตที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (v/v) ตามแผนการทดลอง ที่ศึกษาระยะเวลาของการทำพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเฟตที่แตกต่างกัน จำนวน 4 กรรมวิธี คือ 0 ชั่วโมง (ใช้น้ำกลั่นเป็นสารพรีทรีตเมนต์), 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง จากนั้น นำตัวอย่างปลายรากของทุกกรรมวิธี ไปล้างด้วยน้ำกลั่นอีกจำนวน 3 ครั้ง ค่อยด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรอีกจำนวน 2 ครั้ง จากนั้นนำตัวอย่างรากทานตะวันรากทั้งหมด ไปแช่ในน้ำยาคงสภาพ (Fixative) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังครบกำหนดเวลา 24 ชั่วโมง นำรากทานตะวันของแต่ละกรรมวิธีมาล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 2 ครั้ง จากนั้น ทำให้นเนื้อเยื่อปลายรากอ่อนตัวด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 N ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำรากทานตะวันของแต่ละพรีทรีตเมนต์ไปวางบนสไลด์ ทำการย้อมสีโครโมโซมด้วยสีอะซิโตนอร์ซิน โดยหยดสีลงบนสไลด์ที่มีตัวอย่างรากประมาณ 1-2 หยด ทิ้งไว้ 2 นาที ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ จากนั้น ทำการสควอช (Squash) ปลายรากเพื่อให้เซลล์กระจายออกจากกัน ซึ่งจะทำได้สามารถสังเกตโครโมโซมได้ง่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากนั้นทำการสังเกตโดยใช้กำลังขยายภาพ 400 เท่าตามลำดับ และการบันทึกผลการทดลองค่าคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินต่อไป

การประเมิน การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการวิจัย

ก. ค่าร้อยละของการยับยั้งการเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน

ค่าร้อยละของการยับยั้งการเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน ทำได้โดยการสังเกต และบันทึกผล ค่าความถี่ของการเกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์ของทานตะวัน โดยสังเกตการแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากทานตะวันของ

ตารางที่ 1: หลักเกณฑ์การพิจารณาการเกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ลักษณะที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์	ยับยั้ง*	ไม่มีการยับยั้ง
เซลล์มีขนาดใหญ่ เห็นขอบเขตของนิวเคลียสชัดเจน ไม่เห็นโครโมโซมมีรูปร่างเป็นแท่งชัดเจน	✓	
เซลล์มีขนาดใหญ่ ไม่เห็นขอบเขตของนิวเคลียส เห็นโครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่ง (โครมาทิด) ตำแหน่งของโครมาทิดกระจายอยู่ภายในเซลล์แบบไม่มีทิศทางแน่นอนจากการการสควอช	✓	
เซลล์มีขนาดใหญ่ ไม่พบ การเคลื่อนตัวของโครมาทิดไปยังแต่ละขั้วของเซลล์ หรือลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างคล้ายอักษรตัววี (V) ตัวเจ (J) และตัวโอ (O)	✓	
เซลล์มีขนาดใหญ่ ไม่เห็นขอบเขตของนิวเคลียส เห็นโครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่งจากการหดสั้น มองเห็นเป็นแท่งชัดเจนมีลักษณะการเรียงตัวเข้าสู่แนวกึ่งกลางเซลล์		✓
พบการเคลื่อนตัวของโครมาทิดไปยังแต่ละขั้วของเซลล์หรือลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างคล้ายอักษรตัววี (V) ตัวเจ (J) และตัวโอ (O)		✓
โครมาทิดแยกออกจากกันไปอยู่ที่แต่ละขั้วของเซลล์อย่างสมบูรณ์ เห็นขอบเขตของนิวเคลียสชัดเจน เห็นเซลล์เพสหรือเห็นเป็นสองเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าเซลล์เริ่มต้น		✓

ยับยั้ง* หมายถึง การยับยั้งกลไกการแบ่งเซลล์ในระยะก่อนการแบ่งเซลล์ระยะเมตาเฟสจนถึงระยะแอนาเฟส โดยเกณฑ์การชี้วัดบางส่วน อ้างอิงมาจากการวิจัยของ Kevin และ Larry ปี 1991 [1] ที่วิจัยการยับยั้งการแบ่งเซลล์ที่มีผลมาจากสารกำจัดวัชพืช

แต่ละกรรมวิธีภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยายภาพ 400 เท่า พิจารณาการพบและไม่พบการยับยั้งการแบ่งเซลล์ของทานตะวัน โดยใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ในส่วนของการบันทึกผล ทำการบันทึกจำนวน 2 บริเวณ (Field) ต่อ 1 ตัวอย่าง

บันทึกผลค่าความถี่ของการยับยั้งการแบ่งเซลล์ของกรรมวิธีการพรีรีดเมนต์ของแต่ละกรรมวิธี จากนั้น นำค่าความถี่ในแต่ละซ้ำของแต่ละกรรมวิธี ไปคำนวณหาค่าร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิส (ดัดแปลงจาก Gomes, R. et al. (2010)) [5] ต่อไปตั้งสมการ

$$\text{ร้อยละของการยับยั้ง} = \frac{\text{ความถี่ที่พบการยับยั้งของแต่ละกรรมวิธี}}{\text{ความถี่ทั้งหมดที่สังเกตในแต่ละกรรมวิธี}} \times 100 \quad (1)$$

หมายเหตุ

- ค่าความถี่ของการยับยั้ง คือ จำนวนการพบการยับยั้งภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่ตรงตามเกณฑ์ ในตารางที่ 1 ในแต่ละบริเวณสังเกต (field) และในแต่ละซ้ำของกรรมวิธี

- ค่าความถี่ทั้งหมดของแต่ละกรรมวิธี คือ จำนวนความถี่ทั้งหมด ทั้งที่พบและไม่พบในแต่ละกรรมวิธี

ข. ค่าคะแนนการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน

การให้ค่าคะแนนการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันของงานวิจัยนี้ พิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: หลักเกณฑ์การให้ค่าคะแนนการเกิดการยับยั้งกระบวนการเกิดไมโทซิส

