แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ (Full Proposal)
งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF)
ชื่อหน่วยงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้แผนงาน

ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการจัดการของเสียและเศษเหลือทางการเกษตร (Carbon neutrality and management of agricultural waste and residues)

2. ชื่อโครงการวิจัย

การพัฒนาไบโอโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

Development of bio-oasis from agricultural waste

3. ชื่อโครงการวิจัยย่อยภายใต้โครงการวิจัย (หากมี)

ลำดับ	ชื่อโครงการย่อย	งบประมาณ (บาท)	หัวหน้าโครงการย่อย

4. ลักษณะโครงการวิจัย

✓ โครงการใหม่ ที่เริ่มดำเนินการในปีที่เสนอขอ ดำเนินงาน 2 ปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการ 994,042 บาท

ปีงบประมาณ 2569 งบประมาณ 496,500 บาท

ปีงบประมาณ 2570 งบประมาณ 498,000 บาท

ปีงบประมาณ .... งบประมาณ ....บาท

○ โครงการต่อเนื่อง จากปีงบประมาณที่ผ่านมา ดำเนินงาน ....ปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการ ....บาท

ใส่รหัสข้อเสนอโครงการต่อเนื่อง.........................(ระบบดึงข้อมูลมาให้ :นักวิจัยสามารถปรับแก้ข้อมูลได้)

เริ่มรับงบประมาณปี........... (กรอกปีงบประมาณที่เริ่มดำเนินงาน)

ปีงบประมาณ .... งบประมาณ ....บาท

ปีงบประมาณ .... งบประมาณ ....บาท

ปีงบประมาณ .... งบประมาณ ....บาท

○ โครงการต่อเนื่องที่มีข้อผูกพันสัญญา* ดำเนินงาน ....ปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการ ....บาท

ใส่รหัสข้อเสนอโครงการต่อเนื่อง.........................(ระบบดึงข้อมูลมาให้ :นักวิจัยสามารถปรับแก้ข้อมูลได้)

เริ่มรับงบประมาณปี........... (กรอกปีงบประมาณที่เริ่มดำเนินงาน)

ปีงบประมาณ .... งบประมาณ ....บาท

ปีงบประมาณ .... งบประมาณ ....บาท

หมายเหตุ : *โครงการต่อเนื่องที่มีข้อผูกพันสัญญา หมายถึง ข้อผูกพันสัญญาที่ดำเนินการตามมติ ครม. หรือดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานต่างประเทศ

ผลการดำเนินที่ผ่านมา (กรณีที่เป็นโครงการต่อเนื่อง)

ปีงบประมาณ	ผลการดำเนินงานเทียบกับแผนที่ตั้งไว้ (%)	งบประมาณที่ได้รับจัดสรร (บาท)	งบประมาณที่ใช้จริง (บาท)	สัดส่วนงบประมาณที่ใช้จริง (%)

สรุปผลการดำเนินงานที่ผ่านมา โดยอธิบายกิจกรรมที่ได้ดำเนินการแล้ว และผลผลิตที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

....

....

5. โครงการยื่นเสนอขอรับทุนจากหน่วยงานอื่นหรือไม่

✓ ไม่ยื่นเสนอ O ยื่นเสนอ ระบุหน่วยงาน.....................

6. คำสำคัญ (Keywords) (กำหนดไม่เกิน 5 คำ)

ไบโอโอเอซิส	ไฮโดรเจล	โฟมโอเอซิส	วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	การจัดการขยะ
Bio-Oasis	Hydrogel	Foam Oasis	Agricultural waste	Waste management

7. สาขาการวิจัย (เลือกจากฐานข้อมูลในระบบ)

สาขาการวิจัยหลัก OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) วิศวกรรมโลหการและวัสดุ

สาขาการวิจัยย่อย OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

8. ISCED **(International Standard Classification Of Education)**

ISCED Broad field 07 Engineering, manufacturing and construction

ISCED Narrow field 072 Manufacturing and processing

ISCED Detailed field 0722Materials (glass, paper, plastic and wood)

9. รายละเอียดของคณะผู้วิจัย (ใช้ฐานข้อมูลจากระบบสารสนเทศกลางเพื่อบริหารงานวิจัยของประเทศ) ประกอบด้วย

ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการดำเนินโครงการวิจัย
อ.ดร.เนตราพร ด้วงสง	หลักสูตรนวัตกรรมวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์	หัวหน้าโครงการ	45
ผศ.ดร.มุจลินทร์ ผลจันทร์	หลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	ผู้ร่วมโครงการ	25
ผศ.ดร.เรวดี วงศ์มณีรุ่ง	หลักสูตรนวัตกรรมวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์	ผู้ร่วมโครงการ	20
ผศ.ดร.ปราณรวีร์ สุขันธ์	หลักสูตรนวัตกรรมวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์	ผู้ร่วมโครงการ	10

ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการวิจัย

1. บทสรุปข้อเสนอโครงการ (ไม่เกิน 3000 คำ)

ปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทยประมาณร้อยละ 54 มีสาเหตุมาจากการเผาในที่โล่ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเผาเพื่อกำจัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2565 รายงานว่าจังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด (ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง) 671,043 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 398,492 ตัน อ้างอิงจากค่าสัดส่วนเศษฟางข้าวที่เกิดขึ้นต่อผลผลิตข้าว (Residue to Product Ratio, RPR) เท่ากับ 0.49 แสดงให้เห็นว่าจะมีปริมาณฟางข้าวกว่า 195,000 ตัน เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนหนึ่งจะมีผู้มารับซื้อเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ยหมัก วัสดุเพาะเห็ด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ส่วนที่ยังเหลือส่วนใหญ่จะถูกกำจัดโดยการเผา โดยพบว่าการเผาเศษฟางข้าวเพื่อจัดการพื้นที่เกษตรในพื้นที่ 1 ไร่ จะเกิดฝุ่นละออง PM 2.5, PM 10 และก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 4.18, 4.61 และ 446.11 กิโลกรัม ตามลำดับ นั่นคือ หากสามารถลดปริมาณฟางข้าวเหลือทิ้งซึ่งเป็นเชื้อเพลิงการเผาได้ ก็จะสามารถลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมลงได้

จังหวัดเชียงใหม่ เป็นแหล่งใหญ่ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับส่งขายสู่ตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทำให้ตลาด/ร้านดอกไม้กระจายตัวอยู่ทั่วเมืองเชียงใหม่ อีกทั้งในพื้นที่ยังมีการส่งเสริมกิจกรรมเชิงท่องเที่ยว เช่น มหกรรมไม้ดอกไม้ประดับประจำปี การขยายตัวของธุรกิจฟาร์มดอกไม้แบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ได้รับความนิยมอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา สำหรับธุรกิจร้านดอกไม้ นอกจากจะขายดอกไม้สดแล้ว มักมีบริการรับจัดดอกไม้ในหลากหลายโอกาสที่มีการใช้ “โฟมปักดอกไม้ (Floral foam)” หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า “โฟมโอเอซิส (Foam oasis)” เพื่อถนอมความสดของดอกไม้ ให้ความชุ่มชื่นและรักษาดอกไม้ให้คงอยู่ได้ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น โฟมโอเอซิสที่ขายตามท้องตลาดเป็นสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย จีน และอเมริกา เป็นต้น ทำมาจากพลาสติกสังเคราะห์ชนิดฟีนอล ฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol formaldehyde) สมบัติเด่น คือ โฟมจะไม่ละลายน้ำแต่สามารถกักเก็บน้ำได้ประมาณ 50 เท่าของน้ำหนักตัว แต่ด้วยลักษณะของโฟมที่เป็นรูพรุน เนื้อละเอียดและบอบบางสามารถแตกออกจากกันได้ง่าย หลังการใช้งานจะอุ้มน้ำได้น้อยลง ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก และไม่สามารถย่อยสลายได้ การกำจัดโดยทั่วไป เช่น การฝังกลบ ทำให้เนื้อโฟมที่หลุดออกมากลายเป็นไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม หากทำการเผา ก่อให้เกิดมลพิษและเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่ามีการนำวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรหรือเศษใบไม้ต่างๆ เช่น ผักตบชวา เส้นใยมะพร้าว ฟางข้าว กาบกล้วย ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก้อนโอเอซิสได้ แต่การศึกษายังจำกัดอยู่ในเรื่องของการเลือกใช้วัตถุดิบ โดยสมบัติและประสิทธิภาพที่ยังไม่สามารถทดแทนโฟมโอเอซิสตามท้องตลาดได้ อีกทั้งในปัจจุบันยังไม่ปรากฏก้อนโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรวางขายในเชิงพาณิชย์

จากองค์ความรู้ของทีมผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลากหลายประเภท เช่น ก้อนปลูกจากเส้นใยทะลายปาล์ม/ขุยมะพร้าว วัสดุไฮโดรเจลคอมพอสิตจากฟางข้าวสำหรับประยุกต์ใช้งานด้านการเกษตร แผ่นเจลมาส์กตาจากเปลือกทุเรียน เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยก่อนหน้านี้ การเพิ่มสมบัติเชิงหน้าที่ให้แก่ก้อนโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ เช่น ความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ได้นาน จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้เทียบเคียงกับโฟมโอเอซิสทางการค้ามากขึ้น อีกทั้งยังสร้างความแตกต่างและเพิ่มโอกาสในการต่อยอดเชิงพาณิชย์ ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงนำจุดเด่นของไฮโดรเจลมาผนวกรวมกับฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทาง

การเกษตรที่มีมากในพื้นที่ คาดว่าจะได้ก้อนโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือเรียกว่า **“ไบโอโอเอซิส (Bio-oasis)”** ที่มีความแข็งแรง คงรูป และมีสมบัติด้านการดูดซับและอุ้มน้ำได้ดี

โครงการวิจัยนี้มีการวางแผนการดำเนินงานไว้ 2 ปี ดังนี้ **ปีที่ 1 เป็นการพัฒนาต้นแบบไบโอโอเอซิสที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การวิเคราะห์สมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า รวมถึงการสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง เช่น ผู้ประกอบการธุรกิจค้าดอกไม้ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่** และในส่วนของ**ปีที่ 2 เป็นการนำต้นแบบไบโอโอเอซิสไปทดลองใช้งานจริงในระดับภาคสนามโดยผู้ประกอบการร้านดอกไม้ การวิเคราะห์ความพึงพอใจและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ต้นแบบของผู้ใช้งาน รวมถึงการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการย่อยสลายทางชีวภาพหลังการใช้งานเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า**

กล่าวได้ว่าโครงการวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการจัดการขยะเหลือศูนย์ (Zero waste management) ตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) เพื่อส่งเสริมวิถีชีวิตชุมชนคาร์บอนต่ำ เริ่มจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือลดปริมาณคาร์บอนจากการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยเปล่าประโยชน์ โดยนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต้นแบบไบโอโอเอซิสที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทดแทนการใช้พลาสติก ซึ่งสามารถลดปริมาณขยะพลาสติกและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในคราวเดียว รวมถึงการออกแบบกิจกรรมให้เกิดความร่วมมือระหว่างผู้วิจัยกับกลุ่มผู้ประกอบการร้านดอกไม้ในชุมชน อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม สร้างค่านิยมและสนับสนุนให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างโอกาสต่อยอดเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. หลักการและเหตุผล/ปัญหา/โจทย์การวิจัย

จากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2565 รายงานว่าจังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด (ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง) 671,043 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 398,492 ตัน อ้างอิงจากค่าสัดส่วนเศษฟางข้าวที่เกิดขึ้นต่อผลผลิตข้าว (Residue to Product Ratio, RPR) เท่ากับ 0.49 แสดงให้เห็นว่าจะมีปริมาณฟางข้าวกว่า 195,000 ตัน เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนหนึ่งจะมีผู้มารับซื้อเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ยหมัก วัสดุเพาะเห็ด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ส่วนที่ยังเหลือส่วนใหญ่จะถูกกำจัดโดยการเผาในพื้นที่โล่งเพื่อเตรียมที่ดินสำหรับการปลูกพืชในรอบถัดไป การเผาในที่โล่งส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกเสื่อมโทรม เผาผลาญอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดิน ทำลายโครงสร้างดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช ส่งผลให้เกิดการเสียสมดุลธรรมชาติ ปัญหาภาวะโลกร้อน และส่งผลกระทบอย่างมากต่อสุขภาพของประชาชน ยกตัวอย่าง การเผาเศษฟางข้าวเพื่อจัดการพื้นที่เกษตรในพื้นที่ 1 ไร่ จะเกิดฝุ่นละออง PM 2.5, PM 10 และก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 4.18, 4.61 และ 446.11 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีในการติดตามตรวจสอบมลพิษทางอากาศ การย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยจุลินทรีย์ การเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การพัฒนาเครื่องจักรสำหรับจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การสนับสนุนการปลูกพืชเหลื่อมฤดู การจัดการไฟป่าด้วยการใช้หลักวิชาการในการควบคุมปริมาณชีวมวลในพื้นที่ป่า เป็นต้น

สำหรับโครงการวิจัยนี้ ได้เลือกใช้แนวทางการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรประเภทฟางข้าวโดยนำมาเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทดแทนการใช้พลาสติก ส่งเสริมวิถีชุมชนคาร์บอนต่ำผ่านกลไกการ “ลด” การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและการใช้พลาสติกสังเคราะห์

ฟางข้าว เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ร้อยละ 38-40, 27-33 และ 12-14 ตามลำดับ โดยฟางข้าวเป็นหนึ่งในวัตถุดิบที่ได้รับความสนใจอย่างมากเพื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีจุดเด่นที่มาจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถทดแทนใหม่ได้ (Renewable resources) และมีสมบัติย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradability) ในกระบวนการผลิต อาจใช้ฟางข้าวโดยตรงผสมกับกาวและอัดขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ เช่น แผงไข่ กระถางต้นไม้ ที่รองแก้ว หรืออาจนำฟางข้าวไปผ่านกระบวนการทางเคมี/ทางกล เพื่อใช้ประโยชน์ในรูปของเยื่อหรือเส้นใย เช่น ภาชนะ กล่องบรรจุภัณฑ์ วัสดุดูดซับเสียง วัสดุตกแต่งอาคาร นอกจากนี้เนื่องจากฟางข้าวมีปริมาณเซลลูโลสคุณภาพสูงหรือแอลฟาเซลลูโลส (Alpha cellulose) ทำให้ฟางข้าวเป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีประสิทธิภาพในการนำไปสังเคราะห์เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลส เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose; CMC)

จังหวัดเชียงใหม่ เป็นแหล่งใหญ่ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับส่งขายสู่ตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีพื้นที่ปลูกดอกไม้เมืองหนาวเกือบจะทุกสายพันธุ์ ทั้งกุหลาบ คาร์เนชัน ดาวเรือง เบญจมาส กล้วยไม้ คัทลียา ไม้ตัดดอกเมืองร้อน เป็นต้น อีกทั้งเชียงใหม่มีมหกรรมไม้ดอกไม้ประดับที่จัดเป็นประจำทุกปี และมีการขยายตัวอย่างก้าวกระโดดของฟาร์มดอกไม้ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาโดยมีการปรับตัวเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรนอกเหนือจากการปลูกเพื่อส่งขายให้แก่ธุรกิจร้านดอกไม้ที่กระจายตัวอยู่ทั่วเมืองเชียงใหม่ ร้านดอกไม้นอกจากจะขายดอกไม้สดแล้วมักมีบริการรับจัดดอกไม้ในหลากหลายโอกาส เช่น งานแต่งงาน งานศพ งานฉลองต่างๆ ในการจัดดอกไม้จะมีการใช้ **“โฟมปักดอกไม้ (Floral foam)”** หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า **“โฟมโอเอซิส”** เพื่อถนอมความสดของดอกไม้ ให้ความชุ่มชื่นและรักษาดอกไม้ให้คงอยู่ได้ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น โฟมโอเอซิสที่ขายตามท้องตลาดเป็นสินค้านำเข้าจากประเทศต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย จีน และอเมริกา เป็นต้น ทำมาจากพลาสติกสังเคราะห์ชนิดฟีนอล ฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol formaldehyde) เมื่ออยู่ในรูปโฟมจะไม่ละลายน้ำแต่สามารถกักเก็บน้ำได้ถึง 50 เท่าของน้ำหนักตัว และด้วยลักษณะที่เป็นโฟม มีรูพรุน เนื้อละเอียดและบอบบาง เมื่อแตกออกจากกันแล้วจะอุ้มน้ำได้น้อย ทำให้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ อีกทั้งเนื้อโฟมที่หลุดออกมาจะกลายเป็นไมโครพลาสติกปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย นอกจากนี้โฟมฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์จัดเป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมเซ็ท (Thermosets) จึงไม่สามารถนำกลับมารีไซเคิล และไม่สามารถย่อยสลายได้ การกำจัดด้วยการฝังกลบ ทำให้เนื้อโฟมที่หลุดออกมากลายเป็นไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม หากใช้วิธีการเผา จะก่อให้เกิดมลพิษและเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจและเป็นสารก่อมะเร็งอีกด้วย

องค์ประกอบและคุณสมบัติของโฟมโอเอซิสทางการค้า

1. องค์ประกอบของสารเคมีที่ใช้ในการผลิตโอเอซิส (Smithers-Oasis North America, 2009)
   - Acid catalysts (CAS no. -) : 8-12%
   - Barium sulfate (CAS no.7727-43-7) : 2-3%

- Heptane (CAS no.142-82-5) : < 1.5%

- Formaldehyde (CAS no.50-00-0) : < 0.15%

- Other components, if any, are not hazardous or hazardous components are present at less than 1%

- (0.1% for carcinogens)

2. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (วิทวัส ปงใฝ่, 2564)

- ลักษณะทางกายภาพ : เป็นโฟมพลาสติก ของแข็ง รูปทรงต่างๆ มีสีเขียว ไม่มีกลิ่น
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง : pH 3.0 ใน 5% ของสารละลาย
- ความสามารถในการละลายน้ำ : ไม่ละลายในน้ำ น้ำจะแทรกซึมเข้าไปในช่องว่างของโฟมจนอิ่มตัว
- ความเร็วในการดูดซับน้ำ : 60 วินาที
- ความคงตัวทางเคมี : มีความคงตัว
- ความไวไฟ : เผาไหม้ได้
- ความหนาแน่น : 0.025 – 0.031 g/cm^3
- สารที่เกิดจากการเผาไหม้ผลิตภัณฑ์ : ควัน ออกไซด์ของคาร์บอน ฟอร์มาลดีไฮด์ ฟีนอล ครีซอล ไซลีนอล ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ในปัจจุบัน มีการผลิตไบโอโอเอซิสหรือโฟมปักดอกไม้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติทางการค้าจากเศษดอกไม้ ซึ่งเป็นตัวเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมกว่ามาก แต่ไม่เป็นที่นิยมเพราะหาซื้อได้ยาก มีราคาสูง เนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ สำหรับประเทศไทย มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กาบกล้วย ขุยมะพร้าว ผักตบชวา เปลือกส้มโอ ขี้เลื่อย ฟางข้าว เป็นต้น มาพัฒนาเป็นไบโอโอเอซิสเช่นเดียวกัน แต่การศึกษายังจำกัดอยู่ในเรื่องของการเลือกใช้วัตถุดิบ โดยสมบัติและประสิทธิภาพที่ยังไม่สามารถทดแทนโฟมโอเอซิสตามท้องตลาดได้ อีกทั้งในปัจจุบันยังไม่ปรากฏโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรวางขายในเชิงพาณิชย์

ในปี 2563 ทีมผู้วิจัยด้านวัสดุศาสตร์ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) จากโครงการ “การเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้จากทุเรียนเป็นสารสกัดเชิงหน้าที่เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เวชสำอางและวัสดุภัณฑ์” ภายใต้โครงการย่อยการผลิตแผ่นเจลมาส์คหน้าจากเปลือกทุเรียน ซึ่งได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตและใช้งานแผ่นมาส์คหน้าจากไฮโดรเจลจากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose; CMC) ที่สังเคราะห์จากเปลือกทุเรียน โดยไฮโดรเจล เป็นพอลิเมอร์ชอบน้ำ ประกอบด้วยสายโซ่โมเลกุลของพอลิเมอร์ที่เชื่อมต่อกันเป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติ (Cross-linking) ทำให้สามารถดูดซับน้ำได้ปริมาณมากสุดถึง 1,000 เท่าของน้ำหนักแห้ง โดยยังคงความแข็งแรง คงสภาพอยู่ได้ และไม่ละลายน้ำ จากสมบัติดังกล่าว จึงได้มองเห็นโอกาสในการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปต่อยอดร่วมกับนวัตกรรมถ่านชีวภาพดัดแปลง (Modified biochar; MB) ของผู้วิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพและสิ่งแวดล้อม โดยนำมาพัฒนาเป็น “วัสดุคอมพอสิตจากถ่านชีวภาพดัดแปลงและไฮโดรเจลสำหรับการใช้งานด้านการเกษตร” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุน Fundamental fund ประจำปีงบประมาณ 2566-2567 ร่วมกันในชุดโครงการเรื่อง “นวัตกรรมถ่านชีวภาพดัดแปลงเพื่อการจัดการซากวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรสำหรับพัฒนาชุมชนเกษตรแบบเศรษฐกิจหมุนเวียน” จากสมบัติเด่นของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสไฮโดร

เจลที่สังเคราะห์จากฟางข้าวที่แสดงความสามารถในการดูดซับน้ำสูง โดยมีร้อยละการบวมตัวในช่วง 4-12 เท่าของน้ำหนักตัว มีความแข็งและคงตัวอยู่ได้ยาวนานกว่า 30 วัน นอกจากนี้ ในปี 2565 ทีมผู้วิจัยยังได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ในโครงการเรื่อง "นวัตกรรมการเพิ่มมูลค่าทะลายปาล์มเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน" โดยได้รับโจทย์จากผู้ประกอบการบริษัท ไทยอีสเทิร์น พัลพ์ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด ในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากเศษทะลายปาล์มเหลือทิ้งจากโรงงาน โดยหนึ่งในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือก้อนปลูกจากเศษทะลายปาล์มที่มีการใช้น้ำยางพาราดัดแปรทำหน้าที่เป็นวัสดุประสานเพื่อทดแทนการใช้กระถาง/ถุงเพาะชำพลาสติก โดยมีจุดเด่นคือ มีความแข็งแรง คงรูปแม้ผ่านการรดน้ำมากกว่า 1 เดือน สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ไม่ต้องใช้ดินในการปลูก อีกทั้งช่วยในการอุ้มน้ำทำให้ลดเวลาในการดูแลรักษาได้

