## 

รหัสRGCMU2567P……………………..

(สำหรับเจ้าหน้าที่สำนักงานฯ)

**แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ (Full Proposal)**

**ทุนพัฒนากลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัย ศูนย์ความเป็นเลิศ (สำหรับโครงการต่อเนื่อง)**

*โปรดให้รายละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อประโยชน์ในการพิจารณา*

**วัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์ (Strategic Objective: SO)**

**SO5: Research and Innovation Platform**

**Flagship *(เลือกได้มากกว่า 1 Flagship)***

Flagship 1: Frontier Research

Flagship 2: Deep Tech and Appropriate Tech

Flagship 3: High Impact Research

Flagship 4: Brain Power and Manpower

Flagship 5: Global Partnership

Flagship 6: Open Innovation

Flagship 7: Research and IP Utilization

**Agenda**

A8: Research and Development

**Key Project**

KP1: ส่งเสริมงานวิจัยขั้นแนวหน้าและเทคโนโลยีเชิงลึก (Frontier & Deep Tech Boot up)

**ความสอดคล้องกับ เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)**

***(สามารถระบุได้มากกว่า 1 SDGs)***

SDG 1: ขจัดความยากจนทุกรูปแบบทุกสถานที่ (No Poverty)

SDG 2: ขจัดความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหาร ส่งเสริมเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน (Zero Hunger)

SDG 3: รับรองการมีสุขภาพ และความเป็นอยู่ที่ดีของทุกคนทุกช่วงอายุ (Good Health and well-being)

SDG 4: รับรองการศึกษาที่เท่าเทียมและทั่วถึง ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตแก่ทุกคน (Quality Education)

SDG 5: บรรลุความเท่าเทียมทางเพศ พัฒนาบทบาทสตรีและเด็กผู้หญิง (Gender Equality)

SDG 6: รับรองการมีน้ำใช้ การจัดการน้ำและสุขาภิบาลที่ยั่งยืน (Clean Water and Sanitation)

SDG 7: รับรองการมีพลังงาน ที่ทุกคนเข้าถึงได้ เชื่อถือได้ยั่งยืน ทันสมัย (Affordable and Clean Energy)

SDG 8: ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่องครอบคลุมและยั่งยืนการจ้างงานที่มีคุณค่า (Decent Work and Economic Growth)

SDG 9: พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการปรับตัวให้เป็นอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนทั่งถึง และสนับสนุนนวัตกรรม (Industry Innovation and Infrastructure)

SDG 10: ลดความเหลื่อมล้ำทั้งภายในและระหว่างประเทศ (Reduced Inequalities)

SDG 11: ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความปลอดภัยทั่วถึง พร้อมรับความเปลี่ยนแปลง และการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Cities and Communities)

SDG 12: รับรองแผนการบริโภค และการผลิตที่ยั่งยืน (Responsible Consumption and Production)

SDG 13: ดำเนินมาตรการเร่งด่วนเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ (Climate Action)

SDG 14: อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเล เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Life Below Water)

SDG 15: ปกป้อง ฟื้นฟู และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบกอย่างยั่งยืน (Life on Land)

SDG 16: ส่งเสริมสังคมสงบสุข ยุติธรรม ไม่แบ่งแยกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Peace and Justice Strong Institutions)

SDG 17: สร้างพลังแห่งการเป็นหุ้นส่วน ความร่วมมือระดับสากลต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Partnerships for the Goals)

***: (พรรณนา ความสอดคล้องของ SDGs กับโครงการ)***

SDG 3 รับรองการมีสุขภาพ และความเป็นอยู่ที่ดีของทุกคนทุกช่วงอายุ (Good Health and well-being) องค์ความรู้ที่ได้เป็นการองค์ความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางอากาศซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจและตระหนักในการดูแลสุขภาพของตัวเองให้ปลอดภัยจากมลพิษทางอากาศได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสร้างความตระหนักและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาดังกล่าวต่อไป

SDG 13. ดำเนินมาตรการเร่งด่วนเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ (Climate Action) ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบที่เกิดขึ้น ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ของมลพิษทางอากาศ จะเป็นตัวช่วยเร่งให้ประชาชนทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและภาคประชาชน ช่วยกันวางแผน และกำหนดนโยบายอย่างเร่งด่วนเพื่อปัองกันให้เกิดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป

**ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป**

**1. ชื่อกลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัย ศูนย์ความเป็นเลิศ *(โปรดระบุประเภทในชื่อ)***

(ภาษาไทย) ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

(ภาษาอังกฤษ) Environmental Science Research Center

**หัวหน้ากลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัย ศูนย์ความเป็นเลิศ**

ชื่อ-สกุล รศ.ดร. สมพร จันทระ

ตำแหน่งทางวิชาการ รองศาสตราจารย์

สังกัด ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

e-mail somporn.chantara@cmu.ac.th

เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้ 0815310375

**2.รายละเอียดของทีมวิจัย** *(อาจารย์/นักวิจัย ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานของกลุ่มวิจัยทั้งในและนอกมหาวิทยาลัยทั้งภาครัฐและเอกชน ในประเทศและต่างประเทศ แต่ตามเกณฑ์จะนับสมาชิกเฉพาะบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น ซึ่งไม่รวมนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและนักวิจัยหลังปริญญาเอก)*

| **ลำดับ** | **ตำแหน่งทางวิชาการ** | **ชื่อ-สกุล** | **สังกัด** | **e-mail** | **หากเป็นนักวิจัยรุ่นใหม่ โปรดระบุ** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | รองศาสตราจารย์ | ดร.สมพร จันทระ | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ | somporn.chantara@cmu.ac.th |  | |
| 2 | รองศาสตราจารย์ | ดร.จรูญ จักร์มุณี | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ | jaroon.jakmunee@cmu.ac.th |  | |
| 3 | รองศาสตราจารย์ | ดร.จิรัฏฐ์ แสนทน | ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ | schradh.saenton@cmu.ac.th |  | |
| 4 | รองศาสตราจารย์ | ดร.ทินกร กันยานี | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ | tinakorn.kanyanee@cmu.ac.th |  | |
| 5 | รองศาสตราจารย์ | ดร.ชยากร ภูมาศ | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ | chayakorn.pumas@cmu.ac.th |  | |
| 6 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.ว่าน วิริยา | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ | wan.w@cmu.ac.th |  | |
| 7 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.ธารารัตน์ ชือตอฟ | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ | thararat.chitov@cmu.ac.th |  | |
| 8 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.จีรพร เพกเกาะ | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ | jeeraporn.p@cmu.ac.th |  | |
| 9 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.ชิตชล ผลารักษ์ | ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ | chitchol.p@cmu.ac.th |  | |
| 10 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์ | ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ | chakrit.c@cmu.ac.th |  | |
| 11 | - | ดร.ณัตติพร ยะบึง | ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ | nuttipon.y@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |
| 12 | - | ดร.ญัฐวุฒิ สารีอินทร์ | ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ | nattawut.sar@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |
| 13 | - | ดร.วิทยา ทาลา | สำนักบริหารงานวิจัย | witaya.tala@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |
| 14 | - | ดร.ตวงพร อุตตโรทัย | คณะเกษตรศาสตร์ | toungporn.u@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |
| 15 | - | ดร.กิตติยา ภิญโญ | สำนักบริหารงานวิจัย | kittiya.ph@cmu.ac.th |  | |
| 16 | - | ดร. สุภัทรชัย ศักดิ์สกุลไกร | ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ | supattarachai.s@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |
| 17 | - | ดร. รัชดาภรณ์ จันทร์ถา | สำนักงานบริหารงานวิจัย | radshadaporn.j@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |
| 18 | - | นส.ภาวิดารินทร์ ไกรสิทธินิธิกุล | สำนักงานบริหารงานวิจัย | pavidarin.k@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |
| 19 | - | ดร. โชติวุฑ เตชกิจเวช | สำนักงานบริหารงานวิจัย | chotiwut.t@cmu.ac.th | นักวิจัยรุ่นใหม่ | |

**3. ระยะเวลาโครงการ**

3 ปี (ประเมินปีต่อปี)ปีงบประมาณเริ่มต้น 2566. ปีงบประมาณสิ้นสุด 2568

**4. ลักษณะโครงการ 3 ปี** (ประเมินปีต่อปี)

**โครงการต่อเนื่อง** จากปีงบประมาณที่ผ่านมา ดำเนินงาน .......3........ปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการ ……8,000,000….บาท

เริ่มรับงบประมาณปี....2566......

ปีงบประมาณ ...2566................... งบประมาณ ...........2,000,000................... บาท

ปีงบประมาณ ...2567.................... งบประมาณ ......... 3,000,000.................... บาท

ปีงบประมาณ ...2568.................... งบประมาณ .......... 3,000,000................... บาท

ผลการดำเนินที่ผ่านมา (กรณีที่เป็นโครงการต่อเนื่อง)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ปีงบประมาณ** | **ผลการดำเนินงานเทียบกับแผนที่ตั้งไว้ (%)** | **งบประมาณที่ได้รับจัดสรร (บาท)** | **งบประมาณที่ใช้จริง (บาท)** | **สัดส่วนงบประมาณที่ใช้จริง (%)** |
| 2566 | 1.ผลงานตีพิมพ์ (KR02) 83%  2.ทุนวิจัยภายนอก (KR03) 102%  3.ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (KR06) 100%  4.องค์ความรู้ใหม่ (KR01) 133.33%  5.เครือข่ายความร่วมมือ (KR04) 100%  6.พัฒนากำลังคน (KR05) 107%  7.ผลงานวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนตาม SDG (KR09) 200%  8.การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (KR23) 100% | 2,000,000 | 2,000,000 | 100% |

สรุปผลการดำเนินงานที่ผ่านมา (โครงการที่ได้รับทุนปี 2566 โปรดระบุให้ชัดเจน เนื่องจากมีผลต่อการประเมินปีถัดไป)

ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มุ่งเน้นการวิจัยที่มีผลกระทบสูงเพื่อตอบโจทย์การพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเน้นการหาแหล่งทุนและสร้างเครือข่ายวิจัยกับหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงบริการวิชาการแก่ชุมชน งานวิจัยที่โดดเด่นของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้แก่ มลพิษทางอากาศ การจัดการน้ำ และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดการปลดปล่อยคาร์บอน และบำบัดมลพิษ โดยเฉพาะปัญหามลพิษ PM2.5 ในภาคเหนือตอนบน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรน้ำและการใช้จุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมในการฟื้นฟูและบำบัดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการบำบัดของเสียและการผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อความยั่งยืนของชุมชน โดยการดำเนินงานที่ผ่านมาในปีงบประมาณ 2566 นั้น มีดังต่อไปนี้

**KR02 ผลงานตีพิมพ์**

ผลงานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ภายใต้ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มีจำนวนผลผลิตที่ส่งมอบ 11 เรื่อง จากเป้าหมาย 12 เรื่อง คิดเป็น 91% โดยมีผลงานตีพิมพ์ ISI Q1 Teir 1 (Top10%) จำนวน 1 เรื่อง ผลงานตีพิมพ์ Q1 จำนวน 8 และผลงานตีพิมพ์ Q2 จำนวน 2 เรื่อง

**KR03 ทุนวิจัยจากแหล่งทุนภายนอก**

ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ได้รับทุนจากภายนอกมหาวิทยาลัย รวมทั้งสิ้น 10,200,767.83 บาท โดยประกอบด้วยหน่วยงาน ดังต่อไปนี้

1.สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช) จำนวน 2 ทุน

2.สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) จำนวน 2 ทุน

3.สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) จำนวน 1 ทุน

4.สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข จำนวน 1 ทุน

5. Korea Disease Control and Prevention Agency จำนวน 1 ทุน

6.กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) จำนวน 1 ทุน

**KR06 ต้นแบบผลิตภัณฑ์**

ในปี 2566 ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ได้มีต้นแบบผลิตภัณฑ์ TRL ระดับ 4 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**ชื่อโครงการ:** วิธีการสกัดและวิเคราะห์ไอออนละลายน้ำในตัวอย่างฝุ่น PM2.5 ในอากาศด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี

**คณะผู้วิจัย:** รศ. ดร.สมพร จันทระ นายสรณะ จรรย์สืบศรี และ ดร.รัชดาภรณ์ จันทร์ถา

**รายละเอียดผลงานที่มีระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (TRL)**

บทสรุปต้นแบบ

วิธีการวิเคราะห์ฝุ่น PM2.5 โดยใช้น้ำปราศจากไอออนในการสกัดตัวอย่างฝุ่น PM2.5 บนแผ่นกรองเก็บตัวอย่าง จากนั้นใช้เครื่องมือ Ion Chromatograph ในการวิเคราะห์หาไอออนละลายน้ำ สารประกอบกลุ่มคาร์บอกซิเลต และน้ำตาลในสารสกัดฝุ่น PM2.5 มีการปรับสภาวะการวิเคราะห์ให้มีความจำเพาะกับกลุ่มของสารที่เป็นองค์ประกอบของอนุภาคฝุ่นในอากาศ

รายละเอียดของต้นแบบ

1. วิธีการสกัดฝุ่น PM2.5 ที่เก็บบนแผ่นกรองชนิด quartz fiber filter

หลังการอบและชั่ง filter ตัดกระดาษโดยใช้ตัวเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร โดยจำนวนชิ้นของกระดาษที่ใช้ในการสกัดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นฝุ่นและกำลังเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่น (กรณีเครื่อง High volume air sampler ที่มีอัตราการไหล 1130 ลิตรต่อนาที ใช้กระดาษ 4 ชิ้น) ใส่ในขวด Centrifugal tube (PP) จากนั้นเติมน้ำปราศจากไอออนปริมาณ 15 มิลลิลิตร สกัดด้วยเครื่อง ultrasonicator ที่ความถี่ 80 kHz ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ในช่วง 12°C โดยใช้น้ำแข็งแช่ในอ่าง สกัดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงกรองสารสกัดด้วย cellulose acetate syringe filter (pore size 0.45 µm, Ø 13 mm)

1. วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นด้วยเครื่อง Ion chromatograph ใช้วิเคราะห์สารสามกลุ่มได้แก่

2.1 ไอออนบวก ใช้คอลัมน์ Metrosep C 4 มีตัวชะเป็นสารละลาย 1.7 mM HNO3/ 0.7 mM 2,6-pyridinedicarboxylic acid ใช้อัตราการไหล 0.9 mL/min ไม่ผ่านระบบ suppressor

A graph of a chemical reaction

Description automatically generated with medium confidence

2.2 ไอออนลบและสารกลุ่มคาร์บอกซิเลต ใช้คอลัมน์ Metrosep A Supp 16 มีตัวชะเป็นสารละลาย 7.5 mM Na2CO3/ 1.5 mM NaOH ใช้อัตราการไหล 0.9 mL/min ผ่านระบบ suppressor 100 mM H2SO4 อุณหภูมิคอลัมน์ 55 °C

A graph of a number of nitric oxides

Description automatically generated

2.3 สารกลุ่มน้ำตาล ใช้คอลัมน์ Metrosep Carb 2 มีตัวชะเป็นสารละลาย 250 mM NaOH ใช้อัตราการไหล 0.13 mL/min ไม่ผ่านระบบ suppressor อุณหภูมิคอลัมน์ 40 °C

A graph of a normalized curve

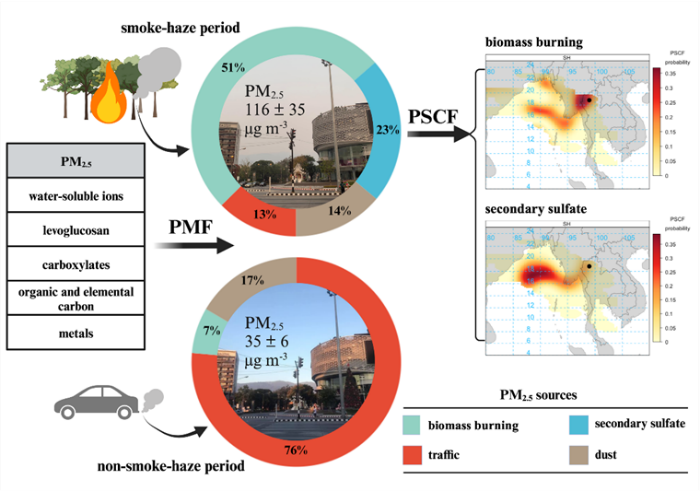
Description automatically generated with medium confidence

**KR01 องค์ความรู้ใหม่**

* **ด้านมลพิษทางอากาศ**

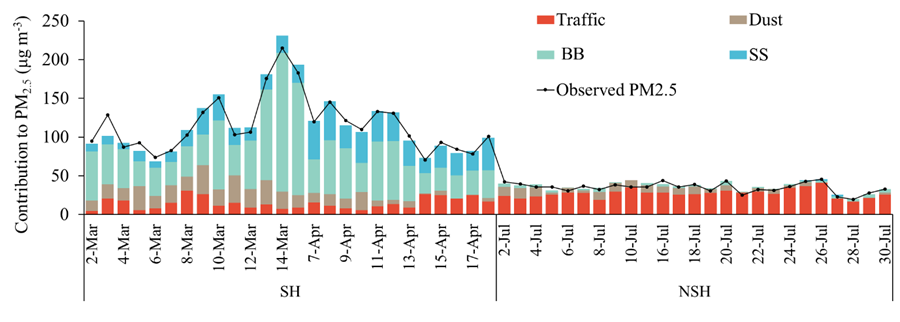
องค์ประกอบทางเคมีและแหล่งกำเนิดของฝุ่นพีเอ็ม2.5 ในเมืองเชียงใหม่

การศึกษาเรื่องสัดส่วนแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศโดยเฉพาะ อนุภาคฝุ่น PM2.5 ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ยังมีค่อนข้างน้อยแม้จะเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาอย่างต่อเนื่อง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น PM2.5 ใส่ในแบบจำลองผู้รับมลพิษ Positive Matrix Factorization (PMF) และ แบบจำลอง Potential Source Contribution Function (PSCF) เพื่อศึกษาสัดส่วนแหล่งกำเนิด และแหล่งที่มาของฝุ่น PM2.5 ในเมืองเชียงใหม่ (รูป 1) มีการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM2.5 จำนวนทั้งสิ้น 51 ตัวอย่าง จากบริเวณป้อมจราจรริมถนนสี่แยกรินคำในช่วงฤดูหมอกควัน (เดือนมีนาคม ถึงเมษายน 2562) และช่วงนอกฤดูหมอกควัน (เดือนพฤษภาคม 2562) และนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไอออนละลายน้ำ คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) ธาตุคาร์บอน (Elemental Carbon) สารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต คาร์บอกซิเลต และโลหะ ซึ่งสารเหล่านี้สามารถใช้เป็นตัวตามรอยเพื่อระบุแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศได้