ลักษณะที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์*	ค่าคะแนน**
พบระยะที่เซลล์มีขนาดใหญ่ มองเห็นขอบเขตของนิวเคลียสชัดเจนแต่ไม่เห็นโครโมโซมมีรูปร่างเป็นแท่ง และเป็นระยะที่ไม่สามารถสังเกตเห็นขอบเขตของนิวเคลียสชัดเจน แต่สามารถสังเกตเห็นโครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่ง (โครมาทิด) โดยที่ตำแหน่งของโครมาทิด กระจายอยู่ภายในเซลล์แบบไม่มีทิศทางแน่นอนอันเกิดจากการการทำสควอช และไม่พบระยะที่ภายในเซลล์มีการเคลื่อนตัวของโครมาทิดไปยังแต่ละขั้วของเซลล์หรือลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างคล้ายอักษรตัววี (V), ตัวเจ (J) และตัวโอ (O)	5
พบแบบเดียวกับลักษณะที่พบในระยะข้างต้น แต่ พบตำแหน่งของโครมาทิด อยู่บริเวณใกล้แนวกึ่งกลางเซลล์หรือมีลักษณะการเรียงตัวเข้าสู่แนวกึ่งกลางเซลล์หรือเซลล์มีขนาดใหญ่ ไม่เห็นขอบเขตของนิวเคลียสชัดเจน เห็นโครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่งจากการหดสั้น มองเห็นเป็นแท่งชัดเจนมีลักษณะการเรียงตัวเข้าสู่แนวกึ่งกลางเซลล์ แต่ไม่พบระยะที่มีการเคลื่อนตัวของโครมาทิดไปยังแต่ละขั้วของเซลล์หรือลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างคล้ายอักษรตัววี (V), ตัวเจ (J) และตัวโอ (O)	3
พบแบบเดียวกับลักษณะที่พบในระยะก่อนหน้า แต่ พบตำแหน่งของโครมาทิดอยู่บริเวณใกล้แนวกึ่งกลางเซลล์ หรือมีลักษณะการเรียงตัวเข้าสู่แนวกึ่งกลางเซลล์ หรือเซลล์มีขนาดใหญ่ ไม่เห็นขอบเขตของนิวเคลียส เห็นโครโมโซมมีลักษณะเป็นแท่งจากการหดสั้น มองเห็นเป็นแท่งชัดเจนมีลักษณะการเรียงตัวเข้าสู่แนวกึ่งกลางเซลล์ แต่ไม่พบระยะที่มีการเคลื่อนตัวของโครมาทิดไปยังแต่ละขั้วของเซลล์หรือลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างคล้ายอักษรตัววี (V), ตัวเจ (J) และตัวโอ (O) และพบโครมาทิดแยกออกจากกันไปอยู่ที่แต่ละขั้วของเซลล์อย่างสมบูรณ์ เห็นขอบเขตของนิวเคลียสชัดเจน เห็นเซลล์เพลทหรือเห็นเป็นสองเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าเซลล์เริ่มต้น	1
ไม่พบลักษณะใด ๆ เนื่องจากเซลล์ตายหรือไม่สามารถสังเกตเห็นเซลล์ได้ชัดเจน	0

หมายเหตุ

* หมายถึง ลักษณะภาพโดยรวมในแต่ละบริเวณ (Field)

** หมายถึง ค่าคะแนนลักษณะของการยับยั้งกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดจากการทำพริวิตเมนต์ด้วยสารไกลโฟเซต โดยพิจารณาลักษณะที่พบตามเกณฑ์ในตารางที่ 1 และพิจารณาให้ค่าคะแนนศักยภาพของสารไกลโฟเซตในการเป็นสารพริวิตเมนต์ในการวิจัย การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในการทดลองครั้งนี้

การพิจารณา 2 บริเวณ (Field) ต่อ 1 สไลด์ หรือ (จำนวน 20 บริเวณต่อ 1 กรรมวิธีต่อครั้ง ในการทดลองนี้) ทำการบันทึกผลความถี่ที่พบของแต่ละเกณฑ์ค่าคะแนนของแต่ละกรรมวิธี จากนั้น เลือกค่าคะแนนการยับยั้งที่มีค่าความถี่สูงสุด นำค่าความถี่ไปคำนวณเป็นค่าร้อยละของการยับยั้งที่ดีที่สุดของแต่ละกรรมวิธีของการทดลอง จะได้เป็นค่าคะแนนที่ดีที่สุดของกรรมวิธีและร้อยละการยับยั้งที่ดีที่สุดของกรรมวิธีเพื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติต่อไป

$$\text{ร้อยละของการยับยั้งที่ดีที่สุด} = \frac{\text{ความถี่ที่พบมากที่สุดของค่าคะแนนของแต่ละกรรมวิธี}}{\text{ความถี่ทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

การวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดลองโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ก. ผลการวิจัย

การวิจัยการประยุกต์ใช้สารไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีตเมนต์ในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน วางแผนการทดลองแบบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มีปัจจัยศึกษาจำนวน 1 ปัจจัยคือ ระยะเวลาของการทำพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเซตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) จำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ 0 ชั่วโมง (ชุดควบคุม), 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัวอย่าง (เมล็ด) โดยเลือกใช้พืชตัวอย่างคือ ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) ในการทำวิจัย ได้ผลการวิจัยดังนี้

ก). ค่าร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน

ผลของระยะเวลาของการทำพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเซตต่อการศึกษการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันโดยวิธีการทำพรีทรีตเมนต์พบว่า ระยะเวลาของการทำพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเซตที่แตกต่างกัน มีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3

โดยจากผลการวิจัยพบว่า กรรมวิธีที่ 3 การพรีทรีตเมนต์ด้วยสารละลายไกลโฟเซต 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงให้ค่าร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันมากที่สุดคือ ร้อยละ 65.00 ± 5.00 รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 และ กรรมวิธีที่ 4 คือ กรรมวิธีการพรีทรีตเมนต์เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงและ 3 ชั่วโมง ที่ให้ผลค่าเฉลี่ยร้อยละของการยับยั้งรองลงมาคือร้อยละ 56.67 ± 2.89 และร้อยละ 53.33 ± 2.89 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ กรรมวิธีควบคุมที่ใช้น้ำกลั่นในการทำพรีทรีตเมนต์ไม่ทำให้เกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์แต่อย่างใด โดยให้ค่าร้อยละการยับยั้งเท่ากับร้อยละ 0

ข). ค่าคะแนนการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน

จากผลการวิจัยข้างต้น เมื่อให้คะแนนการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันโดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า หากพิจารณาค่าความถี่ของการยับยั้งการแบ่งเซลล์

ตารางที่ 3: แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน

กรรมวิธีที่	ระยะเวลาการทำ		ค่าเฉลี่ยร้อยละ การยับยั้ง \pm S.D.
	พรีทรีตเมนต์ (ชั่วโมง)	เกณฑ์คะแนน*	
1	0 (น้ำกลั่น)	1	0.00 ^c
2	1	3	56.67 ^b \pm 2.89
3	2	3	65.00 ^a \pm 5.00
4	3	3	53.33 ^b \pm 2.89

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันหมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$) และ $CV = 7.38$