จากองค์ความรู้ในการพัฒนา "วัสดุที่มีสมบัติดูดซับน้ำสูงหรือไฮโดรเจล" และการผลิต "ก้อนปลูกจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร" เมื่อนำมาผนวกกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทฟางข้าวที่ไม่ถูกวิธีและปัญหาขยะจากการใช้โฟมโอเอซิสสำหรับจัดดอกไม้ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ จึงเกิดเป็นแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบไบโอโอเอซิส (Bio-oasis) จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรขึ้น โดยไบโอโอเอซิสจะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) เส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าว (Rice straw cellulose) 2) ไฮโดรเจลจากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC hydrogel) และ 3) วัสดุประสาน (Adhesive) คาดว่าจะได้ ไบโอโอเอซิสที่มีความแข็งแรง คงรูป และมีสมบัติด้านการดูดซับและอุ้มน้ำได้นานขึ้นแตกต่างจากไบโอโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั่วไป และมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดีเป็นไปได้ที่จะใช้ทดแทนโฟมโอเอซิสทางการค้า

เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาการจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวตามแนวทางการจัดการขยะเหลือศูนย์ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) ที่ส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ลดการเกิดของเสียและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมวิถีชุมชนคาร์บอนต่ำ โครงการวิจัยนี้ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ปีต่อเนื่อง ดังนี้ **ปีที่ 1 เป็นการพัฒนาต้นแบบไบโอโอเอซิสที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร การวิเคราะห์สมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า รวมถึงการสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง เช่น ผู้ประกอบการธุรกิจค้าดอกไม้ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่** และในส่วนของปีที่ 2 เป็นการนำต้นแบบไบโอโอเอซิสไปทดลองใช้จริงในระดับภาคสนามโดยกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการร้านดอกไม้ การวิเคราะห์ความพึงพอใจและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ต้นแบบของผู้ใช้งาน ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการย่อยสลายทางชีวภาพหลังการใช้งานเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า

3. วัตถุประสงค์ (ระบุเป็นข้อ)

ปีที่ 1

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ไบโอโอเอซิสจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จำนวน 1 ต้นแบบ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการ
3. เพื่อสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง

ปีที่ 2

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบไบโอโอเอซิสในระดับภาคสนามโดยกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง เช่น ผู้ประกอบการร้านดอกไม้ในชุมชน อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

2. เพื่อวิเคราะห์ความพึงพอใจและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ต้นแบบของผู้ใช้งาน

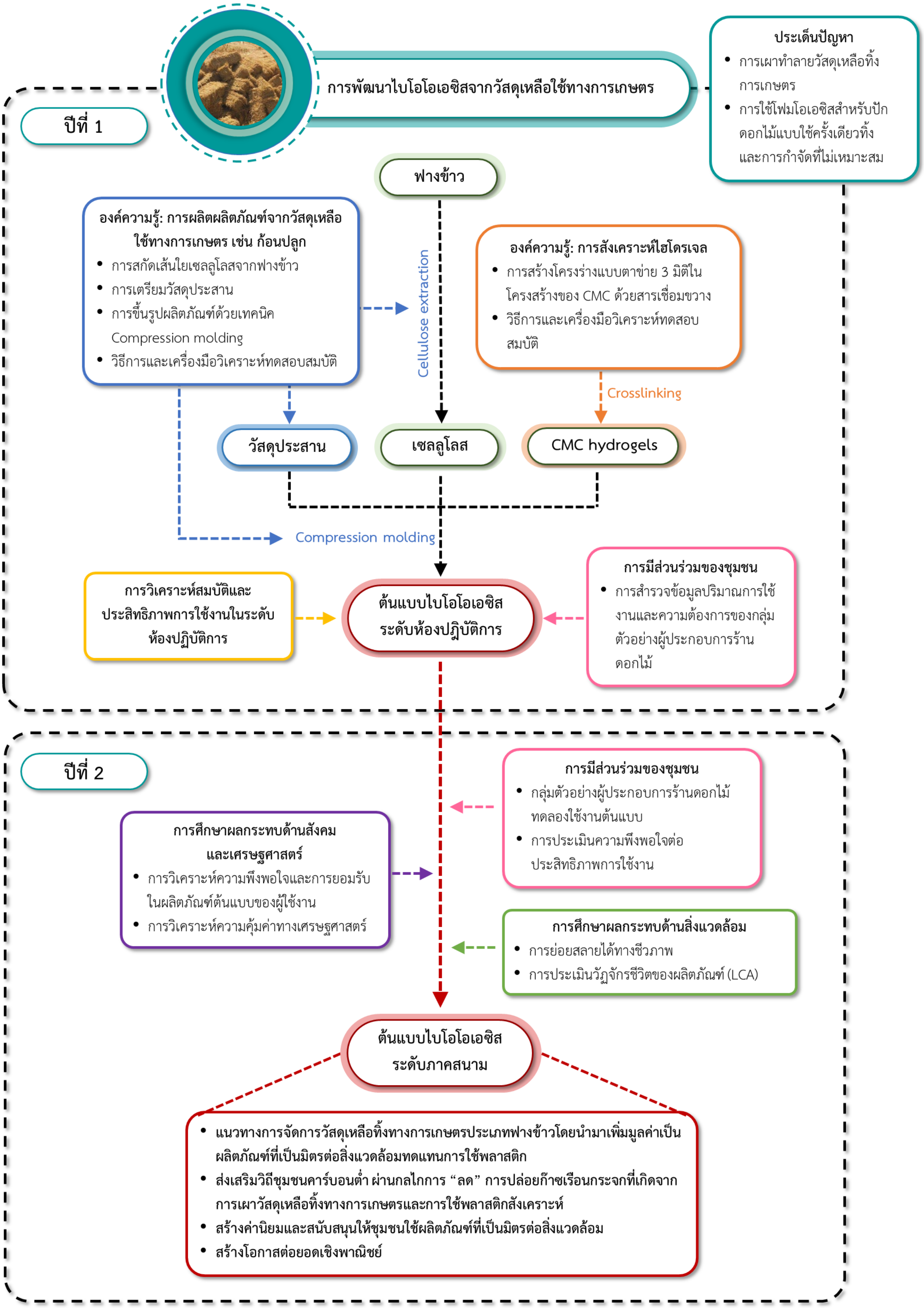
3. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม

4. กรอบการวิจัย/พัฒนา

กรอบแนวคิดการดำเนินงานของโครงการวิจัย ดังรูปที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ปี ดังนี้

ปีที่ 1 เป็นการพัฒนาต้นแบบไบโอโอเอซิสที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรประเภทฟางข้าว การวิเคราะห์สมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า รวมถึงการสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง เช่น ผู้ประกอบการธุรกิจค้าดอกไม้ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

ปีที่ 2 เป็นการนำต้นแบบไบโอโอเอซิสไปทดลองใช้จริงในระดับภาคสนามโดยกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการร้านดอกไม้ การวิเคราะห์ความพึงพอใจและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ต้นแบบของผู้ใช้งาน ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการย่อยสลายทางชีวภาพหลังการใช้งานเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการดำเนินงานของโครงการวิจัย

5. แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานงานวิจัย (ไม่เกิน 3000 คำ)

จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า สามารถนำวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรหรือเศษใบไม้ต่างๆ เช่น ผักตบชวา เส้นใยมะพร้าว ฟางข้าว กาบกล้วย ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอโอเอซิสได้

ตัวอย่างเช่น อุทิศ สุริยา และคณะ (2560) ได้ผลิตโอเอซิสจากกระดาษเหลือใช้ โดยศึกษาถึงประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ประสาน พบว่ากาวแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดีสุด รองลงมา คือกาวแป้งข้าวเหนียวและดินเหนียว และเมื่อศึกษาชนิดของวัสดุที่ดูดซับน้ำได้ดีที่สุด พบว่ากระดาษดูดซับน้ำได้ดีที่สุด รองลงมา คือขุยมะพร้าวและหยวกกล้วย นอกจากนี้ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของ กระดาษ : ขุยมะพร้าว : หยวกกล้วย ที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ดีที่สุด คือ 2 : 1 : 1 นำมาผสมกับกาวแป้งเปียก 30 มิลลิลิตร จากนั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้กับโอเอซิสทั่วไป โดยใช้โอเอซิสขนาด 4 x 4 x 1.5 เซนติเมตร แช่ในน้ำ 5 นาที ชั่งน้ำหนักของโอเอซิสทุกวัน เป็นเวลา 5 วัน พบว่าโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้มีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำได้ใกล้เคียงกับโอเอซิสทั่วไป อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบความสดของดอกกุหลาบ พบว่าโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้รักษาความสดได้ 5 วัน ส่วนโอเอซิสทั่วไปรักษาความสดของดอกกุหลาบได้เป็นเวลา 7 วัน

ราชพล ภูสง่า และคณะ (2561) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติประเภทขี้เลื่อย กาบกล้วย และขุยมะพร้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้ทดแทนโอเอซิสจากโฟมพลาสติกที่มีราคาสูงและย่อยสลายได้ยากก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยพบว่า ขี้เลื่อย กาบกล้วยและขุยมะพร้าว มีคุณสมบัติการดูดซับน้ำได้ดี จึงเลือกนำมาผลิตเป็นโอเอซิส และเมื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยืดอายุดอกไม้พบว่า โอเอซิสจากขี้เลื่อยมีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ยังคงด้อยกว่าโอเอซิสตามท้องตลาด

นันท์นภัส นุชรุ่งเรือง และคณะ (2565) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบโอเอซิสจากวัสดุธรรมชาติในการรักษาความสดของดอกไม้ โดยนำโอเอซิสที่ผลิตจากขุยขี้เลื่อย ชานอ้อย แกลบ มาทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอุ้มน้ำ โดยนำไปแช่ในน้ำ 500 มิลลิลิตร จากนั้นทดลองระยะเวลาความสดของดอกไม้ทุก 3 ชั่วโมง จนกระทั่งครบ 24 ชั่วโมง โดยพบว่า โอเอซิสจากขุยมะพร้าวมีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด 230 มิลลิลิตรและสามารถรักษาความสดได้ 18 ชั่วโมง

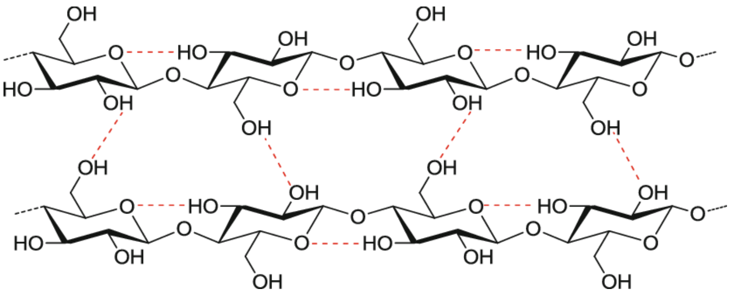
วรวิช เข็มทอง และคณะ (2565) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ประเภทกระดาษ ขุยมะพร้าว หยวกกล้วย และขี้เลื่อย โดยพบว่า โอเอซิสที่เตรียมได้สามารถนำมาใช้เพื่อรักษาความสดของดอกไม้ได้ใกล้เคียงกับโอเอซิสตามท้องตลาดภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

จากตัวอย่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหรือเศษวัสดุอื่นๆ พบว่าการศึกษายังจำกัดอยู่ในเรื่องของการเลือกใช้วัตถุดิบ สมบัติทางกายภาพ โดยประสิทธิภาพอาจยังไม่สามารถทดแทนก้อนโอเอซิสตามท้องตลาดได้ ดังนั้นการเพิ่มสมบัติเชิงหน้าที่ เช่น ความสามารถในการดูดซับไว้ได้นาน จะเป็นการปรับปรุงสมบัติและเพิ่มโอกาสนำไปประยุกต์ใช้งานให้หลากหลายมากขึ้น ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงต้องการนำจุดเด่นของไฮโดรเจลมาผนวกรวมกับองค์ความรู้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเซลลูโลสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ไบโอโอเอซิส ที่มีความแข็งแรง คงรูป และมีสมบัติด้านการดูดซับและอุ้มน้ำได้ดี มีประสิทธิภาพการใช้งานเหนือกว่าโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั่วไปที่เคยมีการศึกษามาก่อนหน้านี้ และสามารถเทียบเคียงได้กับโฟมโอเอซิสทางการค้าเพื่อเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า