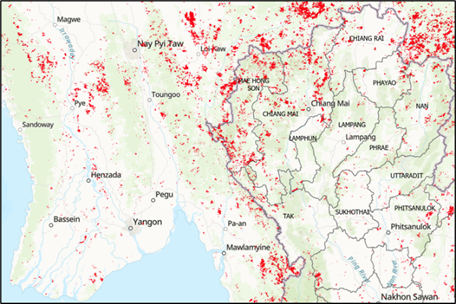
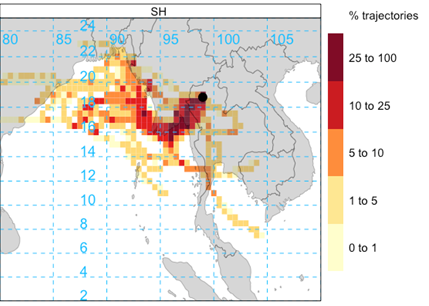


รูป 1 แผนภาพของงานวิจัย ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีถูกนำมาป้อนเข้าสู่แบบจำลองผู้รับมลพิษ ทำให้ได้สัดส่วนแหล่งกำเนิดฝุ่น จากนั้นจริงผนวกผลลัพธ์ที่ได้กับข้อมูลเส้นทางมวลอากาศโดยใช้แบบจำลอง PSCF และระบุจุดกำเนิดของฝุ่นที่มาจากแหล่งต่าง ๆ

ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 116 ± 35 และ 35 ± 6 มคก./ลบ.ม. (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในช่วงหมอกควันและนอกช่วงหมอกควัน ตามลำดับ ผลจากแบบจำลองผู้รับมลพิษระบุได้ว่า ฝุ่นในช่วงหมอกควันนั้น มีค่าเฉลี่ยฝุ่นที่มาจากสี่กลุ่ม (รูป 2) ได้แก่ การเผาไหม้ชีวมวล 59.3 มคก./ลบ.ม. (ร้อยละ 51) ฝุ่นซัลเฟตทุติยภูมิ 26.2 มคก./ลบ.ม. (ร้อยละ 23) จากฝุ่นดิน 16.1 มคก./ลบ.ม. (ร้อยละ 14) และ การจราจรเท่ากับ 14.6 มคก./ลบ.ม. (ร้อยละ 13) เมื่อเปรียบเทียบค่าของช่วงนอกหมอกควันในเดือนพฤษภาคม ค่าเฉลี่ยฝุ่นจะมาจากการจราจรเป็นหลัก โดยมีค่าเฉลี่ย 27.2 มคก./ลบ.ม. (ร้อยละ 76) ฝุ่นดิน 5.9 มคก./ลบ.ม. (ร้อยละ 17) การเผาชีวมวล 2.5 มคก./ลบ.ม. (ร้อยละ 7) นอกจากนี้ ผลจากแบบจำลอง PSCF พบว่าจุดกำเนิดการเผาไหม้ชีวมวลจะอยู่ที่บริเวณชายแดนไทยพม่าและจังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นหลัก ส่วนสารซัลเฟตทุติยภูมิบ่งบอกถึงมลพิษข้ามแดนจากประเทศอินเดีย และพม่า (รูป 3)



รูป 2 ค่าคาดการณ์สัดส่วนแหล่งกำเนิดฝุ่นจากแหล่งต่าง ๆ รายวัน (BB: Biomass Burning: การเผาชีวมวล; SS: Secondary sulfate: ซัลเฟต ทุติยภูมิ; SH: smoke-haze: ช่วงหมอกควัน; NSH: Non-smoke haze: ช่วงนอกหมอกควัน) จากแบบจำลองผู้รับมลพิษ PMF



รูป 3 ความถี่เส้นทางมวลอากาศ (ซ้าย) และจุดความร้อนทั้งหมด (ขวา) ระหว่างเดือนมีนาคมและเมษายน ปี 2562 แสดงถึงมวลอากาศที่นำซัลเฟต ทุติยภูมิมาจากทวีปอินเดีย ข้ามอ่าวเบงกอล ผ่านชายฝั่งพม่า และผนวกกับมลพิษจาการเผาไหม้ชีวมวลบริเวณชายแดนไทยพม่า และจังหวัดแม่ฮ่องสอนมาถึงตัวเมืองเชียงใหม่

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามลพิษในตัวเมืองเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากการเผาไหม้และมลพิษข้ามแดน ข้อมูลจากช่วงนอกหมอกควันยังแสดงให้เห็นว่าแม้จะไม่มีมลพิษจากการเผาไหม้ชีวมวล พื้นที่ในเมืองยังมีค่าฝุ่นจากการจราจรและอื่น ๆ ที่เกินมาตรฐานองค์การอนามัยโลก (WHO) ที่กำหนดค่าแนะนำสำหรับค่าเฉลี่ย PM2.5 ในเวลา24 ชั่วโมงเท่ากับ 15 มคก./ลบ.ม. จึงควรมีการจัดอันดับความสำคัญในการแก้ปัญหาและบรรเทาผลกระทบจากฝุ่น PM2.5 ในแต่ละช่วงเวลาของปี ทั้งนี้การศึกษาดังกล่าวเป็นสถานการณ์และตัวอย่างฝุ่นของปี 2562 ในบริเวณเมืองเชียงใหม่เท่านั้นมิได้เป็นของภาพรวมทั้งจังหวัดซึ่งในแต่ละปีอาจมีความแตกต่างของสถานการณ์และการผันแปรของเส้นทางการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ (Chansuebsri *et al*, 2024)

* **ด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำและการจัดการ**

ได้มีการศึกษา ดังนี้

* + ผู้ล่า (predator) ที่มี habitat ร่วมกันกับยุง เป็นผู้ล่าที่มีศักยภาพในการควบคุมประชากรยุง โดยมีปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า DO pH เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประชากรยุงและศักยภาพของผู้ล่า (Rahong et al, 2023)
  + ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในแม่นำของประเทศไทย และการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของแม่น้ำที่ใช้เป็นสถานนี่ศึกษาเพื่อจัดทำ multi-metric index ของแม่น้ำขนาดใหญ่ของประเทศไทย (Techakijvej et al, 2024)
* **ด้านการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในเชิงสิ่งแวดล้อม**
  + ได้นำสาหร่ายสายพันธุ์ของประเทศไทยมาประยุกต์ในเชิงสิ่งแวดล้อม โดยสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนด้วยวิธีชีวภาพโดยใช้ไมโครเวฟช่วยสังเคราะห์โดยใช้สารสกัดจากสาหร่ายทุ่น (*Sargassum* spp.) เป็นสารรีดิวซ์และทำให้เสถียรเพียงอย่างเดียว โดยไม่ต้องใช้สารเคมีเพิ่มเติม อนุภาคซิลเวอร์นาโนที่ได้จากวิธีดังกล่าว (Ag/AgCL-NPs-ME) สามารถนำมาประยุกต์ในงานด้านอาหาร และโภชนเภสัชได้ (Pekkoh et al, 2023) นอกจากนี้ยังใช้สาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก *Desmodesmus maximus* เป็น competent indicator ครั้งแรก และมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI เป็นฐานข้อมูลวิเคราะห์บ่งชี้ความเป็นพิษในน้ำจากการใช้สาหร่ายเป็นตัวชี้วัด (Suanoi et al, 2024)
  + การพัฒนาศักยภาพของเซลลูโลสคอมบูชา (KBC) ในการเป็น Protective Carrier ให้กัน *Lactobacillus plantarum* โดยเซลลูโลสคอมบูชายังไม่มีการศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ในด้านนี้มาก่อน (Charoenrak et al, 2023)
  + ค้นพบความเชื่อมโยงระหว่าง *Bacillus thuringiensis* (BT) กับการสร้างสารพิษที่ทำให้เกิดอาการอาเจียน ซึ่งโดยทั่วไปการทำให้เกิดการอาเจียนผ่านการบริโภคอาหารนั้น เป็นลักษณะการก่อโรคของ Bacillus. cereus (emetic strains) แต่ผลจากการศึกษาทำให้เชื่อว่า BT ซึ่งโดยทั่วไปเป็นเชื้อที่กระจายในสิ่งแวดล้อมและมีบทบาทในการควบคุมแมลงและใช้เป็น Biocontrol Agent นั้น สามารถสร้างสารพิษทนความร้อนที่ทำให้เกิดอาการอาเจียน (Emetic Toxin) ดังนั้น การใช้ BT เป็น Biocontrol Agent ควรต้องได้รับการทบทวน/ทวนสอบใหม่จากองค์ความรู้ที่เป็นปัจจุบัน (Pheepakpraw et al, 2023)
  + ค้นพบว่า เชื้อ BT สายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคอาหารเป็นพิษแบบอาเจียนที่มีความเป็นพิษสูงนั้น เป็น Sequence Type ใหม่ เมื่อเทียบกับฐานข้อมูล MLST (Multilocus Sequence Typing Database) ซึ่งหมายถึง มีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากเชื้อ BT ที่เคยพบเดิม และพบยีนใน Non-Ribosomal Peptide Synthetase (NBPS) Cluster ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการสร้างเพปไทด์ที่เป็นสารพิษ ซึ่งทั้ง Sequence Type ใหม่ และการปรากฏอยู่ของ NRPS Gene ในช่วงที่ทดสอบ อาจสามารถพัฒนาใช้เป็น genetic indicator ที่จะบ่งชี้ความสามารถในการก่อโรคของ BT และ B. cereus Group สปีชีส์อื่น ๆ ในตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมและอาหารได้ (Pheepakpraw et al, 2023)
  + การพัฒนาการถ่ายโอนยีนส์เพื่อแสดงออกในสาหร่ายขนาดเล็กที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในที่มืด โดยใช้น้ำเสียและของเหลือจากกระบวนการอุตสาหกรรมจะนำไปสู่การลดต้นทนในการผลิตสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากพืชโดยใช้สาหรายขนาดเล็กเป็นเซลล์เจ้าบ้าน (Jareonsin et al, 2023)
* **ด้าน Carbon Reduction and Bioremediation**
  + อิทธิพลของการให้ปุ๋ยเคมีระยะยาวในพื้นที่นาขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของคาร์บอนที่ไม่ละลายน้ำและฟอสฟอรัส รามถึงปฏิกิริยาที่มีต่ออินทรีย์คาร์บอนในดิน (SOC ในการศึกษาครั้งนี้ วิเคราะห์ความลึกของดิน 4 ระดับ (ตั้งแต่ 0-30 ซม) พบว่าที่ระดับ 0-5 cm มีความเข้มข้น Fe-P สูงกว่า ทำให้องค์ประกอบในดินมีปฏิกิริยากับ SOC มากกว่าดินในระดับลึกลงไป ซึ่งมีสภาวะ DH ที่จำเพาะและมีการเปลี่ยนแปลงของฟอสฟอรัส (Aumtong et al, 2023)
  + การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุคาร์บอนในดิน (SOC) ของระบบปลูกข้าวแบบหมุนเวียน (RRCS) ในพื้นที่ภาคเหนือประเทศไทย พบว่า การปลูกข้าวแล้วปล่อยให้รกร้างและการปลูกข้าวตามด้วยการปลูกหอมหัวแดง จะยังคง SOC ที่สูงกว่า ในขณะที่การปลูกข้าวตามด้วยการปลูกมันสำปะหลังจะทำให้ดินมีองค์ประกอบดินเหนียวและฟอสฟอรัสลดลง ขณะที่มีแคลเซียมและแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ทำให้การกักเก็บคาร์บอนในดินต่ำ (Aumtong et al, 2023)

**KR04 เครือข่ายความร่วมมือระดับชาติ และ/หรือนานาชาติ**

ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ได้มีโครงการความร่วมมือกับเครือข่าย ทั้งนะดับชาติและนานาชาติ ได้แก่หน่วยงาน ดังต่อไปนี้

ความร่วมมือกับเครือข่ายภายในประเทศ ได้แก่

1. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
2. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
3. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 เชียงใหม่
5. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่
6. อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร จังหวัดเชียงใหม่
7. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
8. กรมควบคุมมลพิษ
9. มูลนิธิพัฒนาลุ่มน้ำแม่คำ
10. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
11. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)
12. สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
13. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ความร่วมมือกับเครือข่ายในต่างประเทศ ได้แก่

1. Biotechnology Research Center and Department of Biotechnology, Toyama Prefectural University, Japan
2. Department of Biotechnology, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan
3. CAS and Shandong Province Key Laboratory of Experimental Marine Biology, Center for Ocean Mega-Science, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, China
4. National Central University (NCU), Taiwan
5. National Taiwan University, Taiwan
6. Academia Sinica, Taiwan
7. National Taichung University of Science and Technology, Taiwan
8. Lee Kong Chian School of Medicine (LKCMedicine), Nanyang Technological University Singapore (NTU Singapore)
9. Formerly of Glasgow Caledonian University, Glasgow G4 0BA, United Kingdom
10. Department of Earth and Environmental Science, The University of Manchester, Manchester, United Kingdom
11. University of East Anglia, United Kingdom
12. School of Geography, Earth and Environmental Sciences at the University of Birmingham, United Kingdom
13. French National Research Institute for Sustainable Development (IRD)

**KR05 พัฒนากำลังคนสมรรถนะสูงทุกระดับ**

ในปี 2566 ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้มีการพัฒนากำลังคนทั้งสิ้น 16 คน จากแผน 15 คน โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.นักศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 1 คน

2.นักศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 1 คน

3.นักวิจัยหลังปริญญาโท จำนวน 1 คน

4.นักวิจัยหลังปริญญาเอก จำนวน 2 คน

5.อาจารย์/นักวิจัยรุ่นใหม่ จำนวน 3 คน

6.อาจารย์/นักวิจัยรุนกลาง จำนวน 2 คน

7.นักวิจัยภาครัฐ จำนวน 6 คน

**KR09 ผลงานวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนตาม SDGs**

ในปี 2566 ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้มีผลงานวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนตาม SDGs ดังต่อไปนี้

* **SDG 3, 14 และ 17**

Innovative Eco-Friendly Microwave-Assisted Rapid Biosynthesis of Ag/AgCl-NPs Coated with Algae Bloom Extract as Multi-Functional Biomaterials with Non-Toxic Effects on Normal Human Cells

* **SDG 6 และ 9**

Unlocking Microalgal Host-Exploring Dark-Growing Microalgae Transformation for Sustainable High-Value Phytochemical Production

* **SDG 3 และ 6**

A Novel System for Assessing Paraquat Toxicity Using Desmodesmus Maximus as a Potential Bio-Indicator and Deep Learning-based Approach

**KR23 มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์**

ในปี 2566 ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวน 1 เรื่อง โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

**ด้าน Air Pollution Monitoring and Assessment**

**แผนงานการประเมินแหล่งกำเนิดและกลไกการเกิดฝุ่น PM2.5 ทุติยภูมิในภาคเหนือของประเทศไทย** ได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2563 และได้ดำเนินการเสร็จสิ้นในเดือนกันยายน 2565

**วัตถุประสงค์ข้อแรกของแผนงานคือเพื่อประเมินแหล่งกำเนิดทั้งแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิของฝุ่น PM2.5 ในภาคเหนือของประเทศไทย** ได้มีการนำข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของฝุ่น PM2.5 ไปจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษด้วยแบบจำลอง PMF โดยใช้ข้อมูลฝุ่นและองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของฝุ่น PM2.5 ปี 2559 – 2560 และปี 2563 (โครงการย่อยที่ 1) ได้ข้อสรุปว่าฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่ภาคเหนือมีแหล่งกำเนิดหลัก ได้แก่ แหล่งปฐมภูมิ 3 แหล่ง ได้แก่ แหล่งกำเนิดจากการจราจร (Traffic) การเผาชีวมวล (Biomass Burning)  และฝุ่นดินจากถนน (Road dust) และ แหล่งกำเนิดทุติยภูมิ ที่มาจากกลุ่มสารอินทรีย์ secondary organic aerosols (SOA) และสารอนินทรีย์ secondary inorganic aerosols (SIA) โดยแหล่งกำเนิดมลพิษจะแปรผันไปในแต่ละช่วงเวลา เช่น ในช่วงฤดูแล้งที่มีการเผาในที่โล่งจำนวนมากจะพบสัดส่วนของการเผาชีวมวลมาก แต่ในช่วงที่มีลมหรือฝนก็จะทำให้สัดส่วนแหล่งกำเนิดการจราจรเด่นชัดขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่เมือง โดยสัดส่วนของสารทุติยภูมิทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และอนินทรีย์จะค่อนข้างคงที่ จากการศึกษาเปรียบเทียบเชิงพื้นที่โดยวิเคราะห์ข้อมูลแหล่งกำเนิดของฝุ่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดน่าน ปี พ.ศ.2560 พบว่า พื้นที่เมือง (จังหวัดเชียงใหม่) จะได้รับอิทธิพลจากการจราจรมากกว่า ในขณะที่พื้นที่นอกเมือง (จังหวัดน่าน) จะได้รับอิทธิพลจากการเผาชีวมวลมากกว่า ในขณะที่สัดส่วนของสารทุติยภูมิในทั้งสองพื้นที่ไม่ต่างกันมากนัก (รูปที่ 1)

A pie chart with different colored circles

Description automatically generated

รูปที่ 1 สัดส่วนของแหล่งกำเนิดมลพิษ 4 แหล่ง จากการประมวลผลข้อมูลฝุ่นด้วยแบบจำลองผู้รับมลพิษ PMF ของจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2560