หมายเหตุ

\pm หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

* หมายถึง ค่าคะแนนที่มีความถี่ที่พบมากที่สุดของกรรมวิธี





** หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละการยับยั้งที่มากที่สุด

แบบไมโทซิส ร่วมกับผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 400 เท่า พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ให้ผลค่าร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมากที่สุดจากการพบความถี่ของการยับยั้งการแบ่งเซลล์มากที่สุด โดยเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 แล้ว กรรมวิธีที่ 3 นี้จะให้ค่าคะแนนของการเกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 ที่มีค่าคะแนนการเกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเท่ากับ 3 คะแนนเช่นกัน ซึ่งเมื่อทำการพิจารณาจากตัวอย่างภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ปลายรากของทานตะวันที่เกิดขึ้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 400 เท่า ของทั้ง 3 กรรมวิธีที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า เราพบลักษณะของโครโมโซมที่มีลักษณะเป็นแท่ง อยู่บริเวณกลางเซลล์ โดยที่ไม่ปรากฏเห็นขอบเขตของเยื่อหุ้มนิวเคลียส ในกรรมวิธีทั้ง 3 คือ กรรมวิธีที่ 2 3 และ 4 ซึ่งสามารถสังเกตและเปรียบเทียบความแตกต่างกับการติดสีย้อมของนิวเคลียสในระยะอินเตอร์เฟส (Interphase) ของเซลล์ข้างเคียงได้ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ดังปรากฏตามภาพของแต่ละกรรมวิธี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 โดยทั้ง 3 กรรมวิธีให้ผลที่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมที่มีค่าคะแนนของการยับยั้งเท่ากับ 1 คะแนน (ไม่มีการยับยั้ง)

ข. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย การประยุกต์ใช้สารละลายไกลโฟเสตเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรเป็นสารพรีทรีตเมนต์ และศึกษาผลของระยะเวลาการทำพรีทรีตเมนต์ที่แตกต่างกันต่อการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวัน 4 กรรมวิธี คือ 0 ชั่วโมง (น้ำกลั่น), 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 4: แสดงค่าคะแนนของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันพร้อมภาพประกอบ

ระยะเวลาการ			
กรรมวิธีที่	ทำพรีทรีตเมนต์	ค่าคะแนน	ภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า (ชั่วโมง)
1	0 (น้ำกลั่น)	1	
2	1	3	
3	2	3	
4	3	3	

จากผลการวิจัยที่พบว่า สารละลายไกลโฟเซตที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สามารถใช้เป็นสารพรีทรีตเมนต์สำหรับการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสโดยวิธีการทำพรีทรีตเมนต์ของทานตะวันได้ มีคล้ายคลึงกับรายงานวิจัยของ *Acar et al.* (2010) [3] ที่ได้ทำการวิจัยผลของสารละลายไกลโฟเซต ไอโซโพรพิลลามีน (Glyphosate isopropylamine) ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันได้แก่ 0.5, 1, 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์บริเวณ

เซลล์บริเวณปลายราก (root tip) ของหอมหัวใหญ่ (*Allium cepa* L.) และพบว่า สารละลายไกลโฟเซต ไอโซโพรพิลามีน เพียงระดับเดียวคือ 5 เปอร์เซ็นต์ที่มีผลต่อการเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของหอมหัวใหญ่ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในการวิจัยของ *Acar et al.* (2010) นั้น เป็นการเขารากหอมหัวใหญ่ที่มีความยาว 1.5 - 2.5 เซนติเมตร เป็นระยะเวลาถึง 48 ชั่วโมง จะแตกต่างจากการวิจัยในครั้งนี้ที่ใช้ระยะเวลาสั้นกว่าคือ 1 - 3 ชั่วโมง แต่กลับให้ผลการวิจัยไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ กรรมวิธีที่มีการใช้สารละลายไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีตเมนต์ทำให้การแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากของทานตะวันมีค่าลดลง โดยดูได้จากการที่พบค่าร้อยละของการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม นอกจากนี้ ผลการวิจัยนี้ ยังมีความคล้ายคลึงกับรายงานการวิจัยของ *Swamy และ Jagannath* ในปี 2012 [4] ที่ศึกษาผลสารกำจัดวัชพืช Oxadiargyl ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ในกระบวนการปลูกอ้อย ที่มีผลต่อเซลล์เนื้อเยื่อเจริญของทานตะวัน ที่พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสาร Oxadiargyl ส่งผลต่อค่าความถี่ของการเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสบริเวณเนื้อเยื่อเจริญปลายรากของทานตะวันในทิศทางที่ลดลง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ *Gomes, R. et al.* (2010) [5] ที่ศึกษาการตอบสนองของทานตะวันต่อการกระตุ้นการสัมผัสสารไกลโฟเซต (glyphosate) และไตรเนกซาแพก-เอทิล (trinexapac-ethyl) ที่พบว่า การตอบสนองต่อการสัมผัสพิษของสารไกลโฟเซต (glyphosate) และไตรเนกซาแพก-เอทิล (trinexapac-ethyl) ขึ้นกับชนิดและปริมาณของสารที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน ด้วยเหตุนี้ จากผลการวิจัยที่ได้ทำให้สามารถยืนยันว่า สารละลายไกลโฟเซตที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีคุณสมบัติของการเป็นสารพรีทรีตเมนต์ในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสโดยวิธีการทำพรีทรีตเมนต์ ทั้งนี้เนื่องจากสามารถการยับยั้งการเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันได้เช่นเดียวกับคุณสมบัติของสารพรีทรีตเมนต์อย่าง โคลชิซิน (Colchicine) พาราไดคลอโรเบนซีน (Paradichlorobenzene) และ 8 ไฮดรอกซีควิโนลีน (8-hydroxyquinoline) ที่ใช้โดยทั่วไปในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสโดยวิธีการพรีทรีตเมนต์ของพืช แต่มีราคาที่ถูกกว่ามาก นอกจากนี้ ระยะเวลาของการทำ พรีทรีตเมนต์ มีผลต่อการยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่แตกต่างกันของทานตะวันเป็นการยืนยันได้ว่า หากต้องการนำเอาสารไกลโฟเซตไปประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของพืชชนิดอื่น ผู้ใช้จำเป็นต้องหาความเข้มข้นของสารที่เหมาะสม รวมไปถึงระยะเวลาในการทำพรีทรีตเมนต์ที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน เพื่อให้การศึกษาเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยนี้สามารถนำไปปรับกับการเรียนการสอนในหัวข้อการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของพืชได้ในการศึกษาระดับต่าง ๆ เนื่องจากสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการซื้อสารพรีทรีตเมนต์ซึ่งมีราคาสูงได้