ไบโอโอเอซิส (Bio-oasis) คือโอเอซิสที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมผลิตจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับประยุกต์ใช้ในงานปักดอกไม้ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ 1) เส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าว (Rice straw cellulose) ทำหน้าที่เป็นเนื้อหลัก (Matrix) 2. คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสไฮโดรเจล (Carboxymethyl cellulose hydrogel, CMC hydrogel) ทำหน้าที่เป็นวัสดุดูดซับน้ำ และ 3) วัสดุประสาน (Adhesive) ทำหน้าที่เชื่อมประสานทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้ไบโอโอเอซิสมีความแข็งแรง คงตัวได้นาน

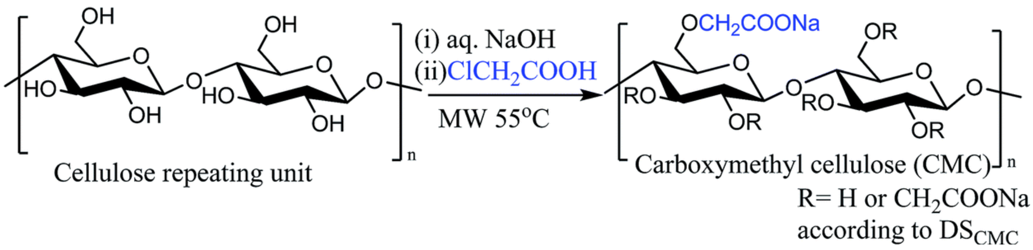
ฟางข้าว เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ร้อยละ 38-40, 27-33 และ 12-14 ตามลำดับ โดยฟางข้าวเป็นหนึ่งในวัตถุดิบที่ได้รับความสนใจอย่างมากในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีจุดเด่นที่มาจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถทดแทนใหม่ได้ (Renewable resources) และมีสมบัติย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradability) ในกระบวนการผลิต อาจใช้ฟางข้าวโดยตรงผสมกับกาวและอัดขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ เช่น แผงไข่ กระถางต้นไม้ ที่รองแก้ว หรืออาจนำฟางข้าวไปผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อใช้ประโยชน์ในรูปของเยื่อหรือเส้นใย เช่น ภาชนะ กล่องบรรจุภัณฑ์ วัสดุดูดซับเสียง วัสดุตกแต่งอาคาร นอกจากนี้ เนื่องจากฟางข้าวมีปริมาณเซลลูโลสคุณภาพสูงหรือแอลฟาเซลลูโลส (Alpha cellulose) ทำให้ฟางข้าวเป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีประสิทธิภาพในการนำไปสังเคราะห์เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลส เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose; CMC)

เซลลูโลสและอนุพันธ์เซลลูโลส ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอาหาร ยา เครื่องสำอาง ผงซักฟอก กระดาษ สิ่งทอ พอลิเมอร์ และน้ำมัน เป็นต้น โดยเซลลูโลส (Cellulose) เป็นส่วนประกอบหลักของผนังเซลล์พืช และเป็นพอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยกลูโคสชนิด β-D-glucose ที่เชื่อมต่อกันเป็นสายโซ่ตรงไม่มีแขนงย่อย ดังรูปที่ 2 โดยประโยชน์ของเส้นใยเซลลูโลสนั้นมีด้วยกันหลายด้าน เช่น สิ่งทอ เครื่องนุ่งห่ม และกระดาษหรือเยื่อกระดาษ ในธรรมชาติจะไม่พบเซลลูโลสอยู่ในรูปอิสระ แต่มักพบร่วมกับลิกนิน เฮมิเซลลูโลส เพนตาโซน (Pentasans) กัม (Gum) แทนนิน (Tannins) ไขมันและสารเกิดสี (Coloring matter) เนื่องจากเซลลูโลสที่มีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากอยู่ในโครงสร้าง ก่อให้เกิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงทั้งภายในและระหว่างสายโซ่โมเลกุล ส่งผลให้ทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความแข็งแรง ที่ไม่ละลายในน้ำ ตัวทำละลายอินทรีย์ หรือสารละลายเบสอ่อน แต่สามารถละลายได้ดีในกรดหรือเบสแก่ สำหรับอนุพันธ์เซลลูโลสนั้นมีหลายชนิด เช่น Carboxymethyl cellulose (CMC), Methyl cellulose (MC) และ Microcrystalline cellulose (MCC) ซึ่ง MCC มีการใช้กันมากในอุตสาหกรรมยา ในขณะที่ CMC มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในเครื่องสำอางและอาหาร



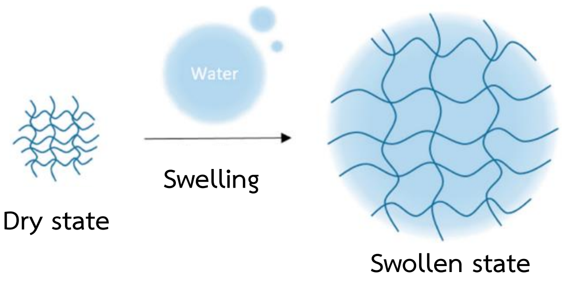
รูปที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของเส้นใยเซลลูโลสและพันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose, CMC) หรือโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethyl cellulose) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) คือพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (Hydrophilic) เกิดจากการแปรหรือปรับปรุงคุณสมบัติของเซลลูโลสซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชให้เกิดการแทนที่โครงสร้างเดิมด้วยหมู่เมทิลและหมู่คาร์บอกซีเมทิลโดยอาศัยปฏิกิริยาคาร์บอกซีเมทิเลชัน (Carboxymethylation) ดังรูปที่ 3 โดยทั่วไปในการเตรียม CMC จะต้องใช้เยื่อเซลลูโลสที่มีปริมาณแอลฟา-เซลลูโลสสูง นอกจากนี้ สามารถใช้วัสดุเกษตรหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเซลลูโลสคุณภาพสูงไม่ว่าจะเป็น ต้นกก ฟางข้าว ซังข้าวโพด กาบมะพร้าว กาบกล้วย กากปาล์ม ใบคะน้า ใบสัปปะรด หญ้านวลจันทร์ เป็นต้น นอกจากนี้ สาร CMC สามารถหาซื้อได้ทั่วไปทั้งแบบ food grade และ chemical grade นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง ยา รวมถึงการใช้งานด้านการเกษตร เช่น การพัฒนาให้อยู่ในรูปของฟิล์มเคลือบผิวผลไม้โดยไม่มีสารพิษตกค้างถึงผู้บริโภค หรือการสังเคราะห์ในรูปของไฮโดรเจลสำหรับใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น



รูปที่ 3 การสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) จากเซลลูโลส (Cellulose)

ไฮโดรเจล (Hydrogel) อยู่ในกลุ่มพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (Hydrophilic polymer) ที่มีโครงสร้างโมเลกุลแบบโครงร่างตาข่าย 3 มิติ (Cross-linked structure) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. การเชื่อมขวางทางเคมี (Chemical cross-linking) ด้วยพันธะโควาเลนต์ เช่น การใช้สารเชื่อมขวาง (Cross-linker) การฉายรังสี การใช้เทคนิคพลาสมา เป็นต้น และ 2. การเชื่อมขวางทางกายภาพ (Physical cross-linking) ด้วยพันธะทุติยภูมิ เช่น พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bonding) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic interaction) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออน (Ionic interaction) เป็นต้น ไฮโดรเจลสามารถดูดซับน้ำได้ปริมาณมากสุดถึง 1,000 เท่าของน้ำหนักแห้ง โดยยังคงความแข็งแรงและคงสภาพอยู่ได้ ซึ่งอาจรู้จักในอีกชื่อหนึ่งว่า พอลิเมอร์ดูดซับน้ำสูง (Superabsorbent polymers, SAPs) สมบัติการดูดซับน้ำของไฮโดรเจลเกิดจากการมีหมู่ฟังก์ชันที่มีสภาพเป็นกรดหรือเบส (Acidic or Basic functional groups) อยู่ในโครงสร้าง เมื่อนำไฮโดรเจลไปแช่น้ำ หมู่ฟังก์ชันเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็นประจุลบหรือบวกขึ้น แรงผลักระหว่างประจุชนิดเดียวกัน (Electrostatic repulsion) ทำให้ไฮโดรเจลบวมตัวและเหนี่ยวนำให้น้ำเข้าสู่โครงร่างตาข่าย เมื่อนำมาใช้งานที่อยู่ในสภาวะที่ไม่มีน้ำ ไฮโดรเจลจะค่อยๆ ปลดปล่อยน้ำและหดตัวกลับคืนสู่สภาพเดิมและสามารถดูดซับน้ำซ้ำได้อีกดังรูปที่ 4 จากสมบัติการดูดซับและกักเก็บน้ำได้ดีนี้ ทำให้มีการนำไฮโดรเจลไปประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย เช่น ด้านการแพทย์ ผลิตเป็นสารนำส่งยา วัสดุปิดปากแผล คอนแทคเลนส์ ด้านสุขอนามัย ผลิตเป็นสารดูดซับในผ้าอ้อมสำเร็จรูปและผ้าอนามัย ด้านสิ่งแวดล้อม ใช้เป็นวัสดุดูดซับโลหะหนัก และด้านการเกษตร ประยุกต์ใช้เป็นวัสดุอุ้มน้ำและแร่ธาตุเพื่อชะลอการถูกชะล้างลงในดินชั้นล่าง ใช้เป็นวัสดุเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และใช้ในรูปของแผ่นฟิล์มสำหรับการเพาะปลูกแบบไม่ใช้ดิน เป็นต้น



รูปที่ 4 พฤติกรรมการดูดซับน้ำของไฮโดรเจล

สำหรับโครงการวิจัยนี้ การเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าว อาศัยกระบวนการสกัดภายใต้สภาะด่างและฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่สภาวะด่างเพื่อกำจัดองค์ประกอบอื่นออก เช่น เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน จะได้เส้นใยเซลลูโลสที่มีสีขาว ละเอียด ในส่วนของการสังเคราะห์ไฮโดรเจล ได้จากการสร้างโครงร่างตาข่าย 3 มิติให้เกิดขึ้นภายในโครงสร้างสายโซ่ของ CMC โดยอาศัยสารเชื่อมขวาง (Crosslinker) จากนั้นทำการกวนผสมเส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าว CMC ไฮโดรเจล และวัสดุประสานจากน้ำยางพาราดัดแปร (Modified natural rubber latex) เข้าด้วยกัน แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นก้อนไบโอโอเอซิสโดยใช้เทคนิคการอัดขึ้นรูป (Compression molding) ภายใต้ความร้อนและแรงดันสูง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำได้ง่ายและไม่ซับซ้อน

ในเบื้องต้นได้ทำการสอบถามผู้ประกอบการร้านดอกไม้ในพื้นที่รอบมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สามารถสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโฟมโอเอซิส ได้ดังนี้