จากการศึกษาเปรียบเทียบเชิงเวลาโดยการประเมินแหล่งกำเนิดของฝุ่นในและนอกฤดูหมอกควันของจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2563 (รูปที่ 2) ทำให้เห็นข้อมูลวิจัยอย่างชัดเจนว่าในช่วงฤดูหมอกควัน แหล่งกำเนิดหลักของฝุ่น PM2.5 ในบรรยากาศมาจากฝุ่นปฐมภูมิจากการเผาชีวมวลในที่โล่ง (48 %) และฝุ่นทุติยภูมิ (28 %) ในขณะที่ช่วงนอกฤดูหมอกควันนั้น แหล่งกำเนิดหลักของฝุ่น PM2.5 มาจากการจราจร (69 %) และฝุ่นดินจากถนน (24 %) ทั้งนี้จากการดูความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นที่ประเมินจากแหล่งกำเนิดในแต่ละช่วงฤดู พบความสัมพันธ์กันระหว่างฝุ่นจากการเผาในที่โล่งและฝุ่นทุติยภูมิ กล่าวคือ ในช่วงหมอกควันปริมาณฝุ่นที่มาจากแหล่งกำเนิดทั้งสองจะมีปริมาณสูงมาก ในขณะที่นอกฤดูหมอกควันจะมีปริมาณน้อยมาก

Chart, pie chart

Description automatically generatedรูปที่ 2 สัดส่วนของแหล่งกำเนิดมลพิษ 4 แหล่ง จากการประมวลผลข้อมูลฝุ่นด้วยแบบจำลองผู้รับมลพิษ PMF ของพื้นที่เมืองเชียงใหม่ พ.ศ. 2563 (ก) ในช่วงฤดูหมอกควัน (ข) นอกช่วงฤดูหมอกควัน

ผลการวิจัยบางส่วนโดยเฉพาะเรื่องแหล่งกำเนิดของฝุ่น PM2.5 ได้มีการนำไปเผยแพร่ผ่านการบรรยายของ **รศ.ดร.สมพร จันทระ** ในหลายการประชุม รวมทั้งได้รับเชิญเพื่อไปบรรยายให้กับนายกรัฐมนตรี นายเศรษฐา ทวีสิน ในโอกาสเยือนจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อติดตามสถานการณ์มลพิษทางอากาศ จำนวน 2 ครั้งคือ

1. การมอบนโยบายเตรียมความพร้อมรับมือสถานการณ์ไฟป่า หมอกควัน และฝุ่นละออง ปี 2567 โดย นายเศรษฐา ทวีสิน นายกรัฐมนตรีและรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง วันที่ 29 พฤศจิกายน 2566 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา

โดยบรรยายเรื่อง **แหล่งกำเนิดมลพิษ PM2.5 ในพื้นที่ภาคเหนือ**

รูปภาพประกอบด้วย ข้อความ, คน, เสื้อผ้า, สีฟ้า Majorelle

คำอธิบายที่สร้างโดยอัตโนมัติ

A group of people holding signs

Description automatically generatedA person speaking into a microphone

Description automatically generated

1. การตรวจราชการในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 16 มีนาคม 2567 ตรวจติดตามการแก้ไขปัญหาไฟป่า หมอกควัน ณ ห้องประชุม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัดสมบูรณ์ชล อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

บรรยายเรื่อง **สถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM2.5 และการบริหารจัดการเชื้อเพลิงในจังหวัดเชียงใหม่** โดย คณะทำงานด้านวิชาการเพื่อสนับสนุนการแก้ไขปัญหาหมอกควันภาคเหนือ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (รศ.ดร.สมพร จันทระ และ ผศ.ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์)

A group of people sitting at a table

Description automatically generated

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

**ส่วนที่ 2 ข้อมูลรายละเอียดกลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัย ศูนย์ความเป็นเลิศ**

1. **วิสัยทัศน์/พันธกิจ/กลยุทธ์**

**วิสัยทัศน์**

* ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จัดตั้งขึ้นเพื่อผลิตงานวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบสูง สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

วิสัยทัศน์ คือ เป้าหมายที่เป็นภาพอนาคตของทีมวิจัย ที่มุ่งหวังจะให้เกิดขึ้น ควรประกอบด้วย การมุ่งผลที่เป็นเลิศที่สามารถวัดได้ การท้าทายความรู้ความสามารถและโอกาสความสำเร็จ โดยมีการกำหนดตัวชี้วัดและระยะเวลาบรรลุผลที่ชัดเจน

**พันธกิจ**

* ผลิต ส่งเสริม และประสานให้เกิดงานวิจัยและงานบริการวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่มีความเป็นเลิศทั้งในระดับภูมิภาคและระดับสากล

พันธกิจ คือ งานหรือกิจกรรมที่เป็นภาระผูกพันของทีมวิจัย ที่จะต้องทำให้สำเร็จบรรลุตามวิสัยทัศน์ที่กำหนดไว้

**กลยุทธ์**

* ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมีเป้าหมายเพื่อ ดำเนินการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมให้มีความเป็นเลิศ มีงานบริการวิชาการด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่มีคุณค่าเชิงวิชาการในระดับสากล สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นและระดับภูมิภาคได้
* มีกลยุทธ์ที่สำคัญคือ การผลิตงานวิจัยโดยนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย 3 หลักสูตร คือ หลักสูตรปริญญาโทแบบปกติและนานาชาติ และหลักสูตรปริญญาเอก มีการบริหารงานในรูปแบบคณะกรรมการบริหาร โดยมีผู้บริหารศูนย์ ประธานหลักสูตร และคณะกรรมการซึ่งประกอบไปด้วยหัวหน้าภาควิชาทั้งสามภาค คณาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอาจารย์ประจำหลักสูตร โดยกำลังหลักในการผลิตผลงานวิจัยคือ ผู้ช่วยวิจัยทั้งนักศึกษาปริญญาโทและเอก
* การมีนักวิจัยประจำศูนย์ ถือเป็นอีกกลยุทธ์ที่สำคัญในการผลิตผลงานวิจัยที่มีคุณภาพและมีความต่อเนื่อง ศูนย์จึงมีแผนการรับนักวิจัยหลังปริญญาโทและเอกที่มีศักยภาพเพื่อช่วยอาจารย์ผลิตผลงานวิจัยเพิ่มเติม โดยในปัจจุบันศูนย์มีนักวิจัยเชิงรุกที่มหาวิทยาลัยสนับสนุนจำนวน 3 คน

กลยุทธ์ คือ แนวทางการดำเนินงานที่คาดว่าจะนำไปสู่ผลลัพธ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับพันธกิจของทีมวิจัย โดยประมวลจาก จุดแข็ง จุดอ่อน และปัจจัยแวดล้อม ที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงาน

1. **บทสรุปผู้บริหาร และแผนภาพสรุปโครงการ 1 ภาพ**

ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มุ่งเน้นการผลิตงานวิจัยที่มีผลกระทบสูง สามารถใช้ประโยชน์ได้ ตอบโจทย์การพัฒนาอย่างยั่งยืน การแสวงหาแหล่งทุน การสร้างเครือข่ายวิจัย กับหน่วยงานต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ การบริการวิชาการแก่ชุมชนและสังคม ที่มีประสิทธิภาพและให้ผลสัมฤทธิ์อย่างเป็นรูปธรรม งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีงานวิจัยเด่น ได้แก่ งานวิจัยด้านมลพิษทางอากาศ งานวิจัยด้านการจัดการน้ำ และการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยงานวิจัยปัจจุบัน มุ่งเน้นไปที่การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate changes) จากการเปลี่ยนแปลง สภาพแวดล้อม และการลดผลกระทบโดยการลดการปลดปล่อยคาร์บอน และการบำบัดมลพิษ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ผันผวน ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างรุนแรง มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญเนื่องจากส่งผลกระทบในวงกว้างและมีแนวโน้มที่จะมีทวี ความรุนแรงเพิ่มมากอย่างต่อเนื่อง โดยมีปัจจัยหลัก ได้แก่ แหล่งกำเนิดของมลพิษ สภาพภูมิประเทศ และปัญหามลพิษข้ามแดน สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในพื้นที่ภาคเหนือ ตอนบนของประเทศไทย ซึ่งมักจะเข้าสู่ภาวะวิกฤต มีค่า PM2.5 เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศ ในช่วงไตรมาสแรกของทุกปี เนื่องจากบริเวณภาคเหนือตอนบนมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะ ล้อมรอบ ด้วยภูเขา ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนเป็นแหล่งรองรับมลพิษทางอากาศ และถูกเก็บกักไว้ในพื้นที่ ทั้งที่ไม่ว่าจะเป็นมลพิษที่เกิดขึ้นภายในประเทศหรือมลพิษข้ามแดน ในส่วนของทรัพยากรน้ำ พบว่าปริมาณทรัพยากรน้ำมีความสุ่มเสี่ยงต่อภาวะแล้งจัด การศึกษาหาปริมาณการใช้น้ำที่เหมาะสม และอย่างยั่งยืน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์่ผนวกกับการใช้สารติดตามทางสิ่งแวดล้อม กำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ต้องอนุรักษ์หรือสงวนไว้สำหรับการเติมน้ำบาดาลเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองในฤดูแล้ง โดยเน้นการศึกษาและพัฒนาแนวทางในการบริหารจัดการเชิงระบบนิเวศ ประกอบไปด้วย การส่งเสริมให้เจ้าของธุรกิจและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมมือกับนักวิจัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ นวัตกรรม และการปฏิบัติการต่าง ๆ ต่อทรัพยากรโดยรอบที่สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น การประสานความร่วมมือจากภาคีต่าง ๆ ในสังคม การปรับกลยุทธ์ทางการตลาด โดยนำแนวคิดในเรื่องต้นทุนและกำไร มาปรับใช้กับการจัดการเชิงระบบนิเวศให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ บนพื้นฐานของความสมดุลกันระหว่างการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน การขับเคลื่อนแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของประเทศ สามารถทำได้โดยจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต วิเคราะห์กลไกกายภาพ และความผันแปรระหว่างทศวรรษภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สร้างดัชนีเพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์สุดขั้ว และประยุกต์ใช้ข้อมูลการจำลองสภาพภูมิอากาศ เพื่อศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ในการลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอาากาศโดยใช้ชีววิธี เช่น การใช้จุลินทรีย์ สามารถทำได้หลายกระบวนการและนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ได้แก่ การดักจับ CO2 ด้วยชีววิธีเป็นวิธีที่มีศักยภาพสำหรับการฟื้นฟูสภาพอากาศ การใช้จุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมนั้น มีจุดมุ่งเน้นในการศึกษา บทบาทของจุลินทรีย์สิ่งแวดล้อมในการอนุรักษ์ระบบนิเวศ การย่อยสลายก๊าซไอโซพรีน ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนประเภทที่่มีปริมาณมากเป็นอันดับสองรองจากมีเทน และเป็นก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ไอโซพรีนส่วนหนึ่งที่ถูกดูดซับลงสู่ดิน สามารถถูกย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ในดิน นอกจากนี้แบคทีเรียหลายชนิดมีความสามารถสูง ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เนื่องจากมีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสารตั้งต้นได้หลายชนิด ซึ่งมักจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการบำบัดสารอินทรีย์ ช่วยลดการทิ้งของเสียจากชุมชนสู่สิ่งแวดล้อม ต่อยอดผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งในระยะยาวจะช่วยบำบัดสารเคมีที่ตกค้างในดินของพื้นที่ทางการเกษตร และทำให้ชุมชมอยู่แบบพึ่งพาตนเองแบบยั่งยืนต่อไป

Diagram

Description automatically generated

A diagram of climate impacts

Description automatically generated

**3.ที่มา/ความสำคัญของโครงการ หลักการและเหตุผล**

จากการที่ศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้รับการสนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานศูนย์วิจัยเพื่อการผลิตผลงานวิจัยและการตีพิมพ์ผลงานในฐานข้อมูลสากล จากมหาวิทยาลัยมาตั้งแต่ปี 2560 นั้น เป็นส่วนสำคัญในการผลักดันให้อาจารย์และนักวิจัยของศูนย์ฯ มีผลงานตีพิมพ์เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพดีขึ้น ก่อให้เกิดความร่วมมือและเครือข่ายงานวิจัยเพิ่มเติมทั้งในและต่างประเทศ มีงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในเชิงวิชาการ สังคมและสิ่งแวดล้อม เช่นงานทางด้านมลพิษทางอากาศ โดยในภาพรวมสามารถเห็นผลลัพธ์เชิงประจักษ์อย่างเป็นรูปธรรม

อ้างอิงการจัดอันดับ SClmago Institutions Rankings (SIR) การจัดอันดับสถาบันอุดมศึกษาโลก โดย SCImago Institutions Rankings (SIR) 2023 เป็นการจัดอันดับสถาบันด้านการวิจัยทั้งสถาบันอุดมศึกษา สถาบันวิจัย หน่วยงานของรัฐ และบริษัทเอกชน เมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2566 ได้มีการประกาศผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลกรายสาขาวิชา ประจำปี 2023 โดย QS World University Rankings ซึ่งผลปรากฎว่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ติดอันดับโลกในสาขาวิชาเฉพาะ (Narrow Subjects) โดยผลการจัดอันดับปี 2023 สาขาวิชาเฉพาะ พบว่าสาขา Environmental Sciences ได้รับการจัดอันดับเป็นที่ 4 ของประเทศ และอันดับ 401-450 ของโลก โดยมีตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมิน 5 ด้าน ดังนี้ 1) Academic reputation 2) Employer reputation 3) Citations per paper 4) H-index และตัวชี้วัด 5) International Research Network โดยผลการจัดอันดับในปีนี้มีช่วงลำดับที่ดีขึ้นกว่าปี 2022 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของผลงานในสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีโอกาสในการพัฒนาให้ดีขึ้นไปได้อีก หากได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ ในการเป็น์มหาวิทยาลัยชั้นนำที่รับผิดชอบต่อสังคม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยนวัตกรรม โดยเป็นผู้นำในการสร้าง จัดการ สร้างเสริมสมรรถนะ และแบ่งปันองค์ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรมสีเขียว วิธีการคือ สร้างและพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อม นำองค์ความรู้และนวัตกรรมในด้านสิ่งแวดล้อม ไปใช้ประโยชน์ในเชิงประจักษ์

1. **สาขาวิชาที่ทำการวิจัย (Research Subject)** จำแนกสาขาตาม OECD ดังนี้

วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Sciences)

วิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technology)

วิทยาศาสตร์การแพทย์และสุขภาพ (Medical and Health Sciences)

เกษตรศาสตร์ (Agriculture Sciences)

สังคมศาสตร์ (Social Sciences)

มนุษยศาสตร์ (Humanities)

1. **Research Consortium** *(ระบุเพียง 1 Consortium)*

Materials Innovation

Climate Change, Crisis, Carbon neutrality

Agriculture, High valued Food Biodiversity

Herb, Cosmetic, Supplements, Drugs

Health and Well-being, Aging Society, Pandemics

Tourism & Creative Economy

Digital & AI

Social science, Humanity and Art

Frontier/Deep Tech

Others โปรดระบุ ………………………………………………………………….

1. **วัตถุประสงค์** *(ระบุเป็นข้อย่อย)*

6.1 เพื่อจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค และประยุกต์ใช้ ข้อมูลการจำลองสภาพภูมิอากาศเพื่อศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ

6.2 เพื่อติดตาตรวจสอบและประเมินผลของมลพิษทางอากาศในภาคเหนือของประเทศไทย ต่อการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ

6.3 เพื่อประเมิน water footprint ของระบบนิเวศน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำใต้ดิน

6.4 เพื่อศึกษาบทบาทของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมและศักยภาพของจุลินทรีย์ในการลดปริมาณกลุ่มก๊าซ  
เรือนกระจกการย่อยสลายของเสียและสารที่เป็นมลพิษเพื่อฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1. **แผนการดำเนินงานของกลุ่มวิจัยฯ** *(อธิบายวิธีการบริหารจัดการกลุ่มวิจัยฯ**ว่ามีแนวทางในการทำงานของกลุ่มอย่างไร เช่น แผนการพัฒนากำลังคน แผนการสร้างเครือข่าย แผนการแสวงหาทุนจากแหล่งทุนภายนอก แผนบริหารความเสี่ยง เป็นต้น)*
   * การบริหารจัดการกลุ่มวิจัยจะใช้วิธีให้นักวิจัยทำข้อเสนอโครงการมารวบรวมยังแผนงานกลาง จากนั้นทำการจัดกลุ่มวิจัยออกเป็นด้านต่าง ๆ หาความเชื่อมโยงและจุดเด่นของงานวิจัย
   * ในการพัฒนากำลังคนคือการพยายามให้มีการผสมผสานของนักวิจัยทุกรุ่น ตั้งแต่นักวิจัยรุ่นใหม่ รุ่นกลาง และรุ่นอาวุโส เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนทัศนคติ องค์ความรู้ และการส่งเสริมการทำงานในกลุ่ม
   * จะมีการส่งเสริมการแสวงแหล่งทุนภายนอกโดยการให้ข้อมูลแหล่งทุนโดยศูนย์วิจัย การวางแผนการเขียนข้อเสนอโครงการ และการสร้างเครือข่ายวิจัยทั้งในและต่างประเทศ
   * การบริหารความเสี่ยงจะทำโดยมีการจัดสรรงบประมาณเป็นงวดๆ และมีการประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัยเป็นระยะ โดยมีการตั้งเงื่อนไขการเบิกจ่ายงบประมาณตามความก้าวหน้าของงาน มีระบบ mentor กรณีนักวิจัยรุ่นใหม่ เป็นต้น