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้สรุปได้ว่า การใช้สารละลายไกลโฟเซตที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรสามารถใช้เป็นสารพรีทรีตเมนต์ในการศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของทานตะวันได้ โดยกรรมวิธีการพรีทรีตเมนต์ เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ให้ผลการยับยั้งการเกิดไมโทซิสได้มากที่สุดเท่ากับร้อยละ 65 ± 5.00 ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการใช้สารไกลโฟเซตเป็นสารพรีทรีตเมนต์แต่ใช้น้ำกลั่นแทนนั้น ให้ค่าคะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 1 คะแนน คือ ไม่สามารถยับยั้งกระบวนการแบ่งเซลล์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ได้เอื้อเฟื้อเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีในการทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทศพล พรพรม. (2547). สารป้องกันกำจัดวัชพืช : หลักการ และกลไกการทำลายพืช. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แสงแดด.
- [2] อติศร กระแสชัย. (2539). บทปฏิบัติการ Cytogenetics in Agriculture. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- [3] Okan Acar, .Sefer Demirbas,, Dogan Ilhan and Nagme Ozdinc. (2010). The Effects Of Glyphosate Isopropylamine on Mitotic Activity, Superoxide Dismutase and Peroxidase Activities of *Allium cepa* L. Root Tip Cells. *Fresenius environmental bulletin*, 19(3), 522-525.
- [4] N.N. Swamy and Shobha Jagannath (2012). Cytological studies on the effect of a herbicide, oxadiazyl on root meristems of sunflower, *Helianthus annuus* L.. *Nature Environment and Pollution Technology*, 11(3), 511-514.
- [5] Roberto Gomes Vital, Adriano Jakelaitis, Alan Costa and F.B. SILVA. (2017). Sunflower plant response to simulated drift of glyphosate and trinexapac-ethyl. *Planta Daninha*, 35, 1-13.

ภาคผนวก ซ

กลยุทธ์และวิธีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้และการบรรลุผลลัพธ์การ
เรียนรู้ระดับรายวิชา (CLOs)

ตารางแสดงวิธีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ในแต่ละด้าน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
หมวดวิชาเฉพาะ					
1) กลุ่มวิชาแกน					
(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์					
AET1101 ชีววิทยาพื้นฐานและ ปฏิบัติการ	1	1	1. อธิบายหลักการพื้นฐานของชีววิทยา รวมถึงโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์และอวัยวะในสิ่งมีชีวิตได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้อง	- การบรรยาย (Lecture) - การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) - การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ
AET1102 เคมีพื้นฐานและ ปฏิบัติการ	1	1	1. อธิบายหลักการพื้นฐานของเคมี ได้แก่ โครงสร้างของอะตอม พันธะเคมี ปฏิกิริยาเคมี และหลักการที่เกี่ยวข้องในระบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางเคมีได้อย่างถูกต้อง	- การบรรยาย (Lecture) - การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) - การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ
AET1103 ฟิสิกส์พื้นฐานและ ปฏิบัติการ	1	1	1. อธิบายหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ เช่น กฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงาน และแรง ได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง	- การบรรยาย (Lecture) - การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) - การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ
AET1104 คณิตศาสตร์ และสถิติพื้นฐาน	1	1	1. อธิบายหลักการพื้นฐานพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และสถิติได้อย่างถูกต้อง 2. ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสถิติพื้นฐาน	- บรรยายและร่วมอภิปราย - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และแก้ปัญหา - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
(2) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน					
AET1105 เคมีวิเคราะห์สำหรับ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม	1	1	1. อธิบายแนวคิดและหลักการของเคมีวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรและสิ่งแวดล้อม 2. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางเคมีสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างทางเกษตรสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ และอากาศ ได้อย่างถูกต้อง	- การบรรยาย (Lecture) - การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) - การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ
AET1106 เคมีอินทรีย์สำหรับ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม	1	1	1. อธิบายหลักการพื้นฐานและกระบวนการของเคมีอินทรีย์ เช่น โครงสร้างของสารอินทรีย์ กลุ่มฟังก์ชัน และชนิดของปฏิกิริยาอินทรีย์	- การบรรยาย (Lecture) - การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) - การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
			2. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางเคมีอินทรีย์สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างทางเกษตรสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ และอากาศ ได้อย่างถูกต้อง		
AET1107 ชีวเคมีสำหรับเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม	1	1	1. อธิบายหลักการและกระบวนการพื้นฐานทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อม 2. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางชีวเคมีสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างทางเกษตรสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ และอากาศ ได้อย่างถูกต้อง	- การบรรยาย (Lecture) - การสอนโดยเน้นปฏิบัติ (Practice-based) - การเรียนในห้องปฏิบัติการ (Laboratory study)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ
AET3101 พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม	1,2	3	1. อธิบายหลักการพื้นฐานเกี่ยวกับพิษวิทยาสิ่งแวดล้อมและแหล่งที่มาของสารพิษ 2. วิเคราะห์ผลกระทบของสารพิษต่อสุขภาพมนุษย์และระบบนิเวศ 3. ใช้เครื่องมือภาคสนามและเทคนิคทางพิษวิทยาได้อย่างถูกต้อง	- บรรยายและร่วมอภิปราย - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - กรณีศึกษา (Case-based Learning) - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
2) กลุ่มวิชาบังคับ					
AET2101 หลักการทางเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม	1,2,3	2	1. อธิบายหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีทางการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนได้อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์และประเมินผลกระทบของกิจกรรมทางการเกษตรที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสมได้ 3. เลือกใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่เหมาะสม เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ เกษตรอินทรีย์ สมาร์ทฟาร์ม หรือพลังงานทดแทน เพื่อการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 4. ปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นในโครงการหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมการเกษตรยั่งยืน โดยคำนึงถึงจริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคม 5. สื่อสารความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างชัดเจนผ่านรายงานหรือการนำเสนอ ทั้งในรูปแบบวาจาและลายลักษณ์อักษร	1. การบรรยายเชิงโต้ตอบ (Interactive Lecture) 2. การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) 3. การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PjBL) 4. การเรียนรู้จากการลงพื้นที่/การศึกษาดูงาน (Field Trip / Field-Based Learning) 5. การอภิปรายกลุ่ม (Group Discussion & Debate) 6. การเรียนรู้จากการสืบค้นข้อมูล (Inquiry-Based Learning) 7. การเรียนรู้ผ่านการสะท้อนคิด (Reflective Learning)	1.แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (Pre/Post Test) 2. ข้อสอบกลางภาค/ปลายภาค (Written Exam) 3. โครงงานกลุ่ม (Group Project) 4. การประเมินผลการสื่อสารและการทำงานเป็นทีม (Soft Skills Assessment)
AET2102 นิเวศวิทยา และนิเวศเกษตร	1,2	2	1. อธิบายหลักการพื้นฐานของนิเวศวิทยาและนิเวศเกษตรได้ถูกต้อง	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
			2. วิเคราะห์ผลกระทบของกิจกรรมเกษตรต่อสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง และเสนอแนวทางการจัดการอย่างยั่งยืน	- กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม	- นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET2103 เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและสิ่งแวดล้อม	1,2	2	1. อธิบายหลักการทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลทางการเกษตรได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้องค์ความรู้ในการเลือกใช้งานของเครื่องจักรกลทางการเกษตรประเภทต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	- บรรยายและร่วมอภิปราย - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET2104 เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อความยั่งยืน	1,2	2	1. อธิบายหลักการของการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวและกระบวนการควบคุมคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างถูกต้อง 2. วางแผนกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรได้ 3. บูรณาการความรู้หลังการเก็บเกี่ยวเกี่ยวกับศาสตร์อื่นเพื่อจัดการกระบวนการในการผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - กิจกรรมกลุ่มและการนำเสนอรายงานผลการวิเคราะห์ - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET2105 การจัดการทรัพยากรน้ำและระบบชลประทานเพื่อเกษตรสิ่งแวดล้อม	1,2,3	2	1. อธิบายความสำคัญของน้ำในภาคการเกษตรและแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร รวมถึงประเมินความต้องการน้ำของพืชได้ 2. วิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการชลประทานน้ำในรูปแบบต่าง ๆ ได้ 3. ประยุกต์ใช้ระบบการจัดการน้ำและการชลประทานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้	- บรรยายและร่วมอภิปราย - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การนำเสนอกรณีศึกษา - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET2106 เทคโนโลยีสีเขียวเพื่อความยั่งยืน	1	2	1. อธิบายหลักการของเทคโนโลยีสีเขียวที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสีเขียวที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในงานประเภทต่าง ๆ ได้	- บรรยายและร่วมอภิปราย - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET2107	1,4	2	1. อธิบายหลักการพื้นฐานของกฎหมายเกษตรและสิ่งแวดล้อม	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
กฎหมาย นโยบาย และจริยธรรมเพื่อการจัดการเกษตรสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน			2. วิเคราะห์บทบาทของนโยบายภาครัฐ ที่มีผลต่อการพัฒนาเกษตรกรรมและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 3. เชื่อมโยงความรู้ด้านกฎหมายกับกรณีศึกษาทางเกษตรและสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม	- อภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET2108 การจัดการเทคโนโลยีและระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม	1,2,3	2	1. สามารถระบุและอธิบายบทบาทของเทคโนโลยีต่างๆ เช่น ระบบอัตโนมัติ เช่น เซอร์ หรือ IoT ในระบบเกษตรได้อย่างถูกต้อง 2. เข้าใจข้อกำหนดด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น GAP, GMP, กฎหมายสิ่งแวดล้อม และสามารถนำไปใช้ในบริบทจริงได้	- บรรยายและร่วมอภิปราย - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET3102 เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบการผลิตอย่างยั่งยืน	1,2,3,5	3	1. อธิบายแนวคิดและหลักการของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและระบบอัตโนมัติในภาคเกษตรได้ 2. ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะในการจัดการข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ 3. พัฒนาและเลือกใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะเพื่อแก้ไขปัญหาในภาคเกษตรได้อย่างเหมาะสม 4. บูรณาการความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ 5. ทำงานเป็นทีม กล้าตัดสินใจ และสื่อสารผลการสำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติ (Lab-based Learning) - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - กิจกรรมกลุ่มและการนำเสนอรายงานผลการวิเคราะห์ - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET3103 การควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม	1,2,3	3	1. อธิบายปัญหามลพิษทางน้ำจากแหล่งกำเนิดได้ถูกต้อง 2. วิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ได้ถูกต้อง 3. นำเสนอแนวทางแก้ปัญหามลพิษทางน้ำได้ถูกต้อง	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3104 การควบคุมและการจัดการมลพิษทางอากาศ	2	3	1. อธิบายแหล่งกำเนิดและประเภทของมลพิษทางอากาศได้ถูกต้อง 2. อธิบายเทคโนโลยีและกระบวนการควบคุมมลพิษทางอากาศได้ถูกต้อง	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
ในระบบเกษตร สิ่งแวดล้อม					
AET3105 การควบคุมและการ จัดการของเสียอันตราย ในระบบเกษตร สิ่งแวดล้อม	2	3	1. อธิบายแหล่งที่มาของของเสียอันตราย 2. อธิบายวิธีการและเทคโนโลยีในการจัดการและ ควบคุมของเสียอันตรายได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3106 ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อ การจัดการสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน	3	3	1. อธิบายหลักการระบบภูมิสารสนเทศได้ถูกต้อง 2. จัดการข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศได้ ถูกต้อง 3. ประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และอากาศ ยานไร้คนขับในระบบคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3107 การจัดการระบบและ สิ่งแวดล้อมใน อุตสาหกรรมเกษตร	1,2,3,5	2	1. อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดการจัดการระบบและ สิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมเกษตรได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลระบบ มาตรฐานสากลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมใน อุตสาหกรรมเกษตรได้ 3. สามารถนำเอาความรู้การจัดการสิ่งแวดล้อมใน อุตสาหกรรมไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและใน ชีวิตประจำวันได้	- บรรยายและร่วมอภิปราย - กรณีศึกษา (Case-based Learning) - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET4101 การประเมินผลกระทบ สิ่งแวดล้อม	4	4	1. อธิบายกระบวนการและหลักการในการประเมินผล กระทบสิ่งแวดล้อม 2. วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม 3. อธิบายการป้องกันและการบรรเทาผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET4102 สัมมนาทางเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อม	4,5	4	1. ดำเนินการทบทวนวรรณกรรมทางด้านเทคโนโลยี เกษตรสิ่งแวดล้อมในหัวข้อที่น่าสนใจในปัจจุบัน 2. อภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อที่เลือกศึกษาภายใต้คำแนะนำ ของอาจารย์ที่ปรึกษา	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - การมอบหมายงานให้ศึกษาค้นคว้า	- นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - สังเกตพฤติกรรม