- การใช้งาน	: จัดช่อ แจกัน กระเช้า พวงหรีด พานพุ่ม บายศรี งานแต่ง งานศพ
- เวลาการในใช้งาน	: โดยทั่วไป 3-7 วัน
- ขนาดโอเอซิส	: 23x11x8 cm
- ราคา	: 18-25 บาท/ก้อน หรือ 300 บาท/ลัง/20 ก้อน
- วิธีใช้งาน	: ก่อนการใช้งาน ให้แช่ในน้ำเป็นเวลา 1-5 นาที หลังจากปักดอกไม้แล้วให้รดน้ำทุกวัน ในกรณีที่ไม่รดน้ำ ดอกไม้จะอยู่ได้ 2-3 วัน
- ปริมาณการใช้งาน	: ช่อดอกไม้ แจกัน กระเช้า พานพุ่ม บายศรี ใช้เฉลี่ย ½ - 1 ก้อน
	: งานศพ เฉลี่ย 20-40 ก้อน พวงหรีด ใช้เฉลี่ย 3-5 ก้อน
	: งานแต่งงาน ใช้เฉลี่ย 5 ลังขึ้นไป หรือ มากกว่า 100 ก้อน
- การจัดการหลังใช้งาน	: ไม่สามารถใช้ซ้ำได้ เนื่องจากหากโฟมเป็นรูพรุนหรือแตกออกจากกันแล้วจะอุ้มน้ำได้น้อย เมื่อใช้งานเสร็จ นำไปทิ้งในถังขยะมูลฝอยทั่วไป หรือ ใช้วิธีเผาทำลาย (เช่น ในงานศพ)
- สมบัติสำคัญอื่นๆ	: ดูดซับน้ำได้ดี อุ้มน้ำได้นาน ทำให้ดอกไม้สดได้นาน
	: มีความคงรูป มีความนิ่ม/แข็งที่เหมาะสมให้สามารถปักดอกไม้ได้ง่ายและยึดให้คงอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้

จากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการสอบถามผู้ประกอบการร้านดอกไม้ จะนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาการทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้าต่อไป

6. ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย

ปีที่ 1 การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง

ทำการสุ่มลงพื้นที่สำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริงโดยเน้นกลุ่มผู้ประกอบการร้านดอกไม้ในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ข้อมูลที่ต้องการสำรวจ เช่น ปริมาณการใช้งาน ต้นทุนต่อหน่วย วิธีการใช้งาน วิธีการจัดการโฟมโอเอซิสทางการค้าหลังการใช้งาน จุดเด่น/จุดด้อยของโฟมโอเอซิส ทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาต้นแบบไบโอโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

2.1 การเตรียมเซลลูโลสจากฟางข้าว

โดยนำฟางข้าวไปบดให้มีขนาดเล็กลง ล้างทำความสะอาด แช่ในสารฆ่าเชื้อราชนิดโซเดียมเบนโซเอทเข้มข้น 3% เป็นเวลา 30 นาที นำไปตากจนกระทั่งแห้ง หรืออบที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการสกัดเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose extraction) จากฟางข้าวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 5-20% โดยน้ำหนัก ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักของฟางข้าวต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 1 : 20 กวนตลอดเวลาพร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองเส้นใยเซลลูโลสด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นล้างด้วยน้ำซ้ำหลายครั้ง จนกระทั่ง pH=7 ได้เป็นเส้นใยเซลลูโลสเปียก ต่อมาทำการฟอกขาวเซลลูโลส โดยนำเส้นใยเซลลูโลสแบบเปียกเติมลงในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เข้มข้น 6% โดยน้ำหนัก ที่มีสารละลาย NaOH เข้มข้น 4.5% ผสมอยู่ กำหนดให้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของเซลลูโลสเปียกต่อสารละลาย H_2O_2 เท่ากับ 1 : 20 ทำการกวนพร้อมให้ความร้อนที่ 70 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังสิ้นสุดปฏิกิริยา ทำการกรองเส้นใยเซลลูโลสฟอกขาวด้วยผ้าขาวบางและล้างด้วยน้ำซ้ำหลายครั้ง จนกระทั่ง pH=7 นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 °C ประมาณ 12 ชั่วโมง จนกระทั่งแห้งและมีน้ำหนักคงที่ แล้วจึงนำไปปั่นละเอียดเพื่อให้แตกตัวเป็นเส้นใยเดี่ยว ศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้น NaOH ต่อสมบัติและองค์ประกอบของเส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าว เช่น องค์ประกอบทางเคมี ร้อยละผลได้ สัณฐานวิทยา ขนาดเส้นใย ปริมาณเซลลูโลส ลิกนิน และเถ้า เป็นต้น

2.2 การเตรียมไฮโดรเจล

โดยทำละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ทางการค้าในน้ำ ที่ความเข้มข้น 3%โดยน้ำหนัก ให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C พร้อมกวนตลอดเวลาจนกระทั่ง CMC ละลายหมด เติมสารเสริม เช่น สารเชื่อมขวางทางเคมี (Crosslinker, XL) ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักของ XL : CMC เท่ากับ 0.1-0.4 : 1 ตามลำดับ พลาสติไซเซอร์ปริมาณ 10%โดยน้ำหนักของ CMC เป็นต้น ทำการกวนอย่างต่อเนื่อง 30 นาที จนกระทั่งมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เทลงในจานเพาะเชื้อ จากนั้นทำการ curing ที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง อบต่อที่อุณหภูมิ 50 °C จนกระทั่งแห้งและมีน้ำหนักคงที่ เก็บในตู้ควบคุมความชื้นเพื่อรอนำไปวิเคราะห์ทดสอบและใช้งานต่อไป ศึกษาอิทธิพลของปริมาณสารเชื่อมขวาง (XL) ที่มีต่อสมบัติของไฮโดรเจล เช่น สัดส่วนเจล อัตราการบวมตัว ความสามารถในการกักเก็บน้ำ เป็นต้น

2.3 การเตรียมไบโอโอเอซิส

นำเซลลูโลสจากฟางข้าวผสมกับไฮโดรเจลที่ปริมาณ 0-20% ของเซลลูโลส จากนั้นเติมสารเสริม เช่น วัสดุประสาน (เช่น น้ำยางพาราดัดแปร) ที่ปริมาณ 0-30% ของเซลลูโลส อัดขึ้นรูปให้มีลักษณะเป็นก้อนขนาด 8x8x8

cm ด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบอัตโนมัติ ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเพื่อให้ได้ชิ้นงานเต็มแม่พิมพ์ มีความหนาแน่น ความพรุนตัวและความแข็งแรงที่เหมาะต่อการนำไปใช้งาน เช่น อัตราส่วนระหว่างเซลลูโลสฟางข้าวไฮโดรเจล และวัสดุประสาน น้ำหนักของของผสมที่ใส่ในแม่พิมพ์ อุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูป (อยู่ในช่วง 80-120 องศาเซลเซียส) เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูป (ขั้นตอน Preheat-Compress-Cooling อยู่ในช่วง 5-60 นาที) เป็นต้น

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบไบโอโอเอซิสในระดับห้องปฏิบัติการ

ทำการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า เช่น ลักษณะทางกายภาพ สัณฐานวิทยา การดูดซับน้ำ ความพรุนตัว ความหนาแน่น การพองตัว ความต้านทานต่อแรงอัด ความต้านทานการตกกระแทก การยืดอายุดอกไม้ ความยาก/ง่ายในการปัก การย่อยสลายทางชีวภาพโดยฝังลงดินระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือน (ระยะสั้น) จากนั้นติดตามวิเคราะห์คุณภาพของดินทั้งทางเคมีกายภาพและชีวภาพ

กิจกรรมที่ 4 การวิเคราะห์ผล สรุป รวบรวมและจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์

กิจกรรมที่ 5 การตีพิมพ์ผลงานวิจัย

ปีที่ 2 การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ประชุมชี้แจง และประเมินความพร้อมผู้เข้าร่วมใช้ประโยชน์

ประชุมชี้แจง ประเมินความพร้อมและความเหมาะสมเพื่อคัดเลือกผู้ประกอบการร้านดอกไม้ในพื้นที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ที่ต้องการเข้าร่วมใช้ประโยชน์ไบโอโอเอซิส จำนวน 20 ร้าน

กิจกรรมที่ 2 การผลิตต้นแบบไบโอโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ทำการผลิตต้นแบบไบโอโอเอซิส ขนาด 23x11x8 cm (อ้างอิงขนาดจากโอเอซิสทางการค้า) โดยใช้อัตราส่วนผสมและสภาวะในการขึ้นรูปตามที่ได้ศึกษาไว้ในปีที่ 1 เพื่อนำไปทดลองใช้งานจริงโดยผู้ประกอบการร้านดอกไม้

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบไบโอโอเอซิสในระดับภาคสนามโดยผู้ประกอบการธุรกิจร้านดอกไม้ และการวิเคราะห์ความพึงพอใจและการยอมรับในต้นแบบผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้งาน

ประชุมร่วมกับผู้ใช้งานต้นแบบผลิตภัณฑ์เพื่อติดตามและประเมินผล เช่น ความพึงพอใจและการยอมรับในต้นแบบผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้งาน เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถยืดอายุดอกไม้ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน การมีส่วนร่วมแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

กิจกรรมที่ 4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม

ทำการคำนวณต้นทุนในการผลิตเพื่อเป็นพื้นฐานในการกำหนดราคาขายเปรียบเทียบกับโฟมโอเอซิสทางการค้า การวิเคราะห์ผลกระทบเชิงสังคม รวมทั้งมีการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle analysis, LCA)

กิจกรรมที่ 5 การวิเคราะห์ผล สรุป รวบรวมและจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์

กิจกรรมที่ 6 การตีพิมพ์ผลงานวิจัย

<u>ส่วนที่ 3 แผนการทำงาน</u>

1. แผนการดำเนินงานวิจัย (แสดงแผนการดำเนินงานรายกิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้ ในแต่ละปีงบประมาณ)

ปีงบประมาณ	กิจกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
ปีที่ 1 (2569)	กิจกรรมที่ 1 : การสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง	✓	✓											5
	กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาต้นแบบไบโอโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					50
	กิจกรรมที่ 3 : การศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบไบโอโอเอซิสในระดับห้องปฏิบัติการ							✓	✓	✓	✓			25
	กิจกรรมที่ 4 : การวิเคราะห์ผล สรุป รวบรวมและจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์									✓	✓	✓	✓	10
	กิจกรรมที่ 5 : การตีพิมพ์ผลงานวิจัย									✓	✓	✓	✓	10
ปีที่ 2 (2570)	กิจกรรมที่ 1 : ประชุมชี้แจง และประเมินความพร้อมผู้เข้าร่วมใช้ประโยชน์	✓	✓											10
	กิจกรรมที่ 2 : การผลิตต้นแบบไบโอโอเอซิสจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร		✓	✓	✓	✓								25
	กิจกรรมที่ 3 : การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบไบโอโอเอซิสในระดับภาคสนามโดยผู้ประกอบการฯ					✓	✓	✓	✓					25
	กิจกรรมที่ 4 : การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม							✓	✓	✓	✓			20
	กิจกรรมที่ 5 : การวิเคราะห์ผล สรุป รวบรวมและจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์								✓	✓	✓	✓	✓	10
	กิจกรรมที่ 6 : การตีพิมพ์ผลงานวิจัย								✓	✓	✓	✓	✓	10