**ส่วนที่ 3 แผนการดำเนินงานวิจัย** *(รายละเอียดโครงการวิจัยภายใต้การดำเนินงานของกลุ่มวิจัยฯ)*

1. **บทคัดย่อ และแผนภาพสรุปโครงการวิจัย 1 ภาพ**

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างรุนแรง มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญเนื่องจากส่งผลกระทบในวงกว้าง และมีแนวโน้มที่จะมีทวี ความรุนแรงเพิ่มมากอย่างต่อเนื่อง โดยมีปัจจัยหลัก ได้แก่ แหล่งกำเนิดของมลพิษ สภาพภูมิประเทศ และปัญหามลพิษข้ามแดน สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในพื้นที่ภาคเหนือ ตอนบนของประเทศไทย ซึ่งมักจะเข้าสู่ภาวะวิกฤต มีค่า PM2.5 เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศ ในช่วงไตรมาสแรกของทุกปี เนื่องจากบริเวณภาคเหนือตอนบนมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะ ล้อมรอบ ด้วยภูเขา ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนเป็นแหล่งรองรับมลพิษทางอากาศ และถูกเก็บกักไว้ในพื้นที่ ทั้งที่ไม่ว่าจะเป็นมลพิษที่เกิดขึ้นภายในประเทศหรือมลพิษข้ามแดน ในส่วนของทรัพยากรน้ำ พบว่าปริมาณทรัพยากรน้ำมีความสุ่มเสี่ยงต่อภาวะแล้งจัด การศึกษาหาปริมาณการใช้น้ำที่เหมาะสม และอย่างยั่งยืน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์่ผนวกกับการใช้สารติดตามทางสิ่งแวดล้อม กำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ต้องอนุรักษ์หรือสงวนไว้สำหรับการเติมน้ำบาดาลเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองในฤดูแล้ง โดยเน้นการศึกษาและพัฒนาแนวทางในการบริหารจัดการเชิงระบบนิเวศ ประกอบไปด้วย การส่งเสริมให้เจ้าของธุรกิจและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมมือกับนักวิจัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ นวัตกรรม และการปฏิบัติการต่าง ๆ ต่อทรัพยากรโดยรอบที่สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น การประสานความร่วมมือจากภาคีต่าง ๆ ในสังคม การปรับกลยุทธ์ทางการตลาด โดยนำแนวคิดในเรื่องต้นทุนและกำไร มาปรับใช้กับการจัดการเชิงระบบนิเวศให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ บนพื้นฐานของความสมดุลกันระหว่างการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน การขับเคลื่อนแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของประเทศ สามารถทำได้โดยจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต วิเคราะห์กลไกกายภาพ และความผันแปรระหว่างทศวรรษภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สร้างดัชนีเพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์สุดขั้ว และประยุกต์ใช้ข้อมูลการจำลองสภาพภูมิอากาศ เพื่อศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ในการลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอาากาศโดยใช้ชีววิธี เช่น การใช้จุลินทรีย์ สามารถทำได้หลายกระบวนการและนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ได้แก่ การดักจับ CO2 ด้วยชีววิธีเป็นวิธีที่มีศักยภาพสำหรับการฟื้นฟูสภาพอากาศ การใช้จุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมนั้น มีจุดมุ่งเน้นในการศึกษา บทบาทของจุลินทรีย์สิ่งแวดล้อมในการอนุรักษ์ระบบนิเวศ การย่อยสลายก๊าซไอโซพรีน ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนประเภทที่่มีปริมาณมากเป็นอันดับสองรองจากมีเทน และเป็นก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ไอโซพรีนส่วนหนึ่งที่ถูกดูดซับลงสู่ดิน สามารถถูกย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ในดิน นอกจากนี้แบคทีเรียหลายชนิดมีความสามารถสูง ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เนื่องจากมีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสารตั้งต้นได้หลายชนิด ซึ่งมักจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการบำบัดสารอินทรีย์ ช่วยลดการทิ้งของเสียจากชุมชนสู่สิ่งแวดล้อม ต่อยอดผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งในระยะยาวจะช่วยบำบัดสารเคมีที่ตกค้างในดินของพื้นที่ทางการเกษตร และทำให้ชุมชมอยู่แบบพึ่งพาตนเองแบบยั่งยืนต่อไป

A diagram of a plant

Description automatically generatedDiagram

Description automatically generated

A diagram of climate impacts

Description automatically generated

1. **คำสำคัญ ไทย-อังกฤษ (Keywords)**

สิ่งแวดล้อม, สภาพภูมิอากาศ, มลพิษทางอากาศ, การจัดการน้ำ, รอยเท้าน้ำ, การกักเก็บคาร์บอน, จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม, การบำบัดทางชีวภาพ

Environment, Climate, Air Pollution, Water management, Water footprint, Carbon sequestration, Environmental microbiology, Bioremediation

1. **แนวคิด ทฤษฎี ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และสมมติฐานงานวิจัย** *(รวมไม่เกิน 5 หน้า)*

ในศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศสุดขั้ว เป็นปัญหาที่น่ากังวลอย่างยิ่งต่อประชาคมระหว่างประเทศ โดยผลกระทบเลวร้ายที่สุด ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อาจรวมถึงการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรง คลื่นความร้อนยาวนาน การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเพิ่มขึ้นของพายุหมุนเขตร้อน การเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา การเปลี่ยนแปลงรูปแบบฝน ตลอดจนการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งรุนแรง (Easterling et al., 2000; Seneviratne et al., 2012) สิ่งเหล่านี้อาจทำลายนิเวศบริการ (Ecosystem Services) และการดำรงชีวิต ที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ พลวัตการย้ายถิ่น และอาจสร้างความขัดแย้งให้เกิดขึ้นได้ (Potential Conflicts) ดังนั้นในช่วงที่ผ่านมา ประเด็นหลักที่นักวิทยาศาสตร์นานาประเทศให้ความสนใจ จึงเกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจและคาดการณ์เหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขั้วให้ดีมากยิ่งขึ้น ท่ามกลางสภาพภูมิอากาศรุนแรงที่สำคัญหลาย ๆ เหตุการณ์ พบว่าภัยแล้งและอุทกภัย เป็นเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคมมาอย่างยาวนาน และหลากหลายกว่าภัยพิบัติธรรมชาติอื่น ๆ ภัยแล้งมักจะเกิดจากการขาดแคลนน้ำฝนหรืออากาศแห้งแล้งยาวนานผิดปกติ ซึ่งการขาดน้ำฝนทำให้เกิดความไม่สมดุลทางอุทกวิทยาอย่างรุนแรง (Trenberth et al., 2014) ในทางกลับกันอุทกภัยบ่อยครั้งมักเกิดจากน้ำขังและฝนตกรุนแรง ซึ่งมีผลอย่างมากกับความเค็ม และความเป็นด่างของทรัพยากรน้ำใต้ผิวดิน (Groundwater resources) เหตุการณ์สุดขั้วเหล่านี้ ได้สร้างความเสียหายต่อบริเวณที่ประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น โดยเฉพาะบริเวณลุ่มแม่น้ำ ซึ่งการศึกษาก่อนหน้านี้เกี่ยวกับเหตุการณ์สุดขั้ว มักขึ้นอยู่กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายความรุนแรง (Intensity) เหตุการณ์สุดขั้วได้ ดังนั้นข้อมูลสภาพภูมิอากาศอื่น ๆ จึงจำเป็นต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย (Dai, 2011) ในห้วงเวลาปัจจุบันการศึกษาของ Masud, Soni, Shrestha, & Tripathi (2016) รายงานการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์สุดขั้ว บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ช่วงปี 1960-2099 โดยใช้ดัชนีอุณหภูมิสุดขั้ว (Temperature extreme indices) พบว่าอุณหภูมิอากาศ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับข้อมูลปีอดีต ผลการศึกษาคาดว่าเกี่ยวข้องกับวันที่มีอากาศร้อน (Summer days) และคืนที่มีอากาศร้อน (Tropical Nights) เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยสังเกตจาก จำนวนวันอากาศเย็น (Cool days) และจำนวนคืนอากาศเย็น (Cool nights) คาดว่าจะลดลง ขณะที่จำนวนวันอากาศอุ่น (Warm days) และคืนอากาศอบอุ่น (Warm nights) คาดว่าจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การเปลี่ยนจำนวนวันอากาศร้อนและคืนอากาศร้อนในข้างต้นไม่มีนัยสำคัญกับการลดลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี รวมทั้งไม่มีนัยสำคัญกับการลดลงของจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 10 มม. และมากกว่า 20 มม.

ประเทศไทยยังประสบปัญหามลพิษทางอากาศในเกือบทุกภูมิภาค โดยเฉพาะพื้นที่ ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ในที่นี้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศตามธรรมชาติ คือ ความแปรปรวน ของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น เฉพาะภายในระบบภูมิอากาศ (Climate system) เช่น Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) และอื่น ๆ (Desar et al., 2012) ซึ่งช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมานี้พบว่าทั้งปัจจัยที่สร้างขึ้นภายใน (หมายถึง Natural climatic variability) และปัจจัยขับเคลื่อนจากภายนอก (หมายถึง Anthropogenic climate change) ล้วนส่งผลต่อแนวโน้มสภาพภูมิอากาศทั้งการเปลี่ยนแปลงในระดับโลกและระดับภูมิภาค โดยที่การพิจารณาระดับโลก (Global scale) ในช่วงเวลายาวนานมากกว่าทศวรรษ จะพบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกหรือกิจกรรมมนุษย์มากกว่า (Santer et al. 2011; Meehl et al. 2013) แต่เมื่อพิจารณาระดับภูมิภาค (Regional scale) กลับพบว่าทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกล้วนมีอิทธิพลต่อแนวโน้มสภาพภูมิอากาศเท่า ๆ กัน ไม่ว่าจะเป็นแนวโน้มสภาพภูมิอากาศระหว่างปีหรือแนวโน้มสภาพภูมิอากาศหลายทศวรรษ (มากกว่า 50 ปี) ดังนั้น ในมุมมองของการบรรเทาและปรับตัวต่อสภาพภาพภูมิอากาศ จำเป็นต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของ ความแปรปรวนภายในกับปัจจัยภายนอกจากกิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลต่อแนวโน้มภูมิอากาศภูมิภาคในระยะยาว (Ricke & Caldeira, 2014) ซึ่งการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตอันใกล้ (Near-term) ภายใต้ภาพฉาย Warming และภาพฉาย Mitigation ที่เป็นผลผลิตภายใต้แผนงานวิจัยครั้งนี้ จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ เช่น เหตุการณ์สุดขั้ว (ภัยแล้ง, น้ำท่วม, คลื่นความร้อน) คุณภาพอากาศ (PM2.5) โรคแมลง และผลกระทบด้านสุขภาพ ซึ่งผลจากการศึกษ าประเด็นเหล่านี้ จะมีประโยชน์อย่างมาก ไม่เพียงแต่สร้างความเข้าใจต่อกลไกกายภาพของเหตุการณ์สุดขั้ว และผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ แต่ยังสามารถนำมาสร้างเป็นกลยุทธ์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้อีกด้วย

ปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยจัดเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและมีแนวโน้มทวีความรุนแรงขึ้น องค์ประกอบทางเคมที่สำคัญที่เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ เช่น levoglucosan และโพแทสเซียมไอออน (K+) ที่นิยมใช้ในการเป็นตัวบ่งชี้แหล่งกำเนิดจากการเผาชีวมวล ีไอออน เช่น SO42-, NO3- และ NH4+ เป็นตัวบ่งชี้การเกิดอนุภาคฝุ่นทุติยภูมิอนินทรีย (Secondary inorganic aerosols: SIAs) ในชวงฤดูหมอกควันแหลงกําเนิดของอนุภาคฝุ่น PM2.5 เปนแบบผสมผสาน ระหวางสารละอองลอยทุติยภูมิชนิดอนินทรีย และการเผาชีวมวล ซึ่งเปนองคประกอบที่พบไดทั่วไป ในพื้นที่ที่มีการสะสมของสารมลพิษในอากาศ ที่มีแหลงกําเนิดหลายชนิดทั้งจากการเผาในที่โลง และการปลดปลอยจากจราจร และ อุตสาหกรรม ในขณะที่ชวงนอกฤดูหมอกควัน พบความแตกตางของแหล่งกำเนิดระหวางพื้นที่ในเมืองและนอกเมืองได้อย่างชัดเจน โดยที่พื้นที่ในเมืองจะพบไอออน NH4+ และ SO42- ในขณะพื้นที่นอกเมืองจะตรวจพบไอออน K+ และ Cl- ด้วยเหตุนี้จึงสามารถที่จะสรุปได้ว่าพื้นที่ในเมืองมีแหล่งกำเนิดมาจากจากการจราจร ในขณะที่พื้นที่นอกเมือง น่าจะมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ชีวมวล ข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการทำ diagnostic ratio ของสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ที่บ่งชี้ให้ทราบว่าพื้นที่นอกเมือง มีแหล่งกำเนิดจากการเผาชีวมวล ในขณะที่สถานีอื่นระบุเปนแหลงกําเนิดผสม ซึ่งใหผลสอดคลองกับ การระบุแหลงที่มา ในองคประกอบไอออน สําหรับองคประกอบคารบอน พบวาการเผาชีวมวลมีมากในทุกพื้นที่เนื่องจากพบทั้ง OC3 และ EC1-OP (Char-EC) ในสัดสวนที่สูง จากขอมูลเชิงพื้นที่จะเห็นไดวา พื้นที่ที่ใกลแหลงกําเนิดของฝุน PM2.5 จะไดรับผลกระทบสูงกวา พื้นที่ที่อยูหางจากแหลงกําเนิด อยางไรก็ตามแหลงกําเนิดมลพิษที่แตกตางกัน จะสงผลตอความรุนแรงของมลพิษที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากองคประกอบทางเคมีที่ตรึงอยู่บนอนุภาคฝุนนั้น ๆ ดวย ในชวงฤดูหมอกควัน พื้นที่ทั้งหมดของภาคเหนือตอนบน จะไดรับผลกระทบจาการเผาในที่โลง โดยพื้นที่นอกเมือง จะไดรับผลกระทบมากกวาในพื้นที่เขตเมือง ในขณะนอกชวงฤดูหมอกควันพื้นที่เขตเมือง จะมีปญหาผลพิษที่มาจากแหลงอื่น ๆ เชน การจราจร กิจกรรมตาง ๆ ของมนุษย และโรงงานอุตสาหกรรม เปนตน มลพิษที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศมีทั้งอนุภาคและก๊าซ เช่น อนุภาคฝุ่น PM2.5 และสารมลพิษที่ตรึงอยู่บนอนุภาคฝุ่นีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมนุษย์ ส่วนก๊าซในบรรยากาศ เช่น สารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นกลุ่มสารที่มีบทบาทในการทำให้เกิดละอองลอยอินทรีย์ทุติยภูมิ การผลิตโอโซน รวมทั้งความเป็นพิษของตัวสารเอง ซึ่งสารกลุ่มนี้ถือว่าเป็นกุญแจที่สำคัญของเคมีบรรยากาศ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสารมลพิษในบรรยากาศยังขึ้นค่าทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

การศึกษาและพัฒนาแนวทางในการบริหารจัดการเชิงระบบนิเวศ ประกอบไปด้วย การส่งเสริมให้เจ้าของธุรกิจและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมมือกับนักวิจัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ นวัตกรรม และการปฏิบัติการต่าง ๆ ต่อทรัพยากรโดยรอบที่สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น การประสานความร่วมมือ จากภาคีต่าง ๆ ในสังคม การปรับกลยุทธ์ทางการตลาด โดยนำแนวคิดในเรื่องต้นทุนและกำไร มาปรับใช้กับการจัดการเชิงระบบนิเวศให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ บนพื้นฐานของความสมดุลกัน ระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ (สำนักงานนวัตกรรมพื้นที่คุ้มครอง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2564) ซึ่งแนวทาง การบริหารจัดการดังกล่าว สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) โดยเฉพาะมิติด้านสิ่งแวดล้อมที่ให้ความสำคัญกับการปกป้องและรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสภาพภูมิอากาศเพื่อพลเมืองโลกรุ่นต่อไป ควบคู่ไปกับเศรษฐกิจและความมั่งคั่ง ที่ส่งเสริมให้ประชาชน มีความเป็นอยู่ที่ดีและสอดคล้องกับธรรมชาติ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2563) การประเมินค่า water footprint เพื่อบ่งชี้การใช้น้ำอย่างมีคุณค่า และลดผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ต่อสิ่งแวดล้อม หรือการประเมินปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ที่ปล่อยออกมา จากกระบวนการผลิตตลอดวัฏจักร (carbon footprint) เป็นต้น ซึ่งในสภาวะการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน น้ำต้นทุนที่มีอยู่ มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสวนทางกับความต้องการ การใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการส่งเสริมให้เกษตรกรตระหนักถึงกระบวนการผลิต หรือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ใช้น้ำต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ และลดการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม จะช่วยส่งเสริมคุณถาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน รอยเท้านิเวศ (ecological footprint) เป็นหน่วยวัดที่แสดงปริมาณการใช้ทรัพยากร ผ่านการผลิตสินค้าและบริการ รวมถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็นพื้นที่ต่อจำนวนประชากร (Global hectares per capita) แนวคิดเรื่องรอยเท้านิเวศ ถูกนำเสนอครั้งแรกในปี 1992 โดย William Rees และมีการศึกษาอย่างแพร่หลายทั่วโลก และต่อเนื่องจนกระทั่งถึงปัจจุบัน โดยมีแนวคิดว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องบริโภคทรัพยากร จากระบบนิเวศเพื่อการดำรงชีวิต โดยขนาดของรอยเท้านิเวศที่มีขนาดใหญ่ หมายถึงการบริโภคทรัพยากร ที่มากกว่ารอยเท้าขนาดเล็ก การศึกษารอยเท้านิเวศสามารถศึกษาได้ทั้งระดับ National, Reginal และ Local scales (Global Footprint Network, 2020) รอยเท้าคาร์บอน (carbon footprint) คือปริมาณรวมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ เช่น ก๊าซมีเทน (CH4) ไนตรัสออกไซด์ (N2O) เป็นต้น ที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์ หรือบริการตลอดวัฏจักรชีวิต ซึ่งเป็นการวัดผลกระทบของผลิตภัณฑ์ และบริการ จากกิจกรรมของคนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณ โดยใช้ตัวบ่งชี้คือโอกาสในการเกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential; GWP) โดยแบ่งออกเป็นสองประเภทหลักได้แก่ รอยเท้าคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ และรอยเท้าคาร์บอนขององค์กร รอยเท้าน้ำ (water footprint) เป็นหน่วยวัดที่แสดงปริมาณ การใช้ทรัพยากรน้ำ ผ่านการผลิตสินค้าและบริการทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยคำนวณปริมาณน้ำจากผลรวมของทุกขั้นตอน ตลอดห่วงโซ่ของการผลิตสินค้าและบริการออกมาในรูปของขนาดรอยเท้าน้ำ รอยเท้าน้ำสามารถนำมาประเมินผลกระทบ ที่เกิดจากการผลิตสินค้า หรืองานบริการต่อการใช้ทรัพยากรน้ำ และยังสามารถบอกปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น ระยะเวลาและสถานที่ที่เกิดการใช้น้ำอีกด้วย (Chapagain et al., 2006; Hoekstra et al., 2011) รอยเท้าน้ำแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ รอยเท้าน้ำสีเขียว (green water footprint) รอยเท้าน้ำสีฟ้า (blue water footprint) และ รอยเท้าน้ำสีเทา (grey water footprint) โดยรอยเท้าน้ำสีเทา สามารถใช้ในการคำนวณ จากปริมาณน้ำที่ใช้บำบัดน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ของคุณภาพน้ำที่สามารถปล่อยทิ้งสู่ธรรมชาติได้ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ได้นำเอาแนวคิดการประเมินรอยเท้านิเวศ รอยเท้าคาร์บอน และรอยเท้าน้ำมาเป็นตัวชี้วัดหนึ่งในการบ่งชี้ประสิทธิภาพ ของการบริหารจัดการทรัพยากร ของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่สูง