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
AET4103 โครงการวิจัยทาง เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม	4,5	4	1. พัฒนาการทำวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์องค์ความรู้ ทางด้านเทคโนโลยีเกษตรสิ่งแวดล้อมในการแก้ปัญหา ในงานที่สนใจโดยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา 2. นำเสนอผลงานวิจัย 3. สร้างรายงานผลงานวิจัยตามหลักการเขียนบทความ ทางวิชาการภายใต้จริยธรรมและจรรยาบรรณในการทำ วิจัย	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - การมอบหมายงานให้ศึกษาค้นคว้า	- นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - สังเกตพฤติกรรม
3) กลุ่มวิชาเลือก					
AET2109 การควบคุมและการ จัดการมลพิษเสียงและ การสั่นสะเทือนในระบบ เกษตรสิ่งแวดล้อม	1,2,3	2	1. อธิบายความรู้พื้นฐานของลักษณะของเสียงและการ สั่นสะเทือนได้ 2. วิเคราะห์และจำแนกแหล่งกำเนิดเสียง รวมถึง ผลกระทบต่อสุขภาพได้อย่างเหมาะสม 3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดเสียงได้อย่างถูกต้อง 4. ประยุกต์ใช้แนวทางการป้องกันเสียงและความ สั่นสะเทือนในสภาพแวดล้อมต่างๆได้ 5. ประเมินนโยบาย กฎระเบียบ และข้อบังคับที่ เกี่ยวข้องกับการควบคุมเสียงและความสั่นสะเทือน และ เสนอแนวทางการปฏิบัติตามมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม ได้อย่างเหมาะสม 6. ทำงานเป็นทีม กล้าตัดสินใจ และสื่อสารผลการ สำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติ (Lab-based Learning) และออก ภาคสนาม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และ อภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือ สังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - กิจกรรมกลุ่มและการนำเสนอรายงานผลการ ตรวจวัดเสียง - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET2110 การจัดการประชุมชนและ งานเกษตรอินทรีย์	1,2,3	2	1. อธิบายหลักการของความยั่งยืนในระบบป่าธรรมชาติ ร่วมกับการเกษตรได้อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์และเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมกับประเภท ของป่าได้อย่างถูกต้อง 3. แสดงความเข้าใจและมีจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์ป่า และการพัฒนาอย่างยั่งยืน	- บรรยายและร่วมอภิปราย - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และ อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การนำเสนอกรณีศึกษา - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET2111 การบริหารจัดการฟาร์ม อย่างยั่งยืน	1,2,3	2	1. อธิบายความหมาย ความสำคัญ และความสัมพันธ์ ของการจัดการฟาร์มได้อย่างถูกต้อง 2. จัดทำและใช้ข้อมูลการบันทึกกิจการฟาร์มเพื่อการ วางแผนและตัดสินใจได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือ สังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - กิจกรรมกลุ่มและการนำเสนอรายงานผลการ วิเคราะห์ - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
			3. เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดการฟาร์มและการใช้ที่ดินร่วมระหว่างป่าไม้กับการเกษตรได้อย่างสร้างสรรค์		
AET2112 เทคโนโลยีการปลูกพืช แบบไม่ใช้ดิน	1,2,3	2	1. อธิบายหลักการพื้นฐานของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และประเภทของระบบ เช่น ไฮโดรโปนิคส์ แอร์โปนิคส์ และระบบวัสดุปลูกต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อดี-ข้อจำกัดของแต่ละระบบปลูกพืชไร้ดิน รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 3. ออกแบบและติดตั้งระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระดับทดลองหรือระดับครัวเรือนได้อย่างเหมาะสมกับชนิดพืช	1. การบรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture) โดยนำเสนอเนื้อหาหลักการและเทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน พร้อมยกตัวอย่างและถาม-ตอบเพื่อกระตุ้นความคิด 2. การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง (Hands-on Practice) โดยการฝึกปฏิบัติการเตรียมวัสดุปลูก จัดการสารละลายธาตุอาหาร และควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนหรือห้องทดลอง 3. การสืบค้นและนำเสนอข้อมูล (Inquiry-Based Learning) โดยให้นักศึกษาค้นคว้าข้อมูลเทคโนโลยีใหม่ ๆ และแนวโน้มการพัฒนาการปลูกพืชไร้ดินในระดับโลก แล้วนำเสนอในรูปแบบรายงานหรือโปสเตอร์	1. การประเมินความรู้ (Knowledge Assessment) โดยข้อสอบกลางภาคและปลายภาค และแบบทดสอบย่อย (Quiz) 2. การประเมินทักษะปฏิบัติ (Practical Skills Assessment) 3. การประเมินการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (Communication & Collaboration Assessment)
AET2113 การจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	1,2,3	2	1. อธิบายหลักการและแนวทางการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม 2. จำแนกประเภทของทรัพยากรการเกษตร 3. วิเคราะห์สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่เกษตรกรรมได้อย่างถูกต้อง 4. พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ การบูรณาการข้อมูล และการตัดสินใจเพื่อการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติ (Lab-based Learning) - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - กิจกรรมกลุ่มและการนำเสนอรายงานผลการตรวจวัดเสี่ยง - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET2114 การพัฒนาสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน	1,2,3,4,5	1	1. อธิบายหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน และการบูรณาการเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์ การประยุกต์ใช้แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ลงพื้นที่ศึกษาเพื่อสำรวจปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน และกรณีศึกษา - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
			<p>3. ประเมินตัวอย่างโครงการพัฒนาที่ยั่งยืนจากกรณีศึกษา และสรุปบทเรียนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้</p> <p>4. สร้างแนวทางและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล 	
AET2115 การสร้างผู้นำและ เครือข่ายเพื่อการพัฒนา เกษตรสิ่งแวดล้อม	1,2,4,5	1	<p>1. อธิบายหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับภาวะผู้นำในการพัฒนาการเกษตรได้อย่างถูกต้อง</p> <p>2. วิเคราะห์ความสำคัญของภาวะผู้นำในการพัฒนาเกษตรกรรมและการสร้างเครือข่ายทางการเกษตรได้อย่างเหมาะสม</p> <p>3. จำแนกบทบาทของบุคลากรทางการเกษตรและความสัมพันธ์ระหว่างผู้นำกับการพัฒนาเกษตรกรรมได้อย่างชัดเจน</p> <p>4. ประยุกต์ใช้แนวคิดภาวะผู้นำเพื่อการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรทางการเกษตรได้อย่างเหมาะสม</p> <p>5. เลือกใช้เครื่องมือและกลยุทธ์ในการสร้างและพัฒนาเครือข่ายทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ลงพื้นที่ศึกษาเพื่อสำรวจปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขเพื่อพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล 	<ul style="list-style-type: none"> - การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน และกรณีศึกษา - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET3108 เทคโนโลยีการฟื้นฟู สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	1	3	<p>1. อธิบายหลักการ และเทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์และธรรมชาติ</p> <p>2. อภิปรายการเลือกใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีทางกายภาพและเคมีเพื่อฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม</p>	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3109 การประมวลผลภาพ ดิจิทัลเพื่อการจัดการ สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	3	3	<p>1. อธิบายหลักการการประมวลผลภาพดิจิทัล</p> <p>2. ดำเนินการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล</p> <p>3. ประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และอากาศยานไร้คนขับเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3110 เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมเพื่อ การเกษตรอย่างยั่งยืน	1,3	3	<p>1. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้</p> <p>2. สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้</p>	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยายและร่วมอภิปราย - กรณีศึกษา (Case-based Learning) - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ 	<ul style="list-style-type: none"> - การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
			3. สามารถนำเอาความรู้ด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและในชีวิตประจำวันได้		
AET3111 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อระบบเกษตร สิ่งแวดล้อม	2,3	3	1. ใช้เครื่องมือและเทคนิคในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้อย่างถูกต้อง 2. ประเมินผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อระบบนิเวศและกิจกรรมมนุษย์ได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - สาธิตและฝึกปฏิบัติ (Lab-based Learning) และออกภาคสนาม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - การนำเสนอรายงานผลการวิเคราะห์
AET3112 หลักการอนามัย สิ่งแวดล้อม	1,2,3	3	1. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับหลักการอนามัยสิ่งแวดล้อมได้ 2. สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับหลักการอนามัยสิ่งแวดล้อมได้ 3. สามารถนำเอาความรู้หลักการอนามัยสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและในชีวิตประจำวันได้	- บรรยายและร่วมอภิปราย - กรณีศึกษา (Case-based Learning) - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3113 อาชีวอนามัยและความ ปลอดภัยในการทำงาน	1,2,3	3	1. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับหลักการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยได้ 2. สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 3. สามารถนำเอาความรู้ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและในชีวิตประจำวันได้	- บรรยายและร่วมอภิปราย - กรณีศึกษา (Case-based Learning) - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์และภาคสนาม	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3114 การสำรวจและติดตาม คุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อ การจัดการเกษตร	1,2,3,4	3	1. อธิบายหลักการและขั้นตอนการสำรวจและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อม 2. ใช้เครื่องมือและเทคนิคการวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง 3. วิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อมเพื่อประเมินผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ 4. ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ร่วมกับศาสตร์อื่นในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติ (Lab-based Learning) และออกภาคสนาม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning)	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - การนำเสนอรายงานผลการวิเคราะห์
AET3115 อดุณิยมวิทยา เพื่อการวางแผน การเกษตรสิ่งแวดล้อม	1,2,3	3	1. อธิบายหลักการและความรู้พื้นฐานด้านอดุณิยมวิทยาได้อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์กระบวนการและปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสม	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน และกรณีศึกษา - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
			3. ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยาเพื่อจัดการปัญหาสภาพอากาศที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและการเกษตรได้	- กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	
AET3116 วิทยาศาสตร์การดำน้ำเพื่อการสำรวจและวิจัยทางสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	2,3	3	1. ศึกษาหลักการและเทคนิคการดำน้ำ 2. ใช้อุปกรณ์ดำน้ำได้อย่างปลอดภัย	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ
AET3117 การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อการศึกษาเกษตรสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่	2,3	3	1. ใช้ระบบดาวเทียมนำร่องของโลกและแผนที่ดิจิทัลเพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อมได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3118 เทคโนโลยีทำแห้งและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เกษตรเพื่อความยั่งยืน	1,3,4	3	1. หลักการทางอุณหพลศาสตร์และการถ่ายเทความร้อนในกระบวนการทำแห้งผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์แนวทางการควบคุมคุณภาพของผลผลิตเกษตรได้อย่างเหมาะสม 3. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการของวิธีการทำแห้งและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เกษตรเพื่อเพิ่มคุณภาพและอายุการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน และกรณีศึกษา - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET3119 หลักการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	1,2,3	3	1. อธิบายหลักการพื้นฐานของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและบทบาทของปัจจัยต่าง ๆ เช่น ฮอโมน อาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ และสภาวะแวดล้อม 2. เตรียมอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและจัดการระบบปลอดเชื้อในห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง 3. ปฏิบัติเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชขั้นพื้นฐานได้ เช่น การแยกเนื้อเยื่อ การเหนี่ยวนำให้เกิดยอดและราก การอนุบาลต้นกล้า 4. ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการด้วยความรับผิดชอบ มีวินัย และเคารพหลักความปลอดภัยทางชีวภาพ	1. การบรรยายแบบมีส่วนร่วม (Interactive Lecture) โดยใช้สื่อภาพ วิดีโอ และการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดและทำความเข้าใจแนวคิดพื้นฐาน 2. การสาธิตและฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ (Demonstration & Lab Practice) โดยให้นักศึกษาฝึกเตรียมอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ การทำงานในตู้ปลอดเชื้อ การฆ่าเนื้อเยื่อ การชกน้ายอด/ราก และการอนุบาลต้นกล้า 3. การอภิปรายกลุ่ม (Group Discussion) โดยวิเคราะห์วรรณกรรมหรือบทความวิจัย	1. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (Pre/Post Test) 2. ข้อสอบกลางภาค/ปลายภาค (Written Exam) 3. โครงการกลุ่ม (Group Project) 4. การประเมินผลการสื่อสารและการทำงานเป็นทีม (Soft Skills Assessment)