หมายเหตุ : ขั้นตอนการจัดทำข้อเสนอโครงการ กิจกรรมให้ระบุเดือนที่คาดว่าจะดำเนินการ กรณีที่โครงการได้รับการอนุมัติ และเข้าสู่ขั้นตอนการนำเข้าโครงการสู่ Ongoing ระบบจะให้ระบุชื่อเดือนที่เริ่มดำเนินงานโครงการ แล้วระบบจะดำเนินการอัพเดทเดือนที่ทั้งหมด ให้อยู่ในรูปแบบ ชื่อเดือน เช่น เริ่มดำเนินโครงการเดือน ตุลาคม 2568 จากตัวอย่าง กิจกรรมที่ 1 จะถูกระบุเป็นเดือนตุลาคม

2. พื้นที่ทำวิจัย : โปรดระบุสถานที่ทำวิจัยจำแนกตามโครงการวิจัยโดยใช้ฐานข้อมูลจากระบบ และเพิ่มเติมชื่อเฉพาะ เช่น ชุมชน หมู่บ้าน

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	เชียงใหม่	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ในประเทศ	เชียงใหม่	อำเภอสันทราย
ต่างประเทศ		

3. พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการวิจัย

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	เชียงใหม่	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ในประเทศ	เชียงใหม่	อำเภอสันทราย
ต่างประเทศ		

4. แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการวิจัย

4.1 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณตลอดโครงการ (กรณีของบประมาณเป็นโครงการต่อเนื่อง ระยะเวลาดำเนินการวิจัยมากกว่า 1 ปี ให้แสดงงบประมาณตลอดแผนการดำเนินงาน) โดยแบ่งเป็นหมวดต่าง ๆ ดังนี้

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	งบประมาณ (บาท)	งบประมาณปีที่ (เป็นงบประมาณของปีงบประมาณ)
งบดำเนินงาน: ค่าจ้าง	ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยวุฒิปริญญาตรี (10 เดือนๆ ละ 13,000 บาท)	**130,000.00**	ปีที่ 1 (2569)
งบดำเนินงาน: ค่าใช้สอย		**151,000.00**	
	ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิตรวจประเมินร่างรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (3 คนๆ ละ 1,500 บาท)	4,500.00	
	ค่าจ้างเหมารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผู้ประกอบการร้านดอกไม้ (1 ครั้ง)	15,000.00	
	ค่าถ่ายเอกสาร (1,500 แผ่นๆ ละ 1 บาท)	1,500.00	
	ค่าจ้างเหมาเตรียมวัตถุดิบฟางข้าว (1 ครั้ง)	10,000.00	
	ค่าจ้างเหมาทำแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปต้นแบบผลิตภัณฑ์ (1 รูปแบบ)	20,000.00	
	ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์ทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานของเซลลูโลสจากฟางข้าว ไฮโดรเจล และไบโอโอเอซิส (20 ตัวอย่างๆ ละ 2,500 บาท)	50,000.00	
	ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์ทดสอบสมบัติการย่อยสลายทางชีวภาพไบโอโอเอซิส (3 ตัวอย่างๆ ละ 5,000 บาท)	15,000.00	
	ค่านำเสนอและตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการ (1 ครั้ง)	30,000.00	
งบดำเนินงาน: ค่าวัสดุ		**210,535.00**	
- วัสดุวิทยาศาสตร์	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 kg (30 แพ็คๆ ละ 85 บาท)	2,550.00	
	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 50% 35 kg (20 ถังๆ ละ 1,000 บาท)	20,000.00	
	กรดซิตริกโมโนไฮเดรต 1 kg (10 ขวดๆ ละ 1,660 บาท)	16,600.00	
	แคลเซียมคลอไรด์ (10 ขวดๆ ละ 1,000 บาท)	10,000.00	
	สารละลายบัฟเฟอร์ เซ็ท 3 ขวด (1 เซ็ทๆ ละ 2,468.00 บาท)	2,468.00	
	โถแก้วดูดความชื้น 300 mm (5 โถๆ ละ 3,800 บาท)	19,000.00	
	Starch soluble (AR grade) 500 กรัม (5 ขวดๆ ละ 1,200 บาท)	6,000.00	
	เอทานอล 95% 18L (5 ถังๆ ละ 1,690 บาท)	8,450.00	
	กลูตาอัลดีไฮด์ 25% 500 ml (5 ขวดๆ ละ 1,000 บาท)	5,000.00	
	ขวดแก้ว Duran 2000 ml (10 ขวดๆ ละ 1,160 บาท)	11,600.00	
	จานเพาะเชื้อ 15x100 mm (30 คู่ๆ ละ 60 บาท)	1,800.00	
	แผ่นเทฟลอน 0.25x1200x1000 mm (5 แผ่นๆ ละ 1,100 บาท)	5,500.00	
	แท่งแม่เหล็กกวนสาร รูปไข่ 64x20 mm (5 อันๆ ละ 820 บาท)	4,100.00	
	แท่งแม่เหล็กกวนสาร 50x8 mm (10 อันๆ ละ 170 บาท)	1,700.00	
	พาราฟิล์ม (1 ม้วนๆ ละ 1,200 บาท)	1,200.00	
	บีกเกอร์ 5L (6 อันๆ ละ 1,750 บาท)	10,500.00	
	สารเคมีสำหรับน้ำยาง (10 ลิตรๆ ละ 625 บาท)	6,250.00	
	พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 500 g (5 ขวดๆ ละ 950 บาท)	4,750.00	
	คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส AR grade 500 g (10 ขวดๆ ละ 3,000 บาท)	30,000.00	
	คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส Food grade 1 kg (40 แพ็คๆ ละ 290 บาท)	11,600.00	
	โซเดียมเบนโซเอท (1 กกๆ ละ 210 บาท)	210.00	

- ค่าวัสดุเกษตร	ฟางข้าวอัดก้อน ก้อนละ 15 กก (10 ก้อนๆ ละ 60 บาท)	600.00	
	สแลนปูพื้น 1x30 m (5 ม้วนๆ ละ 300 บาท)	1500.00	
	น้ำยางพารา (10 กิโลกรัมๆ ละ 250 บาท)	2500.00	
	ดอกไม้ (20 ช่อๆ ละ 100 บาท)	2000.00	
- ค่าวัสดุสำนักงาน	กระดาษ A4 80 แกรม (5 รีมๆ ละ 105 บาท)	525.00	
	ปากกาลูกลื่น กล่องละ 50 ด้าม (2 กล่องๆ ละ 250 บาท)	500.00	
	ไส้แฟ้ม A4 (3 แพ็คๆ ละ 200 บาท)	600.00	
	ปากกาลบคำผิด (5 อันๆ ละ 50 บาท)	250.00	
	ปากกาเคมี 2 หัว (20 อันๆ ละ 25 บาท)	500.00	
	แฟ้มห่วง 2 นิ้ว (3 อันๆ ละ 100 บาท)	300.00	
	แฟ้มพลาสติก (20 อันๆ ละ 20 บาท)	400.00	
	แฟ้มห่วง 3 นิ้ว (3 อันๆ ละ 60 บาท)	180.00	
	ที่เย็บกระดาษ (2 อันๆ ละ 250 บาท)	500.00	
	ลวดเย็บกระดาษ (3 กล่องๆ ละ 60 บาท)	180.00	
	เทปกาว (3 ม้วนๆ ละ 50 บาท)	150.00	
	เมจิก 4 สี (3 ชุดๆ ละ 150 บาท)	450.00	
	ตลับหมึก Brother สีดำ (2 ตลับๆ ละ 2,500 บาท)	5,000.00	
- วัสดุคอมพิวเตอร์	SSD portable 1 TB (1 อันๆ ละ 3,015 บาท)	3,015.00	
- วัสดุอื่นๆ เช่น งานบ้านงานครัว	ถุงดำ ขนาด 26x30 นิ้ว (10 แพ็คๆ ละ 55 บาท)	550.00	
	ถุงดำ ขนาด 36x45 นิ้ว (10 แพ็คๆ ละ 55 บาท)	550.00	
	น้ำยาล้างจาน (6 ขวดๆ ละ 45 บาท)	270.00	
	กระดาษชำระม้วนใหญ่ (5 หีบๆ ละ 722 บาท)	3,610.00	
	กระดาษชำระม้วนเล็ก (2 หีบๆ ละ 1,140 บาท)	2,280.00	
	ถุงมือยาง (3 กล่องๆ ละ 250 บาท)	750.00	
	ถุงซิปล้อค 8x12 ซม. (2 กกๆ ละ 136 บาท)	272.00	
	ถุงซิปล้อค 16x24 ซม. (5 กกๆ ละ 105 บาท)	525.00	
	ถุงซิปล้อค 30x46 ซม. (5 กกๆ ละ 150 บาท)	525.00	
	กล่องพลาสติก มีล้อ 50x69x39.5 ซม. (5 กล่องๆ ละ 555 บาท)	2,775.00	
งบดำเนินงาน: ค่าสาธารณูปโภค	ค่าสาธารณูปโภค เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟ (1 ครั้งๆ ละ 4,964.65 บาท)	**4,965.00**	
	รวมงบประมาณที่เสนอขอ (ปีที่ 1)	**496,500.00**	
งบดำเนินงาน: ค่าจ้าง	ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยวุฒิปริญญาตรี (9 เดือนๆ ละ 13,000 บาท)	**117,000.00**	ปีที่ 2 (2570)
งบดำเนินงาน: ค่าใช้สอย		**221,200.00**	
	ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิตรวจประเมินร่างรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (3 คนๆ ละ 1,500 บาท)	4,500.00	
	ค่าจัดทำเวทีเสวนาระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ (2 ครั้งๆ ละ 5,000 บาท)	10,000.00	
	ค่าอาหารว่างจัดทำเวทีเสวนาระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง (2 ครั้งๆ ละ 50 คนๆ ละ 30 บาท)	3,000.00	
	ค่าอาหารกลางวันจัดทำเวทีเสวนาระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง (2 ครั้งๆ ละ 50 คนๆ ละ 100 บาท)	10,000.00	
	ค่าจ้างเหมารถตู้พร้อมคนขับลงพื้นที่ (6 ครั้งๆ ละ 2,500 บาท)	15,000.00	
	ค่าจ้างเหมาทำโปสเตอร์พร้อมขาตั้ง (1 แผ่นๆ ละ 1,200)	1,200.00	
	ค่าถ่ายเอกสาร (2500 แผ่นๆ ละ 1 บาท)	2,500.00	