ปัจจุบันประเทศไทยได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะภาวะโลกร้อน ที่เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยในปี พ.ศ. 2559 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 354,357.61 พันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (GgCO2eq) ในขณะที่ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ที่ถูกดูดซับอยู่ที่ 91,134.15 GgCO2eq โดยภาคพลังงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 71.65% ภาคอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 8.89% ภาคเกษตร 14.72% และภาคของเสีย 4.73% ของปริมาณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมด (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563) โดยทั่วไปแล้วธรรมชาติมีกระบวนการกักเก็บคาร์บอน เพื่อลดการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดอกไซด์ ในบรรยากาศ โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยสิ่งมีชีวิตที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ โดยเฉพาะสาหร่ายขนาดเล็กและไซยาโนแบคทีเรียซึ่งสามารถสังเคราะห์แสงโดยเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นชีวมวล ให้ผลผลิตชีวมวลสูง จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าไซยาโนแบคทีเรีย *Lepotolyngbya* sp. AARL KC45 ซึ่งเป็นไซยาโนแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นเส้นสาย เจริญในสภาวะทนร้อน ที่แยกมาจากน้ำพุร้อน มีอัตราการเจริญเร็ว เก็บเกี่ยวเซลล์ได้ง่าย เมื่อเพาะเลี้ยงในสภาวะที่มีก๊าซ CO2 เทียบเท่า 1.8 ตัน จะผลิตชีวมวลไซยาโนแบคทีเรียได้ 1 ตัน และได้สารชีวโมเลกุลที่มีมูลค่า โดยกากชีวมวลที่สกัดรงควัตถุออกไปแล้วจะสามารถนำมาผลิตไบดีเซลได้เทียบเท่า 25–112 กิโลกรัม ต่อชีวมวล 1 ตัน (Pekkoh et al., 2022) ส่วนสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก Chlorella sp. AARL G049 เป็นสาหร่ายอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีรายงานว่าสามารถเพาะเลี้ยงในสภาวะที่มีความเข้มข้นของก๊าซ CO2 สูงได้ และยังคงพบสารชีวโมเลกุลที่มีมูลค่า (Sriphuttha et al., 2013) ทั้งนี้เพื่อช่วยปริมาณก๊าซ CO2 ที่จะปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ และยังทำให้เพิ่มผลผลิตชีวมวล และสารชีวโมเลกุลที่มีมูลค่าสูง และจัดเป็นวิธีการดักจับและกักเก็บ CO2 ที่ใช้ต้นทุนต่ำ และมีมูลค่าเพิ่มจากสารชีวโมเลกุล จากชีวมวลไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กด้วย อีกทั้งกากที่เหลือจากการสกัด ยังสามารถนำไปผ่าน กระบวนกา รสำหรับผลิตพลังงานได้ แบคทีเรียหลายชนิดมีความสามารถสูง ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เนื่องจากมีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสารตั้งต้นได้หลายชนิด จึงถูกนำมาใช้ในการบวนการบำบัดเศษอาหาร (An et al., 2018) ซึ่งนอกจากใช้ย่อยสลายของเสียแล้ว ยังสามารถผลิตปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งเป็นผลผลิตจาก กระบวนการดังกล่าว (Xue et al., 2018) เพื่อนำไปใช้ทำสารปรับปรุงดินต้องใช้อาหารที่เหมาะสม ซึ่งอาจทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิตหัวเชื้อ ดังนั้นหากสามารถผลิตหัวเชื้อแบคทีเรียชนิดดังกล่าว ด้วยการหมักของเสียจากชุมชนและทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ จะช่วยลดต้นทุนและลดค่าใช้จ่าย ในการจัดการขยะย่อยสลายได้ของชุมชน และปุ๋ยหมักที่ได้ยังช่วยส่งเสริมการเจริญของพืชทดแทนปุ๋ยเคมี ช่วยลดต้นทุนในการเพาะปลูกและบำบัดสารเคมีตกค้างในดินพื้นที่ทางการเกษตรอีกด้วย

1. **วัตถุประสงค์** *(ระบุเป็นข้อย่อย)*
   * + เพื่อจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค และประยุกต์ใช้ข้อมูลการจำลองสภาพภูมิอากาศเพื่อศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
     + เพื่อติดตามตรวจสอบและประเมินผลของมลพิษทางอากาศในภาคเหนือของประเทศไทยต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบต่อสุขภาพ
     + เพื่อประเมิน water footprint ของระบบนิเวศน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำใต้ดิน
     + เพื่อศึกษาบทบาทของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม และศักยภาพของจุลินทรีย์ในการลดปริมาณกลุ่มก๊าซเรือนกระจก การย่อยสลายของเสียและสารที่เป็นมลพิษเพื่อฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อม
2. **ขอบเขตการวิจัย** *(กรอบการวิจัยที่เป็นแผนผังภาพแสดงถึงเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการ และมีการแสดงความเชื่อมโยงโครงการย่อยเพื่อตอบเป้าหมายใหญ่ร่วมกัน (หากมีโครงการย่อย))*

A diagram of climate impacts

Description automatically generated

1. **ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย** *(ระบุขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการวิจัยให้ชัดเจน)*

**6.1 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอนุภาคฝุ่นและก๊าซ**

1 การเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บอนุภาคฝุ่น ได้แก่ Mini-volume air sampler, Low volume air sampler (LV) และ High volume air sampler (HV)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในฝุ่น

1) Carbon content (OC-EC)

เตรียมตัวอย่างกระดาษ โดยการตัดกระดาษรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร ก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Multi-Wavelength Thermal/Optical Carbon Analyzer (DRI Model 2015) ตาม IMPROVE protocol

2) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

นำกระดาษกรองเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs โดยทำการสกัดตัวอย่างกระดาษกรองที่ใช้เก็บฝุ่นด้วยตัวทำละลายผสมระหว่าง ไดคลอโรมีเทน:เฮกเซน อัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 25 มิลลิลิตรด้วยเครื่อง Ultrasonicator (Elma, Germany) ที่อุณหภูมิ 10 ºC เป็นเวลา 45 นาที จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้มากรองด้วยกระดาษกรองชนิด Nylon ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร ระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Evaporator (Buchi, Switzerland) จนกระทั่งสารละลายเหลือปริมาตรน้อยกว่า 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติม Internal standard ก่อนปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 2 มิลลิลิตรจากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้ไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโทมิเตอร์ (GC-MS; Agilent 7820A-5977E, U.S.A)

3) Metals/element

นำตัวอย่างอนุภาคฝุ่นขนาดครึ่งหนึ่งของกระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร มาทำการย่อยด้วยด้วยกรดกัดทอง (aqua regia) ปริมาณ 4 มิลลิลิตร ในอัตราส่วน 3:1 ปริมาตร/ปริมาตร ของ HCl:HNO3 ใน digestion box ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบโลหะ/ธาตุด้วย ICP-OES

4) Water soluble ions (WSI)

นำกระดาษกรองเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในอากาศ เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่น MV ที่มีอัตราการไหล 5.0 ลิตรต่อนาที มาวิเคราะห์หาปริมาณไอออน โดยตัดกระดาษออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน นำกระดาษเพียงครึ่งหนึ่งมาสกัดด้วยน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 15 มิลลิลิตร ด้วยเครื่อง Ultrasonicator (Elma, Germany) ที่อุณหภูมิ 35 ºC เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้มากรองด้วยกระดาษกรองชนิด cellulose acetate ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไอออนบวกและไอออนลบ ด้วยเครื่อง Ion Chromatograph (822 Compart IC plus, Metrohm, Switzerland)

5) Carboxylate, Anhydrosugars และ Sugars&sugar alcohols

ทำการสกัดกระดาษกรองเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น ด้วยน้ำปราศจากไอออน ปริมาตร 15 มิลลิลิตร โดยการตัดกระดาษกรองเป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยกรรไกร นำไปใส่ในหลอด Centrifugeทำการสกัดด้วยเครื่อง Ultrasonicator (Elma, Germany) ที่อุณหภูมิน้อยกว่า 15 ºC เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นทำการกรองสารละลายตัวอย่างที่สกัดด้วย cellulose acetate ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Carboxylate, Anhydrosugars และ Sugars&sugar alcohols ด้วยเครื่อง Ion Chromatograph

6) การเก็บตัวอย่างและ์สารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ

1. การเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่าย

ก่อนทำการเก็บตัวอย่างต้องทำความสะอาดหลอดเก็บตัวอย่างด้วยเเครื่อง TC-20 ด้วยการใ้ห้ความร้อนกับหลอดเก็บตัวอย่างร่วมกับให้ก๊าซไนโตรเจนไหลผ่านตลอดระยะเวลาของการทำความสะอาดหลอดเก็บตัว (ประมาณ 6-8 ชั่วโมง) หลังจากนั้นเก็บใน desiccator จนกระทั่งจะนำไปเก็บตัวอย่าง

ในขั้นตอนของการเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศ เช่น ในเขตพื้นที่เมืองและพื้นที่นอกเมือง เป็นต้น จะอ้างอิงตามวิธีีมาตรฐานของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US EPA) Method TO-17 ที่มีการใช้ low flow pump ที่มีอัตราการไหลไม่เกิน 200 มิิลลิิลิตรต่อนาที ทำงานร่วมกับหลอดเก็บตัวอย่างที่ภายในหลอดบรรจุสารที่เป็นตัวดูดซับสารอินทรีย์ระเหยง่ายอยู่ วิธีการนี้เป็นการแยกสารอินทรีย์ระเหยง่ายออกมาจากตัวอย่างอากาศและยังเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารบนตัวดูดซับ

2. การวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่าย

หลอดเก็บตัวอย่างที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศเรียบร้อยแล้วจะนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิระหว่าง -15 ถึง -18 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์โดยการใช้ Thermal desorption unit (TDU) ที่ไม่จำเป็นต้องใช้่ตัวทำละลายในการสกัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายออกมาจากหลอดเก็บตัวอย่าง ร่วมกับการวิเคราะห์สารแต่ละชนิดด้วยการใช้ Gas chromatograph-mass spectrometer (GC-MS)

3. การประมวลผล

ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จาก GC-MS สามารถทำได้ 2 แบบคือ การวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพเพื่อระบุชนิดของสารและะเชิงปริมาณเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างพื่้นที่ใต้กราฟและปริมาณของสาร โดยทำการเปรียบเทียบจากสารมาตรฐานและฐานข้อมูลของ Mass reference database ที่มีอยู่ในเครื่องมือ ก่อนที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในมิติต่างๆ เช่น ผลกระทบต่อสุขภาพหรือการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เป็นต้น

**6.2 การประเมินรอยเท้านิเวศ รอยเท้าน้ำ และรอยเท้าคาร์บอน**

* **การประเมินรอยเท้านิเวศ (Ecological footprint)**

ประเมิณรอยเท้านิเวศ (Ecological footprint) เปรียบเทียบระหว่างเครื่องมือคำนวณออนไลน์ (https://www.openlca.org/) และซอฟท์แวร์ openLCA (https://www.openlca.org/)

* **รอยเท้าคาร์บอน (carbon footprint)**

ประเมิณรอยเท้าคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ อ้างอิงตามวิธี ISO 14067 และ PAS 2050:2011 (https://www.bsigroup.com/globalassets/localfiles/en-th/carbon-footprint/pas-2050-2011-guide.pdf)

* **การประเมินรอยเท้าน้ำ (Water Footprint)**

ประเมินรอยเท้าน้ำตามวิธีของ (Hoekstra et al., 2011)

**6.3 การประเมินปริมาณน้ำใต้ดิน**

1) **Big Data Analysis:** วิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลเชียงใหม่-ลำพูนในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลระดับน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาล ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลการระเหยและการคายระเหยซึ่งมีการผันแปรตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะการวางตัวของชั้นหินอุ้มน้ำ ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลา อาทิ ข้อมูลลักษณะ ชนิด และการวางตัวของชั้นหินอุ้มน้ำ ทั้งนี้ เพื่อประเมินแนวโน้มและหาตัวแบบเพื่อทำนายปริมาณน้ำในส่วนต่าง ๆ ข้างต้นที่ขึ้นอยู่กับเวลา โดยใช้วิธีการทางสถิติและวิทยาการข้อมูล ด้าน Time Series Analysis ได้แก่ Autocorrelation Function (ACF), Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) และ Transfer Function Model (TFM) ซึ่งผลการวิเคราะห์และตัวแบบที่ได้ จะนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลนำเข้าในการจัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลในขั้นตอนถัดไป

2) **Mathematical Modeling:** จัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงตัวเลข (Numerical modeling) ชนิดผลต่างอันตะแบบสามมิติ (3D Finite difference) สำหรับจำลองการไหลของน้ำบาดาล ของแอ่งน้ำบาดาลเชียงใหม่-ลำพูน เพื่อประเมินรูปแบบ ปริมาณ และทิศทางการไหลของน้ำบาดาล ในชั้นตะกอนร่วนซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลที่ใช้กันมากที่สุดในแอ่งเชียงใหม่

3) **Recharge Zonation:** เก็บตัวอย่างน้ำฝนและน้ำบาดาลระดับตื้น เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ ไอโซโทปเสถียร (Stable Isotopes: 2H และ 18O) สำหรับประเมินอัตราการเติมน้ำบาดาล ตามธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นชุดข้อมูลอิสระอีกหนึ่งชุด (Independent Dataset) ในการยืนยัน ผลการจำลอง การไหลในข้อ 6.2 ซึ่งจะสามารถนำมาใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ ที่สมควรอนุรักษ์หรือสงวนไว้สำหรับเป็นพื้นที่เติมน้ำบาดาลตามธรรมชาติของแอ่งน้ำบาดาลเชียงใหม่-ลำพูน

4) **Public Participation & Policy Making:**

จัดประชุมเพื่อรับฟังความเห็นของเครือข่ายผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในการจัดทำแผนแม่บท เพื่อกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ หรือพื้นที่คุ้มครอง สำหรับสงวนไว้เป็นพื้นที่เติมน้ำบาดาล (ซึ่งในประเทศไทยยังไม่เคยมีการกำหนดพื้นที่ลักษณะนี้มาก่อน) โดยมีกลุ่มเป้าหมายได้แก่ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 1 (ลำปาง) ซึ่งดูแลกิจการน้ำบาดาลในเขต 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้ประกอบการด้านน้ำบาดาล (ช่างขุดเจาะ) และผู้ใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม และภาคประชาชน เพื่อระดมข้อคิดเห็น-ข้อเสนอแนะ รวมถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น จากการการกำหนดขอบเขตพื้นที่อนุรักษ์ โดยจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ในการบริหารจัดการ ทรัพยากรน้ำบาดาล ในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเชียงใหม่-ลำพูนต่อไป

**6.4 Climate simulation**

ประมวลผลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต ช่วงปี 2021-2050 ภายใต้ภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 ด้วยแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค WRF-CMIP5 เมื่อได้รับข้อมูลการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศในอนาคตอย่างน้อย 1 ภาพฉาย จะทำการต่อยอดและพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัย เพื่อรับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก และเมื่อประมวลผลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตทั้ง 2 ภาพฉายแล้ว จะดำเนินโครงการวิจัยและ/หรือต่อยอดความร่วมมือทางวิชาการกับต่างประเทศ เพื่อพัฒนาผลงานทางวิชาการร่วมกัน

การวิเคราะห์กลไกกายภาพและความผันแปรระหว่างทศวรรษที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต รวมทั้งพัฒนาดัชนีเพื่อวิเคราะห์ Extreme events ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย เพื่อคาดการณ์เหตุการร์สุดขั้วที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งผลผลิตที่ได้รับจากการดำเนินงานสามารถต่อยอด และพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก (หน่วยงานภาครัฐ เอกชน หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) เช่น การนำใช้ดัชนีเหตุการณ์สุดขั้ว เพื่อสนับสนุนระบบการตัดสินใจสำหรับบริหารจัดการความเสี่ยงด้านภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องได้

การศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม คุณภาพอากาศ (PM2.5) และสุขภาพ เป็นต้น

**6.5 Carbon reduction by microorganism**

* + เลือกไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กจากคลังสาหร่าย ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายและไซยาโนแบคทีเรีย มาเพาะเลี้ยงในสภาวะ Photoautotrophic ด้วยอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญของไซยาโนแบคทีเรีย และสาหร่ายขนาดเล็กแต่ละสายพันธุ์ และเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 10% (Wang et al., 2019) ติดตามการเจริญของไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก เมื่อเข้าสู่ระยะ early station phase จึงเก็บเกี่ยวเซลล์เพื่อวัดปริมาณชีวมวล เปรียบเทียบกับไซยาโนแบคทีเรีย *Leptolyngbya* sp. KC45 และสาหร่ายขนาดเล็ก *Chlorella* sp. AARL G049 ที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารที่เหมาะสม และสภาวะเช่นเดียวกับการคัดเลือก ไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก
  + วิเคราะห์ศักยภาพในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2 fixation potential; Rco2, g-CO2/L/day) โดยคำนวณจากสมการที่อ้างอิงจาก Aghaalipour et al. (2020) ดังนี้
* Rco2 = Ccarbon × [Pbiomass × (Mco2/MC)]
  + ขยายปริมาตรการเพาะเลี้ยงและออกแบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์ที่คัดเลือกด้วยสภาวะการเหมาะสม ในปริมาตรการเพาะเลี้ยง 100 ลิตร ติดตามการเจริญและเก็บเกี่ยวชีวมวลของไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก เมื่อเข้าสู่ระยะ early station phase
  + ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลและไบโอเอทานอลจากกากชีวมวล

**Ecological conservation aspect:**

• การศึกษาการย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนเพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรม ชาติ การศึกษาการย่อยไอโซพรีนของแบคทีเรียที่สัมพันธ์กับชนิดพืชเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์ และฟื้นฟูป่า (ปีที่ 1)

(1) ศึกษาการย่อยสลายไอโซพรีนที่สัมพันธ์กับพืชป่าและพืชเศรษฐกิจบางชนิดที่สามารถปลูกร่วมกับป่าในบริเวณพื้นที่สูง

(2) วิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมและจีโนมของแบคทีเรียบางสายพันธุ์ที่สามารถย่อยสลาย

ไอโซพรีน และเปรียบเทียบกับจีโนมของแบคทีเรียกลุ่มใกล้เคียงในฐานข้อมูล

การศึกษาการใช้กระบวนการ Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR) เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตน้ำมันดิบ (ปีที่ 2)

(1) ออกแบบกระบวนการโดยอาศัยข้อมูลความหลากหลายของจุลินทรีย์ในหินน้ำมัน และน้ำมันดิบ

(2) ทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ MEOR ใน oil well

• การศึกษาการย่อยไฮโดรคาร์บอนโดย marine bacteria จากป่าชายเลน (ปีที่ 3)

(1) ศึกษาชนิดของจุลินทรีย์จากดินบริเวณป่าชายเลนและน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง

(2) ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ชีวเคมี และลักษณะทางพันธุกรรม ของจุลินทรีย์จากป่าชายเลนและน้ำทะเลชายฝั่ง

(3) ทดสอบความสามารถในการสร้างสาร biosurfactants และความสามารถ ในการย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนบางชนิด

(4) เก็บรวบรวมฐานข้อมูล marine bacteria จากป่าชายเลนในตำแหน่งต่างๆ และวิเคราะห์ศักยภาพของในการใช้ marine bacterial strains เพื่อการบำบัดมลพิษ บริเวณชายฝั่งทะเล

**Waste management**

* + การคัดกรองเอนไซม์ย่อยสลายสารตั้งต้น
  + การหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ
  + การหมักปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้ของเสียมาตรฐาน
    - การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์

1. **เอกสาร/งานวิจัยอ้างอิงทางวิชาการเกี่ยวกับโครงการ**

Abusham, R.A., Rahman, R.N.Z.R., Salleh, A.B. and Basri, M., 2009. Optimization of physical factors affecting the production of thermo-stable organic solvent-tolerant protease from a newly isolated halo tolerant Bacillus subtilis strain Rand. Microbial Cell Factories, 8(1), pp.1-9.