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
				เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในพืชเศรษฐกิจ พืชสมุนไพร หรือพืชป่าไม้ 4. การเรียนรู้โดยการสะท้อนคิด (Reflective Learning) โดยให้นักศึกษาเขียน reflection หลังจากปฏิบัติหรือทำโครงการ เพื่อประเมินความก้าวหน้าและจุดที่ควรปรับปรุง	
AET3120 เทคโนโลยีการจัดการดิน และปุ๋ย	1,2,3	3	1. อธิบายหลักการและคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน รวมถึงบทบาทของดินต่อการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์และประเมินสภาพดินด้วยวิธีการตรวจวิเคราะห์ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสม 3. ออกแบบแผนการจัดการดินและปุ๋ยในระบบเกษตรกรรมที่ยั่งยืน และเลือกใช้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1. การบรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture) โดยนำเสนอเนื้อหาเชิงทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน พร้อมใช้คำถามกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วม 2. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) โดยให้นักศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการจัดการดินและปุ๋ยในสถานการณ์จริง เช่น ปัญหาดินเสื่อมโทรมหรือการใช้ปุ๋ยไม่เหมาะสม 3. การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ (Hands-on Practice) โดยฝึกปฏิบัติการเก็บตัวอย่างดิน การวิเคราะห์ดินเบื้องต้น และการเตรียมปุ๋ย 4. การสืบค้นและนำเสนอข้อมูล (Inquiry-Based Learning) มอบหมายงานค้นคว้าข้อมูลเทคโนโลยีใหม่ ๆ ด้านดินและปุ๋ย พร้อมนำเสนอในชั้นเรียน	1. การประเมินความรู้ (Knowledge Assessment) โดยใช้ข้อสอบกลางภาคและปลายภาค และแบบทดสอบย่อย (Quiz) 2. การประเมินทักษะปฏิบัติ (Practical Skills Assessment) 3. การประเมินการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (Communication & Collaboration Assessment)
AET3121 การส่งเสริมและสื่อสาร การเกษตร	1,2,3,5	3	1. อธิบายความหมาย ความสำคัญ และหลักการของการส่งเสริมการเกษตรได้ 2. อธิบายและประยุกต์ใช้วิธีการส่งเสริมการเกษตรในบริบทต่าง ๆ ได้ 3. วิเคราะห์และวางแผนการสื่อสารเพื่อการส่งเสริมการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4. เข้าใจบทบาทของการส่งเสริมพลังกลุ่ม และการพัฒนาเกษตรกรในชุมชน 5. สามารถระบุและวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมการเกษตร พร้อมเสนอแนวทางแก้ไขได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติ (Lab-based Learning) - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - กิจกรรมกลุ่มและการนำเสนอรายงานผลการวิเคราะห์ - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
AET3122 การจัดการโลจิสติกส์ และห่วงโซ่อุปทาน การเกษตร	1,2,3	3	1. อธิบายหลักการและความสำคัญของโลจิสติกส์ใน ภาคธุรกิจเกษตรได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถวิเคราะห์และจัดทำแผนการจัดการโลจิสติกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3. สามารถเปรียบเทียบแนวทางการจัดการคลังสินค้า และการขนส่งในบริบทของธุรกิจเกษตรได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - เรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) และการทำงานเป็นกลุ่ม - กรณีศึกษา (Case-based Learning) และอภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน และกรณีศึกษา - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
AET3123 การผลิตสินค้าเกษตร ปลอดภัยและเป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อม	1,3,4	3	1. อธิบายหลักการ แนวคิด และมาตรฐานต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย เช่น GAP, Organic และมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร 2. วิเคราะห์กระบวนการผลิตทางการเกษตรในแต่ละ ขั้นตอน และระบุจุดเสี่ยงที่อาจมีผลต่อความปลอดภัย ของสินค้าเกษตร 3. ออกแบบระบบหรือแผนการผลิตสินค้าเกษตรที่ สอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยและเป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม	1. การบรรยายแบบมีส่วนร่วม (Interactive Lecture) โดยใช้สื่อประกอบการสอน เช่น แผนภูมิ วิดีโอกรณีศึกษา และถาม-ตอบ เพื่อกระตุ้นการคิดและความเข้าใจ 2. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ให้นักศึกษาแก้ปัญหาจริง 3. การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ (Hands-on/Practical Learning) โดยปฏิบัติในแปลงเกษตรหรือโรงเรือน ทดลองใช้มาตรการควบคุมคุณภาพ และฝึกจัดทำบันทึกการตรวจสอบย้อนกลับ 4. การอภิปรายกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Group Discussion & Peer Learning)	1. การประเมินความรู้ (Knowledge-Based Assessment) 2. การประเมินทักษะปฏิบัติ (Performance-Based Assessment) 3. การประเมินโครงงาน (Project-Based Assessment) 4. การประเมินคุณลักษณะ (Affective Domain Assessment)
AET3124 การประเมินวัฏจักรชีวิต ของระบบการผลิตทาง เกษตรและสิ่งแวดล้อม	3	3	1. อธิบายแนวคิด หลักการ และขั้นตอนของการ ประเมินวัฏจักรชีวิตในระบบการผลิตทางเกษตรและ สิ่งแวดล้อมได้ 2. เลือกใช้ซอฟต์แวร์เกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรชีวิต สำหรับการเก็บข้อมูล การคำนวณ และการแปลผลได้ 3. ออกแบบกรอบการประเมินวัฏจักรชีวิตของ ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการในระบบเกษตรสิ่งแวดล้อม	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม - ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
AET3125 การประเมินคาร์บอนใน ระบบเกษตรและ สิ่งแวดล้อม	3	3	1. อธิบายหลักการ และองค์ประกอบของวัฏจักรและ การประเมินคาร์บอนในภาคเกษตรและสิ่งแวดล้อมได้ 2. ใช้เครื่องมือและวิเคราะห์การกักเก็บคาร์บอนตาม มาตรฐานสากลได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน

รายวิชา	PLOs	YLOs	CLOs	กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ (กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน)	กลยุทธ์การวัดผลประเมินผล
			3. ออกแบบกระบวนการจัดเก็บข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และผลิตภัณฑ์ได้	- ระดมความคิดร่วมกันในการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อมูล	
AET4104 การประเมินความเสี่ยง ด้านสิ่งแวดล้อม	4	4	1. อธิบายกระบวนการและหลักการในการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม 2. วิเคราะห์ความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม 3. อธิบายการป้องกันและการบรรเทาความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมได้	- บรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วม - อภิปรายกลุ่ม	- การสอบข้อเขียน - นำเสนอรายงานในชั้นเรียน
หมวดวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจศึกษา					
AET4201 การเตรียมฝึก ประสบการณ์วิชาชีพ เทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม	1,3,5	4	1. เข้าร่วมกิจกรรมเตรียมความพร้อมก่อนออกฝึกประสบการณ์ 2. แสดงออกถึงความพร้อมทางด้านความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับอาชีพก่อนออกฝึกประสบการณ์	- จำลองสถานการณ์ - การใช้บทบาทสมมติ - ระดมความคิดเห็น - การบูรณาการกับการทำงาน	- นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - อภิปราย - สังเกตพฤติกรรม
AET4202 การฝึกประสบการณ์ วิชาชีพเทคโนโลยีเกษตร สิ่งแวดล้อม	2,3,4,5	4	1. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายในหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนที่ได้รับความเห็นชอบจากโปรแกรมวิชาได้ 2. ดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมประสบการณ์วิชาชีพร่วมกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนอย่างน้อย 1 โครงการ 3. สร้างรายงานแสดงผลสรุปการดำเนินโครงการหรือกิจกรรม 4. แสดงออกถึงการมีทัศนคติและค่านิยมที่ดีในการทำงาน 5. แสดงออกถึงการประพฤติตนและการยอมรับกฎเกณฑ์ของวัฒนธรรมองค์กรของสถานที่ฝึกประสบการณ์	- ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - การจัดโครงการหรือกิจกรรม - การบูรณาการกับการทำงาน	- นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - สังเกตพฤติกรรม
AET4203 สหกิจศึกษา	1,2,3,4,5	4	1. ปฏิบัติงานในหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนในลักษณะพนักงานชั่วคราวตามโครงการที่ได้รับมอบหมายได้ 2. สร้างรายงานแสดงผลงาน 3. นำเสนอผลงาน	- ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ - การจัดโครงการหรือกิจกรรม - การบูรณาการกับการทำงาน	- นำเสนอรายงานในชั้นเรียน - สังเกตพฤติกรรม