	ค่าจ้างเหมาติดตามประสิทธิภาพการใช้งานไบโอโอเอซิสของผู้ประกอบการ (1 ครั้งๆ ละ 10000 บาท)	10,000.00	
	ค่าจ้างเหมาเตรียมวัตถุดิบฟางข้าว (1 ครั้งๆ ละ 15000 บาท)	15,000.00	
	ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งานไบโอโอเอซิส (20 ตัวอย่างๆ ละ 5000 บาท)	100,000.00	
	ค่าจ้างเหมาเก็บข้อมูลการวิเคราะห์เชิงสิ่งแวดล้อม (1 ครั้งๆ ละ 10000 บาท)	10,000.00	
	ค่าจ้างเหมาเก็บข้อมูลการวิเคราะห์เชิงสังคม (1 ครั้งๆ ละ 10000 บาท)	10,000.00	
	ค่านำเสนอและตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการ (1 ครั้ง)	30,000.00	
งบดำเนินงาน: ค่าวัสดุ		**154,820.00**	
- วัสดุวิทยาศาสตร์	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 kg (60 แพ็คๆ ละ 85 บาท)	5,100.00	
	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 50% 35 kg (20 ถังๆ ละ 1,000 บาท)	20,000.00	
	กรดซิตริกโมโนไฮเดรต 1 kg (15 ขวดๆ ละ 1,660 บาท)	24,900.00	
	แคลเซียมคลอไรด์ (5 ขวดๆ ละ 1,000 บาท)	5,000.00	
	Starch soluble (AR grade) 500 กรัม (5 ขวดๆ ละ 1,200 บาท)	6,000.00	
	เอทานอล 95% 18L (5 ถังๆ ละ 1,690 บาท)	8,450.00	
	กลูตาอัลดีไฮด์ 25% 500 ml (3 ขวดๆ ละ 1,000 บาท)	3,000.00	
	สารเคมีสำหรับน้ำยาง (20 ลิตรๆ ละ 625 บาท)	12,500.00	
	พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 500 g (10 ขวดๆ ละ 950 บาท)	9,500.00	
	คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส AR grade 500 g (3 ขวดๆ ละ 3,000 บาท)	9,000.00	
	คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส Food grade 1 kg (10 แพ็คๆ ละ 290 บาท)	2,900.00	
	โซเดียมเบนโซเอท (2 กกๆ ละ 210.00 บาท)	420.00	
- ค่าวัสดุเกษตร	ฟางข้าวอัดก้อน ก้อนละ 15 กก (25 ก้อนๆ ละ 60 บาท)	1,500.00	
	สแลนปูพื้น 1x30 m (5 ม้วนๆ ละ 300 บาท)	1,500.00	
	น้ำยางพารา (12 กิโลกรัมๆ ละ 250 บาท)	3,000.00	
	ดอกไม้ (200 ช่อๆ ละ 100 บาท)	20,000.00	
- ค่าวัสดุสำนักงาน	กระดาษ A4 80 แกรม (5 รีมๆ ละ 105 บาท)	525.00	
	ปากกาลูกลื่น กล่องละ 50 ด้าม (2 กล่องๆ ละ 250 บาท)	500.00	
	ไส้แฟ้ม A4 (3 แพ็คๆ ละ 200 บาท)	600.00	
	ปากกาลบคำผิด (5 อันๆ ละ 50 บาท)	250.00	
	ปากกาเคมี 2 หัว (20 อันๆ ละ 25 บาท)	500.00	
	แฟ้มห่วง 2 นิ้ว (5 อันๆ ละ 100 บาท)	500.00	
	แฟ้มพลาสติก (20 อันๆ ละ 20 บาท)	400.00	
	ลวดเย็บกระดาษ (6 กล่องๆ ละ 60 บาท)	360.00	
	เทปกาว (5 ม้วนๆ ละ 50 บาท)	250.00	
	เมจิก 4 สี (3 ชุดๆ ละ 150 บาท)	450.00	
	ตลับหมึก Brother สีดำ (2 ตลับๆ ละ 2,500 บาท)	5,000.00	
- วัสดุคอมพิวเตอร์	SSD portable 1 TB (1 อันๆ ละ 3,015 บาท)	3,015.00	
- วัสดุอื่นๆ เช่น งานบ้าน งานครัว	ถุงดำ ขนาด 26x30 นิ้ว (10 แพ็คๆ ละ 55 บาท)	550.00	
	ถุงดำ ขนาด 36x45 นิ้ว (10 แพ็คๆ ละ 55 บาท)	550.00	
	น้ำยาล้างจาน (6 ขวดๆ ละ 45 บาท)	270.00	
	กระดาษชำระม้วนใหญ่ (3 หีบๆ ละ 722 บาท)	2,166.00	
	กระดาษชำระม้วนเล็ก (1 หีบๆ ละ 1,181 บาท)	1,181.00	
	ถุงมือยาง (3 กล่องๆ ละ 250 บาท)	750.00	

	ถุงซิปล้อค 8x12 ซม. (3 กกๆ ละ 136 บาท)	408.00	
	ถุงซิปล้อค 16x24 ซม. (5 กกๆ ละ 105 บาท)	525.00	
	ถุงซิปล้อค 30x46 ซม. (5 กกๆ ละ 150 บาท)	525.00	
	กล่องพลาสติก มีล้อ 50x69x39.5 ซม. (5 กล่องๆ ละ 555 บาท)	2,775.00	
งบดำเนินงาน: ค่าสาธารณูปโภค	ค่าสาธารณูปโภค เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟ (1 ครั้งๆ ละ 4,976.77 บาท)	**4,980.00**	
	รวมงบประมาณที่เสนอขอ (ปีที่ 2)	**498,000.00**	

หมายเหตุ (อ้างอิง: การตั้งงบประมาณให้เป็นไปตาม ประกาศ กสว. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดทำคำของบประมาณและการจัดสรรงบประมาณของหน่วยงานในระบบวิจัยและนวัตกรรม)

4.2 รายละเอียดการจัดซื้อครุภัณฑ์ : กรณีมีความต้องการซื้อครุภัณฑ์ให้ใส่รายละเอียด ดังนี้

ชื่อครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่ขอสนับสนุน			เหตุผลและความจำเป็นต่อโครงการ	การใช้ประโยชน์ของครุภัณฑ์นี้เมื่อโครงการสิ้นสุด
	รายละเอียดครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (ถ้ามี)	สถานภาพการใช้งาน ณ ปัจจุบัน		

- แนบใบเสนอราคาจาก 3 บริษัทประกอบมาด้วย

5. มาตรฐานการวิจัย

☐ มีการใช้สัตว์ทดลอง

☑ มีการวิจัยในมนุษย์

☐ มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

☐ มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี

6. หน่วยงานร่วมดำเนินการ/ภาคเอกชนหรือชุมชนที่ร่วมลงทุนหรือดำเนินการ

ลำดับที่	ปีงบประมาณ	ชื่อหน่วยงานรัฐ/บริษัท/หน่วยงานต่างประเทศ	แนวทางร่วมดำเนินการ	การร่วมลงทุนในรูปแบบตัวเงิน (in-cash) (บาท)	การร่วมลงทุนในรูปแบบอื่น (in-kind)	รวม
1						
2						

7. ระดับความพร้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน (ถ้ามี)*

7.1 ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL)*

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ 3

รายละเอียด มีการวิเคราะห์ทดสอบแนวคิดของแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากเส้นใยจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การสังเคราะห์ CMC ไฮโดรเจล และการวิเคราะห์สมบัติของผลิตภัณฑ์จากเส้นใยฯ และไฮโดรเจลในระดับห้องปฏิบัติการ

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ 4

รายละเอียด มีการทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบไบโอคอมพอสิตในระดับห้องปฏิบัติการ

ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL) มีรายละเอียด ดังนี้
TRL 1: หลักการพื้นฐานได้รับการพิจารณาและมีการรายงาน (Basic principles observed and reported)
TRL 2: มีการสร้างแนวคิดด้านเทคโนโลยีและ / หรือ การประยุกต์ใช้ (Technology concept and / or application formulated)
TRL 3: มีการทดลองและวิเคราะห์หน้าที่หลัก และ / หรือ มีการพิสูจน์ความเป็นไปได้ ของแนวคิด (Analytical and experimental critical function and / or characteristic proof-of concept)
TRL 4: การทดสอบองค์ประกอบ และ/หรือ บอร์ดทดลองอิเล็กทรอนิกส์จำลอง (Breadboard) ในสภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ (Component and / or breadboard validation in laboratory environment)
TRL 5: การทดสอบองค์ประกอบ และ / หรือ บอร์ดทดลองอิเล็กทรอนิกส์จำลอง (Breadboard) ในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง (Component and / or breadboard validation in relevant environment)
TRL 6: การทดสอบแบบจำลองของระบบหรือระบบย่อย หรือต้นแบบในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจเป็นภาคพื้นดินหรืออวกาศ (System / subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment (ground or space))
TRL 7: การทดสอบต้นแบบระบบในสภาวะแวดล้อมอวกาศ (System prototype demonstration in a space environment)
TRL 8: ระบบจริงสำเร็จสมบูรณ์และมีคุณสมบัติการทดสอบและสาธิต บนภาคพื้นดินหรือในอวกาศ (Actual system completed and “flight qualified” through test and demonstration (ground or space))
TRL 9: ระบบจริงได้รับการพิสูจน์ทางการบินโดยภารกิจสำเร็จ (Actual system “flight proven” through successful mission operations)

7.2 ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL)*

1) SRL ณ ปัจจุบัน ระดับ 1

รายละเอียด มีการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโฟมโอเอซิส เช่น ผู้ประกอบการร้านดอกไม้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดกรอบการดำเนินงานวิจัยให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

2) SRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ 3 (หลังเสร็จสิ้นในปีที่ 2)

รายละเอียด มีการนำต้นแบบผลิตภัณฑ์ไปให้ผู้ประกอบการร้านดอกไม้ได้ทดลองใช้งาน รวมทั้งการติดตามประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน ความพึงพอใจและการยอมรับในเทคโนโลยี เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาต่อไป

ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL) มีรายละเอียด ดังนี้
SRL 1: การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมที่มี (Identifying problem and identifying societal readiness)
SRL 2: การกำหนดปัญหา การเสนอแนวคิดในการพัฒนาหรือการแก้ปัญหาและ คาดการณ์ ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และระบุผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง ในโครงการ (Formulation of problem, proposed solution(s) and potential impact, expected societal readiness; identifying relevant stakeholders for the project.)

SRL 3: ศึกษา วิจัย ทดสอบแนวทางการพัฒนาหรือแก้ปัญหาที่กำหนดขึ้นร่วมกับ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง (Initial testing of proposed solution(s) together with relevant stakeholders)
SRL 4: ตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยัน ผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และเทคโนโลยี (Problem validated through pilot testing in relevant environment to substantiate Proposed impact and societal readiness)
SRL 5: แนวทางการแก้ปัญหาได้รับการตรวจสอบ ถูกนำเสนอแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่เกี่ยวข้อง area (Proposed solution(s) validated, now by relevant stakeholders in the area)
SRL 6: ผลการศึกษานำไปประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อมอื่น และดำเนินการกับผู้มีส่วนได้ ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะเบื้องต้นเพื่อให้เกิดผลกระทบ ที่เป็นไปได้ (Solution (s) demonstrated in relevant environment and in co-operation with relevant stakeholders to gain initial feedback on potential impact)
SRL 7: การปรับปรุงโครงการ และ/หรือแนวทางการพัฒนา การแก้ปัญหารวมถึงการทดสอบแนวทางการพัฒนาการแก้ปัญหาใหม่ในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Refinement of project and / or solution and, if needed, retesting in relevant environment with relevant stakeholders)
SRL 8: เสนอแนวทางการพัฒนา การแก้ปัญหาในรูปแบบแผนการดำเนินงานที่สมบูรณ์และได้รับการยอมรับ (Proposed solution(s) as well as a plan for societal adaptation complete and qualified)
SRL 9: แนวทางการพัฒนาและการแก้ปัญหาของโครงการได้รับการยอมรับและ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (Actual project solution (s) proven in relevant environment)

8. แนวทางการขับเคลื่อนผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปสู่ผลลัพธ์และผลกระทบ

8.1 การเชื่อมโยงกับนักวิจัยที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่ทำการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (ถ้ามี) (Connections with other experts within and outside Thailand) และแผนที่จะติดต่อหรือสร้างความสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งการสร้างทีมงานวิจัยในอนาคตด้วย

ในปีที่ 1 การวิจัยจะเน้นที่การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์และทดลองใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 2 จะเป็นการทดลองใช้งานในระดับภาคสนาม ซึ่งเป็นการขยายการมีส่วนร่วมของสมาชิกในชุมชน อีกทั้งจะมีการวิเคราะห์ผลกระทบในหลายมิติ ทั้งทางสังคม เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ทำให้ต้องการความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญจากสาขาวิชาต่างๆ มาร่วมกันพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมวิถีชีวิตชุมชนคาร์บอนต่ำ และเพื่อสร้างความเป็นไปได้ในการขยายกำลังการผลิตสำหรับต่อยอดเชิงพาณิชย์ต่อไป