Aghaalipour E., Akbulut A., Güllü G., 2020. Carbon dioxide capture with microalgae species in continuous gas-supplied closed cultivation systems, Biochem. Eng. J. 163, 107741, https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107741

Akkerman I., Janssen M., Rocha J., Wijffels RH. 2002. Photobiological hydrogen production: photochemical efficiency and bioreactor design. International Journal of Hydrogen Energy, 27(11–12), 1195-1208.

An, B., Park, M.K. and Oh, J.H., 2018. Food waste treatment using *Bacillus* species isolated from food wastes and production of air-dried Bacillus cell starters.

AOAC International, 1998. Official methods of analysis of AOAC International. The Association, Arlington, VA.

APHA, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. Am. Public Heal Assoc., p. 874.

Beardall J.& Raven J.A. 2004. The potential effects of global climate change on microalgal photosynthesis, growth and ecology, Phycologia, 43:1, 26-40, DOI: 10.2216/i0031-8884-43-1-26.1

Borines, M. G., De Leon, R. L. and McHenry, M. P. 2011. Bioethanol production from farming non-food macroalgae in Pacific island nations: Chemical constituents, bioethanol yields, and prospective species in the Philippines. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(9), 4432-4435.

Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2006). The blue, green and grey water footprint of rice

Dai, A. (2011). Drought under global warming: A review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change. https://doi.org/10.1002/wcc.81

Deser C, Phillips A, Alexander MA. Projecting North American climate over the next 50 years: Uncertainty due to internal variability. J. Climate: 2014 27: 2271–2296.

Easterling, D. R., Evans, J. L., Groisman, P. Y., Karl, T. R., Kunkel, K. E., & Ambenje, P. (2000). Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. Bulletin of the American Meteorological Society. https://doi.org/10.1175/1520-0477(2000)081<0417:OVATIE>2.3.CO;2

Giordano M. & Bowes G. 1997. Gas exchange and C allocation in *Dunaliella salina* cells in response to the N Source and CO2 concentration used for growth. Plant Physiol. 115(3):1049-1056. doi: 10.1104/pp.115.3.1049

Grell, G. A., Peckham, S. E., Schmitz, R., McKeen, S. A., Frost, G., Skamarock, W. C., & Eder, B. (2005). Fully coupled “online” chemistry within the WRF model. Atmospheric Environment, 39(37). https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.04.027

Hoang, L. P., Lauri, H., Kummu, M., Koponen, J., van Vliet, M. T. H., Supit, I., … Ludwig, F. (2015). Mekong River flow and hydrological extremes under climate change. Hydrology and Earth System Sciences Discussions. https://doi.org/10.5194/hessd-12-11651-2015

Inthama, P., Pumas, P., Pathom-Aree, W., Pekkoh, J. and Pumas, C., 2021. Plant growth and drought tolerance-promoting bacterium for bioremediation of paraquat pesticide residues in agriculture soils. Frontiers in Microbiology, 12, p.446.

Lakatos, G. E., Ranglová, K., Manoel, J. C., Grivalský, T., Kopecký, J., & Masojídek, J. 2019. Bioethanol production from microalgae polysaccharides. Folia Microbiologica*.* doi:10.1007/s12223-019-00732-0

Lou, Y., Liu, Y., Wang, H., Li, N., Liu, Q., Liu, Y., & Zhao, X. 2019. Effects of CO2 restriction on growth of *Nitzschia closterium*: Evidence from stable isotopes and fatty acids. Ecotoxicology and Environmental Safety, 177, 7-17.

Masud, M. B., Soni, P., Shrestha, S., & Tripathi, N. K. (2016). Changes in Climate Extremes over North Thailand, 1960–2099. Journal of Climatology. https://doi.org/10.1155/2016/4289454

Meehl, G. A., Hu, A., Arblaster, J. M., Fasullo, J., & Trenberth, K. E. (2013). Externally forced and internally generated decadal climate variability associated with the Interdecadal Pacific Oscillation. Journal of Climate. https://doi: 10.1007/s00382-010-0925-9.

Milne, J. L., Cameron, J.C., Page, L.E., Benson, S.M., Pakrasi, H.B. 2009. Report from Workshop on Biological Capture and Utilization of CO2. Charles F. Knight Center, Washington : University in St. Louis.

Nakano, M.M. and Zuber, P., 1998. Anaerobic growth of a “strict aerobe”(*Bacillus subtilis*). Annual review of microbiology, 52(1), pp.165-190.

Olaizola, M., et al. 2004. Microalgal Removal of CO2 from Flue Gases: CO2 Capture from a Coal Combustor. Mera Pharmaceuticals, Inc., Kailua-Kona, Physical Sciences Inc., Andover.

Papazi A*.*, Makridis P., Divanach P., Kotzabasis K. 2008. Bioenergetic changes in the microalgal photosynthetic apparatus by extremely high CO2 concentrations induce an intense biomass production. Physiologia Plantarum, 132(3), 338-349. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2007.01015.x

Pekkoh, J., Duangjan K., Phinyo K., Kaewkod T., Ruangrit K., Thurakit T., Pumas C., Pathom-aree W., Cheirsilp B., Gu W., Wang G., Srinuanpan S. 2022. Turning waste CO2 into value-added biorefinery co-products using cyanobacterium *Leptolyngb*ya sp. KC45 as a highly efficient living photocatalyst. Chemical Engineering Journal, 460, 141765

Reinfelder, J. R., A. M. L. Kraepiel, and F. M. M. Morel. 2000. Unicellular C4 photosynthesis in a marine diatom. Nature 407: 996– 999. doi:10.1038/35039612

Ricke, K. L., & Caldeira, K. (2014). Natural climate variability and future climate policy. Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/nclimate2186

Santer, B. D., C. A. Mears, C. Doutriaux, P. M. Caldwell, P. J. Gleckler, T. M. L. Wigley, S. Solomon, N. Gillett, D. P. Ivanova, T. R. Karl, J. R. Lanzante, G. A. Meehl, P. A. Stott, K. E. Taylor, P. W. Thorne, M. F. Wehner and F. J. Wentz, (2011) Separating Signal and Noise in Atmospheric Temperature Changes: The Importance of Timescale, J. Geophys. Res., 116, D22105, doi:10.1029/2011JD016263.

Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C. M., Kanae, S., Kossin, J., … Zwiers, F. W. (2012). Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.006

Sriphuttha, C., Pumas, C., Pekkoh J. and Peerapornpisal, Y. 2013. Selection of high CO2 tolerant microalgae for bio-fuel production. Journal of Fisheries Technology Research. S1:71 – 80.

Wang H., Nche-Fambo F.A., Yu Z., Chen F. 2018. Using microalgal communities for high CO2-tolerant strain selection. Algal Research, 35, 253–261.

Xue, S., Miao, L., Ma, Y., Du, Y. and Yan, H., 2016. Optimizing *Bacillus circulans* Xue-113168 for biofertilizer production and its effects on crops. African Journal of Biotechnology, 15(52), pp.2795-2803.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2563. รายงานความก้าวหน้าราย 2 ปี ฉบับที่ 3 กลุ่มงานฐานข้อมูลและองค์ความรู้กองประสานการจัดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.

1. **การตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้อง**

ไม่มีการตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว ไม่มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

1. **หน่วยงานร่วมดำเนินการ /ภาคเอกชนหรือชุมชนที่ร่วมลงทุนหรือดำเนินการ (ถ้ามี)**

| **ลำดับที่** | **ปีงบประมาณ** | **ชื่อหน่วยงาน/บริษัท** | **แนวทางร่วมดำเนินการ** | **การร่วมลงทุนในรูปแบบตัวเงิน**  **(In-Cash) (บาท)** | **รายละเอียดการร่วมลงทุนในรูปแบบอื่น**  **(In-Kind)** | **รวมงบประมาณ** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| หน่วยงานภายในประเทศที่ร่วมดำเนินการ | | | | | | |
| 1 | 2566 ถึง  2568 | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ | ร่วมงานวิจัย |  | * การวางแผนงาน * ติดต่อประสานงาน * ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่าง |  |
| 2 |  | คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |  |  |  |  |
| 3 |  | คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |  |  |  |  |
| 4 |  | สํานักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 เชียงใหม่ | ร่วมงานวิจัย |  | อุปกรณ์ เครื่องมือวัด |  |
| 5 |  | สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ | ร่วมงานวิจัย |  | สถานที่ |  |
| 6 |  | อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร จังหวัดเชียงใหม่ | ร่วมงานวิจัย |  | อุปกรณ์ เครื่องมือ |  |
| 7 |  | ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ | ร่วมงานวิจัย |  | ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา และสถานที่ |  |
| 8 |  | กรมควบคุมมลพิษ |  |  |  |  |
| 9 | 2566 | มูลนิธิพัฒนาลุ่มน้ำแม่คำ | เป็นพื้นที่ดำเนินการวิจัย | 100,000 | มูลนิธิฯ ให้ใช้สถานที่ และลงทุนเรื่องพันธุ์ปลา | 100,000 |
| 10 | 2566-2568 | กรมทรัพยากรน้ำบาดาล | Data Provider | - | ให้ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา อุทกธรณีเคมีและคุณภาพน้ำบาดาลของบ่อน้ำพุร้อน เพื่อใช้ในการวิจัย และมีทีมงานร่วมสำรวจและลงพื้นที่ร่วมกัน | - |
| 11 |  | สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) |  |  |  |  |
| 12 | 2566-2568 | สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) | Data Provider | - | ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลไอโซโทปเสถียรของน้ำฝนและน้ำบาดาล โดยกลุ่มวิจัยจะดำเนินการประเมินแหล่งที่มาของน้ำพุร้อน |  |
| 13 |  | สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| หน่วยงานในต่างประเทศที่ร่วมดำเนินการ | | | | | | |
| 1 |  | Biotechnology Research Center and Department of Biotechnology, Toyama Prefectural University, Japan | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 2 |  | Department of Biotechnology, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 3 |  | CAS and Shandong Province Key Laboratory of Experimental Marine Biology, Center for Ocean Mega-Science, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, China | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 4 |  | National Central University (NCU), Taiwan | ร่วมงานวิจัย |  | อุปกรณ์ เครื่องมือ |  |
| 5 |  | National Taiwan University, Taiwan | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 6 |  | Academia Sinica, Taiwan | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 7 |  | National Taichung University of Science and Technology, Taiwan | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 8 |  | Lee Kong Chian School of Medicine (LKCMedicine), Nanyang Technological University Singapore (NTU Singapore) | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 9 |  | Formerly of Glasgow Caledonian University, Glasgow G4 0BA, United Kingdom | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 10 |  | Department of Earth and Environmental Science, The University of Manchester, Manchester, United Kingdom | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 11 |  | University of East Anglia, United Kingdom | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 12 |  | School of Geography, Earth and Environmental Sciences at the University of Birmingham, United Kingdom | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |
| 13 |  | French National Research Institute for Sustainable Development (IRD) | ร่วมงานวิจัย |  |  |  |

1. **ระดับความพร้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน** (โปรดระบุ หากเสนอผลผลิตที่เป็น Frontier Research, Deep Tech and Appropriate Tech และ Research and IP Utilization)

**10.1 ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL)**

**10.1.1 Development of pollutant detecting methods**

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ .........4..........

รายละเอียด ระบบ OTIC ได้ถูกประกอบใช้งานและสาธิตการทำงานในห้องปฏิบัติการ และใช้แก้ปัญหาการวิเคราะห์ไอออนในตัวอย่างเครื่องดื่มบางชนิด

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ .........5..........

รายละเอียด ระบบ OTIC ถูกพัฒนาเพิ่มเติมด้วยการเพิ่มชิ้นส่วนที่ทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น มีขีดจำกัดการวิเคราะห์ที่ต่ำลง สามารถวิเคราะห์ไอออนบางชนิดในตัวอย่างที่มีปริมาณน้อยได้ และใช้กับตัวอย่างจริงได้หลากหลายมากขึ้น

**10.1.2. CO2 capture**

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ ....3......

รายละเอียด กระบวนการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรีย *Leptolyngbya* sp. KC45 เพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ และสร้างสารมูลค่าสูง

Pekkoh, J., Duangjan K., Phinyo K., Kaewkod T., Ruangrit K., Thurakit T., Pumas C., Pathom-aree W., Cheirsilp B., Gu W., Wang G., Srinuanpan S. 2022. Turning waste CO2 into value-added biorefinery co-products using cyanobacterium *Leptolyngbya* sp. KC45 as a highly efficient living photocatalyst. Chemical Engineering Journal, 460, 141765.

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ .......4.......

รายละเอียด ต้นแบบระบบเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียหรือสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์และสร้างสารมูลค่าสูง

**10.1.3 การศึกษาการผลิตรงควัตถุที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพจากแบคทีเรียที่แยกได้จากสภาพแวดล้อม**

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ ........2...........

รายละเอียด สามารถแยกเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม thermophile/alkalophile ที่สามารถผลิต astaxanthin ได้ โดยได้ทำการทดลองที่ทำให้ทราบถึงปัจจัยแวดล้อมและปัจจัยในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีผลต่อปริมาณการผลิต astaxanthin ในระดับห้องปฏิบัติการแล้ว

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ .......3-4.........

รายละเอียด จะสามารถทราบถึงกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิต astaxanthin ในปริมาณที่มากขึ้นในการเลี้ยงใน fermenter ขนาดเล็ก ซึ่งกระบวนการที่ได้ในการเลี้ยงเชื้อรวมถึงการควบคุมปัจจัยต่างๆในถังหมัก จะสามารถเป็นต้นแบบกระบวนการสำหรับการผลิตastaxanthin ในระดับอุตสาหกรรมได้

**10.1.4 Waste management/ Bioremediation**

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ ......2.......

รายละเอียด ปัจจุบันมีข้อมูลการส่งเสริมการเจริญของพืช และการลดสารเคมีทางเกษตร รวมถึงสภาวะการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเบื้องต้น

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ .......3.........

รายละเอียด เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นคาดว่าจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากแบคทีเรียในระดับห้องปฏิบัติการ

10.2 ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL)

1) SRL ณ ปัจจุบัน ระดับ......2.......

รายละเอียด สามารถกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสังคมในโครงการได้แก่ ปัญหาการกำจัดขยะ และปัญหาการตกค้างของสารเคมีการการเกษตรในสิ่งแวดล้อม ในชุมชนเกษตรกร โดยโครงการวิจัยนี้สามารถช่วยแก้ปัญหาได้

2) SRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ .......3.......

รายละเอียด ได้แนวทางการหมักปุ๋ยอินทรีย์ ที่สามารถช่วย กำจัดขยะจากของเสียชุมชน และ นำไปใช้ส่งเสริมการเจริญและลดสารเคมีตกค้างในสิ่งแวดล้อมซึ่งหากงานวิจัยนี้สำเร็จจะสามารถนำไปถ่ายทอดให้กับเกษตรกร หรือชุมชนที่สนใจเพื่อทดสอบการผลิตในระดับนำร่องต่อไป

1. **แผนการดำเนินงานวิจัย** *(แสดงแผนการดำเนินงานรายกิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้ ในแต่ละปีงบประมาณ)*

| **ปี (งบประมาณ)** | **ด้าน** | **หัวข้อ** | **กิจกรรม** | **พ.ค.** | **มิ.ย.** | **ก.ค.** | **ส.ค.** | **ก.ย.** | **ต.ค.** | **พ.ย.** | **ธ.ค.** | **ม.ค.** | **ก.พ.** | **มี.ค.** | **เม.ย** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|
| **2566** | Air pollution  Monitoring and assessment | Source estimation and Climate impact assessment (รศ.ดร.สมพร จันทระ) | ประชุม วางแผนและกำหนดโครงร่างสำหรับการเขียน manuscript ที่จะใช้ในตีพิมพ์ในปีงบประมาณ 2566 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | รวบรวมข้อมูลที่จะใช้เขียนโครงร่าง manuscript แต่ละฉบับในปีงบประมาณ 2566 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ดำเนินการเขียน manuscript, แก้ไข manuscript และดำเนินการ การอ่านและแก้งานเขียนโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษา (Proofreading) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ทำการ submission  manuscript ในระบบของวารสารต่างๆ ที่จะทำการตีพิมพ์จนกระทั่งมีการยอมรับการตีพิมพ์ในวารสาร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Water management | Surface water (ผศ.ดร.ชิตชล  ผลารักษ์) | จัดทำผังน้ำ เตรียมบ่อเลี้ยง ปรับสภาพพื้นที่ศึกษา |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ปรับปรุงสูตรอาหารเลี้ยงปลา เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| เก็บข้อมูลภาคสนาม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| วิเคราะห์ค่าสมดุลน้ำ water footprint และ carbon footprint |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| สรุปข้อมูล และจัดเตรียมเอกสาร และข้อเสนอแนะ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Groundwater (รศ.ดร.จิรัฏฐ์  แสนทน) | วัดระดับน้ำบาดาลต่อเนื่อง 12 เดือน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| เก็บตัวอย่างน้ำบาดาลและน้ำฝน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| วิเคราะห์ปริมาณไอโซโทปเสถียร (2H,18O) ในน้ำฝนและน้ำบาดาล |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| จัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะคงที่ (Steady-state groundwater modeling) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Air pollution and water management | Detecting pollutants  (Method development)  (รศ.ดร.ทินกร  กันยานี) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Climate Simulation | Climate Simulation (ผศ.ดร.ชาคริต  โชติอมรศักดิ์) | จำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต ช่วงปี 2021-2050 ภายใต้ภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค WRF-CMIP5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| พัฒนากำลังคนเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย มุ่งเน้นพัฒนาผู้ช่วยนักวิจัยระดับปริญญาตรี โท เอก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท เอก ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ต่อยอดและพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยเพื่อรับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | ดำเนินโครงการวิจัยและ/หรือต่อยอดความร่วมมือทางวิชาการกับต่างประเทศ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 2 เรื่องต่อปี ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Carbon reduction by microbiology | Carbon capture and production of biomolecules using cyanobacteria and microalgae (ผศ.ดร.จีรพร เพกเกาะ) | คัดเลือกไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กที่เจริญในคาร์บอนไดออกไซด์ 10% |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ศึกษาสภาวะการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| วิเคราะห์ปริมาณสารชีวโมเลกุล (biomolecules) บางประการ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| วิเคราะห์ศักยภาพในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Environmental Microbes: Their Roles in Health, Ecological Conservation and as Bioresource (ผศ.ดร.ธารารัตน์ ชือตอฟ) | Health aspect: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ศึกษาการกระจายของแบคทีเรียที่สร้างสารพิษชนิดทนร้อนในสิ่งแวดล้อมและอาหาร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ศึกษากลไกการก่อให้เกิดโรคของแบคทีเรียในกลุ่ม Bacillus cereus group ที่สร้างสารพิษทนร้อน\* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ecological conservation: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ศึกษาการย่อยไอโซพรีนโดยแบคทีเรียที่สัมพันธ์กับพืชในที่สูง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | วิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมและจีโนมของแบคทีเรียบางสายพันธุ์ที่สามารถย่อยสลายไอโซพรีน และเปรียบเทียบกับจีโนมของแบคทีเรียในฐานข้อมูล\*\* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Microbial bioresource: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| การศึกษาการผลิต bacterial cellulose (BC) โดยแบคทีเรียกรดอะซีติก ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิต kombucha โดยเก็บเกี่ยว BC ที่เวลาต่างๆของการหมัก วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและศักยภาพในการเป็น protective carrier สำหรับแบคทีเรียโพรไบโอติก\* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Waste management (Bioremediation) | Waste management (Bioremediation) (รศ.ดร.ชยากร ภูมาศ) | การคัดกรองเอนไซม์ย่อยสลายสารตั้งต้นจากแบคทีเรียที่คัดเลือก และคัดแยกแบคทีเรียอื่นๆ เพิ่มเติมจากพื้นที่ทางการเกษตร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| การหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญแบคทีเรียที่คัดเลือก |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| การหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้ของเสียมาตรฐาน และตรวจสอบความสามารถในการย่อยสลาย ปริมาณสารอาหารตามวิธี proximate analysis |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ประเมินศักยภาพของแบคทีเรียที่คัดเลือกและทำรายงานฉบับสมบูรณ์ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| **ปี (งบประมาณ)** | **ด้าน** | **หัวข้อ** | **กิจกรรม** | **พ.ค.** | **มิ.ย.** | **ก.ค.** | **ส.ค.** | **ก.ย.** | **ต.ค.** | **พ.ย.** | **ธ.ค.** | **ม.ค.** | **ก.พ.** | **มี.ค.** | **เม.ย** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |
| **2567** | Air pollution | Source estimation and Climate impact assessment (รศ.ดร.สมพร จันทระ) | ประชุม วางแผนและกำหนดโครงร่างสำหรับการเขียน manuscript ที่จะใช้ในตีพิมพ์ในปีงบประมาณ 2567 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | รวบรวมข้อมูลที่จะใช้เขียนโครงร่าง manuscript แต่ละฉบับในปีงบประมาณ 2567 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ดำเนินการเขียน manuscript, แก้ไข manuscript และดำเนินการ การอ่านและแก้งานเขียนโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษา (Proofreading) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ทำการ submission  manuscript ในระบบของวารสารต่างๆ ที่จะทำการตีพิมพ์จนกระทั่งมีการยอมรับการตีพิมพ์ในวารสาร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Water management | Surface water (ผศ.ดร.ชิตชล  ผลารักษ์) | ปรับสภาพพื้นที่และรูปแบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามข้อเสนอแนะ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลังการปรับปรุงรูปแบบ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | เก็บข้อมูลภาคสนาม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | วิเคราะห์ค่าสมดุลน้ำ water footprint และ carbon footprint |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | สรุปข้อมูล และจัดเตรียมเอกสาร และข้อเสนอแนะ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Groundwater (รศ.ดร.จิรัฏฐ์  แสนทน) | สำรวจการปนเปื้อนน้ำบาดาลจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) เก็บตัวอย่างน้ำบาดาล วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี ทางธรณีเคมี และทางจุลชีววิทยา |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| วัดระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ปนเปื้อน ทดสอบค่าพารามิเตอร์ทางอุทกธรณีวิทยาของชั้นดิน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| จัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลและการเคลื่อนที่ของมวลสาร VOCs ในชั้นน้ำบาดาล |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| เสนอแนะแนวทางการฟื้นฟูด้วยระบบ Bioremediation |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Air pollution and water management | Detecting polltants  (Method developemnet)  (รศ.ดร.ทินกร  กันยานี) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Climate Simulation | Climate Simulation (ผศ.ดร.ชาคริต  โชติอมรศักดิ์) | วิเคราะห์กลไกกายภาพและความผันแปรระหว่างทศวรรษที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| พัฒนาดัชนีเพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์สุดขั้ว (Extreme events) ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | พัฒนากำลังคนเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย มุ่งเน้นพัฒนาผู้ช่วยนักวิจัยระดับปริญญาตรี โท เอก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท เอก ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | ต่อยอดและพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยเพื่อรับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | ดำเนินโครงการวิจัยและ/หรือต่อยอดความร่วมมือทางวิชาการกับต่างประเทศ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 2 เรื่องต่อปี ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Carbon reduction by microbiology | Carbon capture and production of biomolecules using cyanobacteria and microalgae  (ผศ.ดร.จีรพร  เพกเกาะ) | ขยายปริมาตรการเพาะเลี้ยงสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากปีที่ 1 และออกแบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงปริมาตร 100 ลิตร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (Proximate analysis) และวิเคราะห์ชีวมวลแบบแยกธาตุ (Ultimate analysis) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาบางประการ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลและไบโอเอทานอลจากกากชีวมวล |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Environmental Microbes: Their Roles in Health, Ecological Conservation and as Bioresource (ผศ.ดร.ธารารัตน์ ชือตอฟ, อ.ดร.ตวงพร อุตตโรทัย) | Health aspect: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (1) ศึกษาลักษณะจีโนมของแบคทีเรียก่อโรคบางสายพันธุ์ (genome characterisation) และวิเคราะห์ความเชื่อมโยงลักษณะทางพันธุกรรมกับกลไกการก่อโรค\* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ecological conservation: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายน้ำมันดิบ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| การศึกษาการย่อยสลายไอโซพรีน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม โดยแบคทีเรียในดินในป่าและแปลงเพาะปลูก |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Microbial bioresource: 1. Carotenoids |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (1) แยกแบคทีเรียสร้างรงควัตถุจากสภาพแวดล้อมปกติและแบบสุดขั้ว (เช่นน้ำพุร้อน น้ำทะเล) และวิเคราะห์ฤทธิ์ antioxidant\* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (2) ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างรงควัตถุ โดยปรับปัจจัยด้านอุณหภูมิ ค่า pH แหล่งของไนโตรเจนและแหล่งคาร์บอน\* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (3) ศึกษากระบวนการขยายปริมาณการผลิตรงควัตถุในถังหมัก |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Microbial bioresource: 2. Beta-glucan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (1) สกัด beta-glucan จาก kombucha, KBC และยีสต์และวิเคราะห์ functional group โดย FTIR\* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (2) ทดสอบสมบัติทางชีวภาพของ beta-glucan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Waste management (Bioremediation) | Waste management (Bioremediation) (รศ.ดร.ชยากร ภูมาศ) | การหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้ของเสียจากครัวเรือนจากหลายประเภท และตรวจสอบความสามารถในการย่อยสลาย ปริมาณสารอาหารตามวิธี proximate analysis |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อการส่งเสริมการเจริญของพืช |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อลดสารเคมีตกค้างในดิน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ประเมินศักยภาพของแบคทีเรียที่คัดเลือกและทำรายงานฉบับสมบูรณ์ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| **ปี (งบประมาณ)** | **ด้าน** | **หัวข้อ** | **กิจกรรม** | **พ.ค.** | **มิ.ย.** | **ก.ค.** | **ส.ค.** | **ก.ย.** | **ต.ค.** | **พ.ย.** | **ธ.ค.** | **ม.ค.** | **ก.พ.** | **มี.ค.** | **เม.ย** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|
| **2568** | Air pollution | Source estimation and Climate impact assessment (รศ.ดร.สมพร จันทระ) | ประชุม วางแผนและกำหนดโครงร่างสำหรับการเขียน manuscript ที่จะใช้ในตีพิมพ์ในปีงบประมาณ 2568 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| รวบรวมข้อมูลที่จะใช้เขียนโครงร่าง manuscript แต่ละฉบับในปีงบประมาณ 2566 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ดำเนินการเขียน manuscript, แก้ไข manuscript และดำเนินการ การอ่านและแก้งานเขียนโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษา (Proofreading) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ทำการ submission  manuscript ในระบบของวารสารต่างๆ ที่จะทำการตีพิมพ์จนกระทั่งมีการยอมรับการตีพิมพ์ในวารสาร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Water management | Surface water (ผศ.ดร.ชิตชล  ผลารักษ์) | ถอดบทเรียน และจัดทำเป็นแหล่งเรียนรู้ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ขยายผลสู่ชุมชนเครือข่าย |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Groundwater (รศ.ดร.จิรัฏฐ์  แสนทน) | ประเมินปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำผิวดิน-น้ำบาดาล ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (เน้นการปนเปื้อน VOCs) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จำลองฉากทัศน์ (Scenarios) การใช้น้ำในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | เสนอแนะแนวทางการใช้น้ำผิวดินร่วมกับน้ำบาดาล (Conjunctive water usage) อย่างยั่งยืนในลักษณะข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Air pollution and water management | Detecting pollutants  (Method development)  (รศ.ดร.ทินกร  กันยานี) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Climate Simulation | Climate Simulation (ผศ.ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์) | ศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม คุณภาพอากาศ (PM2.5) และสุขภาพ เป็นต้น |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| พัฒนากำลังคนเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย มุ่งเน้นพัฒนาผู้ช่วยนักวิจัยระดับปริญญาตรี โท เอก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท เอก ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ต่อยอดและพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยเพื่อรับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ดำเนินโครงการวิจัยและ/หรือต่อยอดความร่วมมือทางวิชาการกับต่างประเทศ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 2 เรื่องต่อปี ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Carbon reduction by microbes | Carbon capture and production of biomolecules using cyanobacteria and microalgae  (ผศ.ดร.จีรพร  เพกเกาะ) | พัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากปีที่ 1 เพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์เหลือทิ้งในระดับนำร่อง  ปริมาตรการเพาะเลี้ยง 1,000 ลิตร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | พัฒนาต้นแบบต้นแบบผลิตภัณฑ์จากสารมูลค่าสูง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | เพื่อพัฒนากระบวนการใช้กากชีวมวลสำหรับการผลิตพลังงานชีวภาพ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Environmental Microbes: Their Roles in Health, Ecological Conservation and as Bioresource (ผศ.ดร.ธารารัตน์ ชือตอฟ  อ.ดร.ตวงพร อุตตโรทัย) | Health aspect: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (1) ศึกษาปัจจัยและการควบคุมการสร้างสารพิษของแบคทีเรียที่สร้างสารพิษที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอาหารที่กระจายในสิ่งแวดล้อม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ecological conservation aspect: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (1) ศึกษาการความหลากหลาย ของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม เช่น soil bacteria, marine bacteria และศึกษาลักษณะทางกายภาพ ชีวเคมี และลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (2) ทดสอบความสามารถในการย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนบางชนิด |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (3) เก็บรวบรวมฐานข้อมูล และวิเคราะห์ศักยภาพของในการใช้แยคทีเรียในสิ่งแวดล้มเพื่อการกำจัดสารไฮโดรคาร์บอน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Microbial bioresource aspect: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | (1) ศึกษาการผลิต bioactive secondary metabolites โดยแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อมและอาหาร เช่น lactic acid bacteria และ *Bacillus* spp. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (2) ทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ และฤทธฺ์ทางชีวภาพอื่นๆ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (3) วิเคราะห์จีโนมและ/หรือสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Waste management (Bioremediation) | Waste management (Bioremediation) (รศ.ดร.ชยากร  ภูมาศ) | ขยายขนาดการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียที่คัดเลือกด้วยการหมักกับของเสียจากครัวเรือน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ ตรวจวัดคุณภาพ และทดลองใช้จริงกับแปลงปลูกในพื้นที่ทางการเกษตร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| สาธิตและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ชุมชน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**ส่วนที่ 4 ผลผลิต (Outputs)/ผลลัพธ์ (Outcomes)/ผลกระทบ (Impacts) และแผนการนำไปใช้ประโยชน์**