8.2 การเชื่อมโยงหรือความร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย (Stakeholder and User Engagement) โดยระบุชื่อหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ประชาสังคมและชุมชน โดยอธิบายกระบวนการดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน รวมถึงอธิบายกระบวนการดำเนินงานต่อเนื่องของผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

เนื่องจากโครงการเป็นการวิจัยแบบ area based project ที่ต้องมีความเชื่อมโยงและความร่วมมือกับบุคคลในชุมชน โดยเน้นภาคธุรกิจจากกลุ่มผู้ประกอบการร้านดอกไม้ เมื่อโครงการสิ้นสุดลงกลุ่มบุคคลดังกล่าวจะเป็นผู้ได้ประโยชน์ และมีบทบาทส่งเสริมให้สังคมได้ตระหนักถึงปัญหาขยะพลาสติกและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร รวมทั้งช่วยสร้างแรงขับเคลื่อนให้แก่ชุมชนให้มีทัศนคติที่ดีต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทดแทนการใช้พลาสติก

ประสบการณ์การบริหารงานของหัวหน้าโครงการ ในการบริหารโครงการย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี (กรอกไม่เกิน 5 ลำดับโดยเน้นโครงการที่เกิดผลกระทบสูง)

ชื่อโครงการวิจัย	**หน่วยงานที่ได้รับทุน**	**ปีที่ได้รับ งบประมาณ**	**งบประมาณ (บาท)**
การพัฒนาวัสดุคอมพอสิตจากถ่านชีวภาพดัดแปลงและไฮโดรเจลสำหรับการใช้งานด้านการเกษตร (โครงการย่อย ภายใต้ชุดโครงการเรื่อง นวัตกรรมถ่านชีวภาพดัดแปลงเพื่อการจัดการซากวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรสำหรับพัฒนาชุมชนเกษตรแบบเศรษฐกิจหมุนเวียน	Fundamental fund (สกสว)	2566	278,700
	Fundamental fund (สกสว)	2567 (ปีที่ 2 ต่อเนื่อง)	276,351

ส่วนที่ 4 ผลผลิต/ผลลัพธ์/ผลกระทบ

1. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

✓ ด้านวิชาการ

ระบุคำอธิบาย ได้องค์ความรู้ในการผลิตต้นแบบไบโอโอเอซิสที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อทางเลือกทดแทนโฟมโอเอซิสทางการค้า สามารถนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยได้ รวมถึงสามารถใช้เป็นตัวอย่างในการเรียนการสอนทั้งภาคบรรยายและปฏิบัติการในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมวัสดุได้

ผู้ได้รับผลประโยชน์ นักเรียนนักศึกษา นักวิจัย

✓ ด้านสังคม

O ด้านสาธารณะ ✓ ด้านชุมชนและพื้นที่ ✓ ด้านสิ่งแวดล้อม

ระบุคำอธิบาย ชุมชนมีความรู้ความเข้าใจต่อประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและแนวคิดการจัดการขยะเหลือศูนย์ ชุมชน/ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์จากการนำวัสดุเหลือทิ้งการเกษตรมาสร้างมูลค่าโดยพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทดแทนการใช้พลาสติก

ผู้ได้รับผลประโยชน์ ชุมชน ภาคเอกชน เช่น กลุ่มผู้ประกอบการร้านดอกไม้

O ด้านนโยบาย

ระบุคำอธิบาย...

ผู้ได้รับผลประโยชน์..

O ด้านเศรษฐกิจ

ระบุคำอธิบาย...

ผู้ได้รับผลประโยชน์..

2. ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ (Output)

ผลผลิต	ประเภทผลผลิต	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนำส่ง	หน่วยนับ
ต้นแบบผลิตภัณฑ์	ต้นแบบผลิตภัณฑ์ในระดับห้องปฏิบัติการ	ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ผ่านการทดสอบการใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการ	1	ต้นแบบ

หมายเหตุ กรอกข้อมูลเฉพาะผลผลิตที่โครงการคาดว่าจะได้รับและสามารถทำได้จริง เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดในการประเมินผลของหน่วยงาน (หากผลผลิตข้อใดไม่มีไม่ต้องระบุ และขอให้ตัดออก)

3. ผลลัพธ์ (Expected Outcomes) ที่คาดว่าเกิดขึ้น

(**นิยามของ**ผลลัพธ์ คือ ผลที่เกิดขึ้นหลังจากโครงการ ววน.สิ้นสุดไปแล้ว โดยเป็นการนำผลผลิต (Output) ที่ได้ของโครงการพัฒนา ววน. ไปใช้ประโยชน์โดยผู้ใช้ (Users) ที่ชัดเจน ส่งผลทำให้ระดับความรู้ ทัศนคติ พฤติกรรม การปฏิบัติ หรือทักษะของผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเทียบกับก่อนการนำผลผลิตจาก โครงการมาใช้ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของโครงการที่เป็นทั้งผลิตภัณฑ์ การบริการ และเทคโนโลยี โดยภาคเอกชนหรือประชาสังคม ตลอดจนการพัฒนาต่อยอดผลผลิตของโครงการเดิมที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ ให้มี ระดับความพร้อมในการใช้ประโยชน์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ)

ประเภทของผลลัพธ์และคำจำกัดความ (Type of Outcomes and Definition)

ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ทำ dropdown list ให้เลือก)	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดของผลลัพธ์	ผู้ใช้ประโยชน์ (Users)/ ผู้ได้รับผลประโยชน์ (Beneficiaries)
ผลงานตีพิมพ์ (Publications)	2 หรือ 1	เรื่อง เรื่อง	ผลงานตีพิมพ์ ระดับชาติ หรือ ผลงานตีพิมพ์ ระดับนานาชาติ	นักวิจัย นักเรียนนักศึกษา ผู้ประกอบการร้านดอกไม้

4. ผลกระทบ (Expected Impacts) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

นิยามของผลกระทบ คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากผลลัพธ์ (outcome) ในวงกว้างทั้งด้านวิชาการ นโยบาย เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม หรือผลสำเร็จระยะยาวที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ โดยผ่านกระบวนการการสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement activities) และมีเส้นทางของผลกระทบ (impact pathway) ในการขับเคลื่อนไปสู่การสร้างผลกระทบ ทั้งนี้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะพิจารณารวมผลกระทบในเชิงบวกและเชิงลบ ทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจให้เกิดขึ้น

O ด้านวิชาการ

รายละเอียดผลกระทบ...

✓ ด้านสังคม

O ด้านสาธารณะ ✓ ด้านชุมชนและพื้นที่ ✓ ด้านสิ่งแวดล้อม

รายละเอียดผลกระทบ โครงการวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการจัดการขยะเหลือศูนย์ (Zero waste management) ตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) เพื่อส่งเสริมวิถีชีวิตชุมชนคาร์บอนต่ำ เริ่มจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือลดปริมาณคาร์บอนจากการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยเปล่าประโยชน์ โดยนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต้นแบบไบโอโอเอซิสที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทดแทนการใช้พลาสติก ซึ่งสามารถลดปริมาณขยะพลาสติกและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในคราวเดียว รวมถึงการออกแบบกิจกรรมให้เกิดความร่วมมือระหว่างผู้วิจัยกับกลุ่มผู้ประกอบการร้านดอกไม้ในชุมชน อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม สร้างค่านิยมและสนับสนุนให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างโอกาสต่อยอดเชิงพาณิชย์ต่อไป

O ด้านนโยบาย

รายละเอียดผลกระทบ...

....

O ด้านเศรษฐกิจ

รายละเอียดผลกระทบ...

5. แผนที่ผลลัพธ์ (Outcome Mapping) ของโครงการ

Input	Activity	Output	Outcome
• ระยะเวลา 2 ปี • ปีที่ 1 งบประมาณ 496,465 บาท • ปีที่ 2 งบประมาณ 497,677 บาท • องค์ความรู้ทางวัสดุศาสตร์ เช่น กระบวนการขึ้นรูป การสังเคราะห์ไฮโดรเจล • องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพและสิ่งแวดล้อม • อุปกรณ์เครื่องมือ เช่น เครื่องอัดขึ้นรูป เครื่องทดสอบสมบัติเชิงกล เป็นต้น • การมีส่วนร่วมของกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการร้านดอกไม้ในพื้นที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	**ปีที่ 1** 1. การสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการของผู้ใช้งานจริง 2. การพัฒนาต้นแบบไบโอโอเอซิส 3. การศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบ 4. การวิเคราะห์ผล สรุป รวบรวมและจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์ 5. การตีพิมพ์ผลงานวิจัย **ปีที่ 2** 1. ประชุมชี้แจง ประเมินความพร้อมผู้เข้าร่วมใช้ประโยชน์ 2. การผลิตต้นแบบไบโอโอเอซิสสำหรับทดลองใช้งานจริง 3. การทดลองนำต้นแบบไปใช้จริงโดยผู้ประกอบการธุรกิจร้านดอกไม้ และวิเคราะห์ความพึงพอใจและการยอมรับในต้นแบบของผู้ใช้งาน 4. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 5. การวิเคราะห์ผล สรุป รวบรวมและจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์ 6. การตีพิมพ์ผลงานวิจัย	**ปีที่ 1** 1. ข้อมูลปริมาณการใช้งานและความต้องการของผู้ใช้งาน 2. กระบวนการผลิตไบโอโอเอซิส 3. ต้นแบบไบโอโอเอซิสสำหรับทดลองใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการ 4. ผลการวิเคราะห์สมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบไบโอโอเอซิสเทียบกับโอเอซิสทางการค้า **ปีที่ 2** 1. ผลการคัดเลือกผู้เข้าร่วมใช้ประโยชน์ 2. ต้นแบบไบโอโอเอซิสสำหรับทดลองใช้งานจริง 3. ผลประเมินความพึงพอใจและการยอมรับในต้นแบบของผู้ใช้งาน 4. ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม	**ปีที่ 1** 1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ผ่านการทดสอบการใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการ 2. ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ 2 เรื่อง (TCI-1) หรือ ระดับนานาชาติ 1 เรื่อง 3. การพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมเพื่อสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ๆ **ปีที่ 2** 1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ผ่านการทดสอบการใช้งานในระดับภาคสนาม 2. ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ 2 เรื่อง (TCI-1) /หรือ ระดับนานาชาติ 1 เรื่อง 3. แนวทางการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและการลดขยะพลาสติกเพื่อมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน 4. ผู้มีส่วนร่วมมีความรู้และทัศนคติที่ดีต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 5. การลดปัญหาขยะจากโอเอซิสทางการค้าผ่านการมีส่วนร่วมของผู้ประกอบการร้านดอกไม้ 6. ความเป็นไปได้ในการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์

ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย/ผู้ร่วมวิจัย/ผู้บังคับบัญชาต้นสังกัด

ลงชื่อ ....

(อ.ดร.เนตราพร ด้วงสง)

หัวหน้าโครงการวิจัย

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

ลงชื่อ ....

(ผศ.ดร.มุจลินทร์ ผลจันทร์)

ผู้ร่วมวิจัย

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

ลงชื่อ ....

(ผศ.ดร.ปราณรวีร์ สุขันธ์)

ผู้ร่วมวิจัย

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

ลงชื่อ ....

(ผศ.ดร.เรวดี วงศ์มณีรุ่ง)

ผู้ร่วมวิจัย

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

ลงชื่อ ....

(ผศ.ดร.ฐปน ชื่นบาล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

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