**1.** **ผลผลิต (Outputs)/ผลลัพธ์ (Outcomes)/ผลกระทบ (Impacts)**

**1.1 ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ (Outputs) *\*จำเป็นต้องมี***

| **KRs** | **ผลผลิต (Outputs)** | **อธิบายรายละเอียดผลผลิต (รายปี)**  ***จำเป็นต้องระบุเพราะมีผลต่อการพิจารณา*** | **จำนวนผลผลิต (ต่อปี)** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2566\***  **ผลผลิตที่ทำได้จริง** | **2567**  **ปีที่เสนอขอ** | **2568**  **แผนที่คาดว่าจะนำส่ง** | **รวม** |
| **KR01\*** | **องค์ความรู้ใหม่ (New Knowledge) (เรื่อง)** | ปี 2566  1.ผู้ล่าที่มีศักยภาพในการควบคุมประชากรยุงและปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประชากรยุงและศักยภาพของผู้ล่า  2.การเผยแพร่การใช้ Desmodesmus maximus เป็น competent indicator  3. ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในแม่น้ำขนาดใหญ่ของประเทศ  4. วิธีการสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนด้วยวิธีชีวภาพโดยใช้ไมโครเวฟช่วยสังเคราะห์โดยใช้สารสกัดสาหร่าย  5. ซิลเวอร์นาโน (Ag/AgCL-NPs-ME)ที่นำไปประยุกต์ในงานด้านอาหาร และโภชนเภสัชได้  6. การพัฒนาศักยภาพของเซลลูโลสคอมบูชา (KBC) ในการเป็น Protective Carrier  7.ความเชื่อมโยงระหว่าง Bacillus thuringiensis (BT) กับการสร้างสารพิษที่ทำให้เกิดอาการอาเจียน  8. เชื้อ BT สายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคอาหารเป็นพิษแบบอาเจียนที่มีความเป็นพิษสูงนั้น เป็น Sequence Type ใหม่ เมื่อเทียบกับฐานข้อมูล MLST  9.การพัฒนาการถ่ายโอนยีนส์เพื่อแสดงออกในสาหร่ายขนาดเล็กที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในที่มืด  10.อิทธิพลของการให้ปุ๋ยเคมีระยะยาวในพื้นที่นาขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของคาร์บอนที่ไม่ละลายน้ำและฟอสฟอรัส  11.การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุคาร์บอนในดิน (SO9) ของระบบปลูกข้าวแบบหมุนเวียน (RRCS) ในพื้นที่ภาคเหนือประเทศไทย  **ปี 2567** 1. Shallow groundwater contamination in Northern Region Industrial Estates (รศ. ดร.จิรัฏฐ์)  2. Genome characteristics of emetic Bacillus thuringiensis strains and their functional peptides  3. Diversity of pigmented bacteria in normal and extreme environment and their potential to produce high-value pigments  4. How to apply MEOR technology to revive oil well  **ปี 2568**  1.Surface water – Grounสdwater interaction map and sustainable conjunctive water usage (รศ. ดร. จิรัฏฐ์)  2. Factors affecting production of heat-stable toxin by B. cereus group species  3. Diversity of marine bacteria in mangrove forest ecosystem  4. hydrocarbon degradation by marine bacteria around habitats of vulnerable species  5. potential bioactive compounds produced by Bacillus species and lactic acid bacteria (ผศ.ดร.ธารารัตน์ และ อ.ดร.ตวงพร) | **11** | **4** | **5** | **20** |
| **KR02\*** | **ผลงานตีพิมพ์ (Publication) (เรื่อง)** | ให้ระบุรายละเอียดใน KR ที่เลือก ดังต่อไปนี้ให้ชัดเจน | **11** | **15** | **15** | **41** |
| KR02.1 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล ISI Q1 Tier1 (Top10%) | Chemosphere, Science of the Total Environment และ /หรือ Environmental Pollution | **1** | **1** | **1** | **2.5** |
| KR02.2 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล ISI Q1/Q2 ร่วมกับมหาวิทยาลัย/สถาบัน Top10 ของโลก | ปี 2566 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  ปี 2567 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  ปี 2568 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง |  |  |  | **0** |
| KR02.3 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล Scopus ที่สอดคล้องกับ SDGs | ปี 2566 – 3 เรื่อง (SDG 3, 6, 9, 14, 17)  ปี 2567 – 3 เรื่อง (SDG 3, 9, 13, 15)  ปี 2568 – 3 เรื่อง (SDG 3, 9, 14) | **3** | **3** | **3** | **9** |
| KR02.4 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล ISI Q1/Q2 | ปี 2566 Q1 จำนวน 4 เรื่อง Q2 จำนวน 2 เรื่อง  ปี 2567 Q1 จำนวน 2 เรื่อง Q2 จำนวน 2 เรื่อง  ปี 2568 Q1 จำนวน 2 เรื่อง Q2 จำนวน 2 เรื่อง | **6** | **4** | **4** | **12** |
| KR02.5 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล ISI Q1/Q2 ร่วมกับต่างประเทศ | ปี 2566 Q1 จำนวน 3 เรื่อง Q2 จำนวน 2 เรื่อง ปี 2567 Q1 จำนวน 2 เรื่อง Q2 จำนวน 1 เรื่อง  ปี 2568 Q1 จำนวน 2 เรื่อง Q2 จำนวน 3 เรื่อง | **4** | **3** | **3** | **12** |
| KR02.6 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล ISI Q1-Q4 | ปี 2566 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  Q3 จำนวน .... เรื่อง Q4 จำนวน .... เรื่อง ปี 2567 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  Q3 จำนวน .... เรื่อง Q4 จำนวน .... เรื่อง  ปี 2568 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  Q3 จำนวน .... เรื่อง Q4 จำนวน .... เรื่อง | **0** |  |  | **0** |
| KR02.7 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล Scopus Q1-Q4 (เฉพาะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์) | ปี 2566 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  Q3 จำนวน .... เรื่อง Q4 จำนวน .... เรื่อง ปี 2567 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  Q3 จำนวน .... เรื่อง Q4 จำนวน .... เรื่อง  ปี 2568 Q1 จำนวน .... เรื่อง Q2 จำนวน .... เรื่อง  Q3 จำนวน .... เรื่อง Q4 จำนวน .... เรื่อง |  |  |  | **0** |
| KR02.8 ผลงานตีพิมพ์ฐานข้อมูล TCI Tier1 หรือฐานข้อมูลระดับชาติของประเทศอื่นๆ ที่เทียบเท่า (เฉพาะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์) |  |  |  |  | **0** |
| **KR03\*** | **ทุนวิจัยจากแหล่งทุนภายนอก (External Sources Research Grants) (ล้านบาท)** | ปี 2566: 10,200,767.83 บาท  ปี 2567: 10,000,000 บาท  ปี 2568: 10,000,000 บาท | **10.2 ล้าน** | **10 ล้าน** | **10 ล้าน** | **30 ล้าน** |
| KR03.1 ทุนวิจัยจากภาครัฐ ในประเทศ | ปี 2566: 8  ปี 2567: 5  ปี 2568: 5 | **8** | **5** | **5** | **17** |
| KR03.2 ทุนวิจัยจากภาคอุตสาหกรรม เอกชน ในประเทศ | ปี 2566: 0  ปี 2567: 1 (ด้าน Carbon reduction by microorganism)  ปี 2568: | **0** | **1** | **0** | **1** |
| KR03.3 ทุนวิจัยจากชุมชน/สังคม |  |  |  |  | **0** |
| KR03.4 ทุนวิจัยจากต่างประเทศ | ปี 2566: 1 (Korea Disease Control and Prevention Agency) | **1** | **0** | **0** | **0** |
| KR03.5 ทุนวิจัยร่วมทุน (Matching Fund) | ปี 2566: 0  ปี 2567: 0  ปี 2568: 1 (ด้านทรัพยากรจุลินทรีย์) | **0** | **0** | **1** | **1** |
| **KR04\*** | **เครือข่ายความร่วมมือระดับชาติและนานาชาติ (เครือข่าย)** | ระบุชื่อเครือข่ายให้ชัดเจน |  |  |  |  |
| KR04.1 ระดับชาติ | มหาวิทยาลัย 1. มหาวิทยาลัยมหิดล  2. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  3.มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  4.มหาวิทยาลัยบูรพา  สถาบันวิจัย 1.สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ  2.สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)  3.BIOTEC สวทช.,  เอกชน  1.บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน),  ภาครัฐ  1.กรมควบคุมมลพิษ  2.กรมควบคุมโรค  3.องค์การสวนพฤกษศาสตร์แห่งชาติ  4.สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)  5.ศูนย์พลังงาน ฝาง | **6** | **4** | **3** | **12** |
| KR04.2 ระดับนานาชาติ | 1. National Central University (NCU)   2. Chia Nan University of Pharmacy and Science (CNU)   3. National Aeronautics and Space Administration (NASA)   4. United Arab Emirates University (UAE)   5.University of Birmingham (UOB)   6. University of Texas at Arlington, Texas, USA,   7. University of Essex, UK;  8.University of Strathclyde, UK;  9.University of Glasgow, UK;  10.Ritsumeikan University, Japan   11.The university of Tokyo | **1** | **4** | **2** | **8** |
| **KR05\*** | **พัฒนากำลังคนสมรรถนะสูงทุกระดับ (All Levels - High Potential Personnel Development) (คน)** |  |  |  |  | **20** |
| KR05.1 นักศึกษาระดับปริญญาโท | บางส่วนในโครงการจะเป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยของนักศึกษาปริญญาโท  ปี 2566: นายวรนารถ ยารังสี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | **1** | **2** | **1** | **4** |
| KR05.2 นักศึกษาระดับปริญญาเอก | เป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยของนักศึกษาปริญญาเอก จำนวน 2 คน ปี 2566: นางสาวดวงนภา ลาภใหญ่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | **1** | **3** | **1** | **5** |
| KR05.3 นักวิจัยหลังปริญญาโท | มีนักวิจัยหลังปริญญาโทเข้าร่วมโครงการ  ปี 2566: นางสาวภาวิดารินทร์ ไกรสิทธินิธิกุล สำนักงานบริหารงานวิจัย | **1** | **2** | **1** | **4** |
| KR05.4 นักวิจัยหลังปริญญาเอก | มีนักวิจัยหลังปริญญาเอกเข้าร่วมโครงการ  ปี 2566:  1.ดร.รฒียา ทรายแก้ว สำนักงานบริหารงานวิจัย  2.ดร.รัชดาภรณ์ จันทร์ถา สำนักงานบริหารงานวิจัย | **2** |  | **1** | **3** |
| KR05.5 อาจารย์/นักวิจัยรุ่นใหม่ | อาจารย์และนักวิจัยรุ่นใหม่ได้มีส่วนร่วมในการออกแบบและดำเนินการวิจัยจำนวน  ปี 2566:  1.อาจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ สารีอินทร์ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  2.อาจารย์ ดร.ณัตติพร ยะบึง ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  3.นายปัณณธร ธนดลเมธาพร สำนักงานขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ สำนักงานมหาวิทยาลัย | **3** | **1** | **1** | **5** |
| KR05.6 อาจารย์/นักวิจัยรุ่นกลาง | อาจารย์รุ่นกลางได้ขยายขอบเขตการวิจัยในประเด็นมลพิษทางอากาศให้คลอบคลุม มากขึ้น และมีการวิจัยในเชิงลึกมากขึ้น เพื่อยกระดับงานวิจัยในระดับนานาชาติได้  ปี 2566:  1.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์ ภาควิชาภูมิศาสตร์  คณะสังคมศาสตร์  2.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เผ่าไทย สินอำพล ภาควิชาภูมิศาสตร์  คณะสังคมศาสตร์ | **2** | **1** | **1** | **4** |
| KR05.7 อาจารย์/นักวิจัยรุ่นอาวุโส | อาจารย์รุ่นอาวุโสได้ขยายขอบเขตการวิจัยในประเด็นมลพิษทางอากาศให้คลอบคลุมมากขึ้น และมีการวิจัยในเชิงลึกมากขึ้น เพื่อยกระดับงานวิจัยในระดับนานาชาติได้ | **0** | **2** | **1** | **3** |
| KR05.8 นักวิจัยภาครัฐ | มีงานวิจัยร่วมกับภาครัฐ  ปี 2566:  1.ดร.ทรงยศ กุลสุทธิ์  2.นายพิทักษ์ เสพวิสุทธิ์  3.นายรัฐ กสิธิกสิกรรม  4.นายวีระชาติ ศรีวิเศษ  5.นางสาวธนยพร เกตุสุจา | **5** | **1** |  | **6** |
| KR05.9 นักวิจัยภาคเอกชน |  | **0** |  | **1** | **1** |
| KR05.10 นักวิจัยชุมชนท้องถิ่น | มีงานวิจัยร่วมกับชุมชน | **0** | **1** | **1** | **2** |
| KR05.11 นักวิชาการอิสระเพื่อมุ่งสร้างนวัตกรรมต่อยอดสู่ธุรกิจ เช่น นักนวัตกร (The Innovator), ผู้จัดการนวัตกรรม (Innovation Manage) เป็นต้น |  | **0** |  |  | **0** |
| KR05.12 ผู้ประกอบการ |  | **0** |  |  | **0** |
| KR05.13 ผู้จัดการโครงการ (Project Manager) |  | **0** |  |  | **0** |
| KR05.14 อาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษา ผู้ได้รับการบ่มเพาะความเป็นผู้ประกอบการ |  | **0** |  | **4** | **4** |
| **KR06\***  (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพเท่านั้น) | **ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (เรื่อง)** | ระบุรายละเอียดต้นแบบให้ชัดเจน**เป็นรายปี** เช่น ชื่อต้นแบบพร้อมคำอธิบายที่มีความสอดคล้องกับระดับ TRL เพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินโครงการ | **1** |  |  | **1** |
| KR06.1 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ ระดับห้องปฏิบัติการ TRL 1-3 | ปี 2567: เทคโนโลยีการผลิต Cantaxanthin โดยแบคทีเรีย |  | **1** |  | **1** |
| KR06.2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ ระดับภาคสนาม TRL 4-6 | ปี 2566: รศ.ดร.สมพร จันทระ: วิธีการสกัดและวิเคราะห์ไอออนละลายน้ำในตัวอย่างฝุ่น PM2.5 ในอากาศด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี  ปี 2567-2568:  1.เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในมลพิษทางอากาศ มีกระบวนการที่น่าเชื่อถือ สามารถทำซ้ำได้  2.ผลการทดสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการเป็นที่ยอมรับและได้รับการเผยแพร่ในวาร สารวิชาการระดับนานาชาติ | **1** | **1** | **1** | **3** |
| KR06.3 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ ระดับอุตสาหกรรม TRL 7-9 |  |  |  |  | **0** |
| **KR07**  (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพเท่านั้น) | **เทคโนโลยีเชิงลึก/กระบวนการใหม่ หรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม (เรื่อง)** | ระบุรายละเอียดให้ชัดเจน**เป็นรายปี** เช่น ชื่อเทคโนโลยี/ กระบวนการพร้อมคำอธิบายที่มีความสอดคล้องกับระดับ TRL เพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินโครงการ |  |  |  | **0** |
| KR07.1 เทคโนโลยีเชิงลึก/กระบวนการใหม่ ระยะแรก TRL 1-3 | ปี 2567-2568:   1. เทคโนโลยีการสร้าง micro suppressor สำหรับ capillary ion chromatography 2. กระบวนการระดับห้องปฏิบัติการในการผลิตแคโรทีนอยด์มูลค่าสูง จาก Paracoccus sp. | **0** | **1** | **1** | **2** |
| KR07.2 เทคโนโลยีเชิงลึก/กระบวนการใหม่ ระยะทดสอบตลาด (Customer Feedback) TRL 4-6 | ปี 2567-2568:  1. ต่อยอดเทคโนโลยี micro suppressor สำหรับ capillary ion chromatography  2. ต้นแบบกระบวนการในการผลิต astaxanthin ในปริมาณสูงจาก Paracoccus sp. ในถังหมักขนาดเล็ก | **0** | **1** | **1** | **2** |
| KR07.3 เทคโนโลยีเชิงลึก/กระบวนการใหม่ ระยะเพิ่มประสิทธิภาพเต็มรูปแบบ (Translational Cutting Edge) TRL 7-9 |  |  |  |  | **0** |
| R07.4 เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Tech) |  |  |  |  | **0** |
| **KR08** | **ทรัพย์สินทางปัญญา (ยื่นจด)(เรื่อง)** |  |  |  |  | **0** |
| KR08.1 การยื่นจดสิทธิบัตร (การประดิษฐ์) |  |  |  |  | **0** |
| KR08.2 การยื่นจดสิทธิบัตร (การออกแบบผลิตภัณฑ์) |  |  |  |  | **0** |
| KR08.3 การยื่นจดอนุสิทธิบัตร |  | **0** | **0** | **0** | **0** |
| KR08.4 การขึ้นทะเบียนพันธุ์พืช/พันธุ์สัตว์ |  |  |  |  | **0** |
| KR08.5 ลิขสิทธิ์ เครื่องหมายทางการค้า ความลับทางการค้า ชื่อทางการค้า สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ แบบผังภูมิของวงจร |  |  |  |  | **0** |
| **KR09\*** | **ผลงานวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนตาม SDGs (เรื่อง)** | SDG 3 สร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดี และส่งเสริมสวัสดิภาพ สำหรับทุกคนในทุกวัย  องค์ความรู้ที่ได้เป็นการองค์ความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางอากาศซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจและตระหนัก ในการดูแลสุขภาพของตัวเองให้ปลอดภัยจากมลพิษทางอากาศได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งช่วยกันเฝ้าระวัง การเกิดปัญหาหมอกควัน ในช่วงฤดูหมอกควัน   SDG 13. ปฎิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ และผลกระทบที่เกิดขึ้น  ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ของมลพิษทางอากาศจะเป็นตัวช่วยเร่งให้ประชาชนทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและภาคประชาชน ช่วยกันวางแผน และกำหนดนโยบายอย่างเร่งด่วนเพื่อปัองกันให้เกิดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป  - งานวิจัยเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในการเป็นแหล่งทรัพยากร (microbial bioresource) (SDG 9) 6 เรื่อง ตั้งแต่ 2566-2568 | **6** | **3** | **3** | **9** |
| **KR10** | **หนังสือ ตำรา Book Chapter งานแปล คู่มือ (เช่นทางปรัชญา ประวัติศาสตร์) (เรื่อง)** | ระบุ |  |  |  |  |
| **KR11** | **เครื่องมือและโครงสร้างพื้นฐาน (Facilities and Infrastructure) (เครื่อง/แห่ง)** | ระบุ |  |  |  |  |
| KR11.1 เครื่องมือ (เครื่อง) | ปี 2567 เครื่อง open tubular capillary ion chromatography ที่ใช้ตัวตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าแบบไม่สัมผัสสารละลาย  ปี 2568 เครื่อง open tubular capillary ion chromatography ที่ใช้ตัวตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าแบบไม่สัมผัสสารละลายทีมีระบบ micro suppressor | **0** | **1** | **1** | **2** |
| KR11.2 โครงสร้างพื้นฐาน (แห่ง) |  |  |  |  | **0** |
| **KR12\***  (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์เท่านั้น) | **ระดับความพร้อมของสังคม (Societal Readiness Level: SRL) (เรื่อง)** | ระบุรายละเอียดระดับความพร้อมของสังคมให้ชัดเจน**เป็นรายปี** เช่น ชื่อผลงานพร้อมคำอธิบายที่มีความสอดคล้องกับระดับ SRL เพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินโครงการ |  |  |  | **0** |
| KR12.1 ระดับความพร้อมของสังคม SRL 1-3 |  |  |  |  | **0** |
| KR12.2 ระดับความพร้อมของสังคม SRL 4-6 |  |  |  |  | **0** |
| KR12.3 ระดับความพร้อมของสังคม SRL 7-9 |  |  |  |  | **0** |
| **KR13** | **นวัตกรรมทางสังคม (Social Innovation) (เรื่อง)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR14** | **การแสดงงานศิลปะ หรือนำงานศิลปะไปใช้ประโยชน์ (เรื่อง)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR15** | **ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (Policy Recommendation) และมาตรการ (Measures) (เรื่อง)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR16** | **ฐานข้อมูล ระบบและกลไก หรือมาตรฐาน (เรื่อง)** | ปี 2568: ฐานข้อมูลแบคทีเรียย่อยสลายไอโซพรีน (ต่อยอดจากฐานข้อมูลที่มีอยู่) |  |  | **1** | **1** |

**1.2 ผลลัพธ์ (Outcomes) จำเป็นต้องระบุ**

| **KRs** | **ผลลัพธ์** **(Outcomes)** | **อธิบายรายละเอียดผลลัพธ์**  ***จำเป็นต้องระบุเพราะมีผลต่อการพิจารณา*** | **จำนวนผลลัพธ์ (ต่อปี)** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2566\***  **ผลผลิตที่ทำได้จริง** | **2567**  **ปีที่เสนอขอ** | **2568**  **แผนที่คาดว่าจะนำส่ง** | **รวม** |
| **KR17** | **การอ้างอิงต่อผลงานตีพิมพ์ (Citation per Publication)** | **มหาวิทยาลัยเป็นผู้รายงาน** |  |  |  |  |
| **KR18** | **ยกระดับ Time Higher Education Impact Rankings (THE UIR)** | **มหาวิทยาลัยเป็นผู้รายงาน** |  |  |  |  |
| **KR19** | **ยกระดับ QS World University Rankings by Subject** | ยกระดับการจัดอันดับในสาขา Environmental Science | **1** | **1** | **1** | **3** |
| **KR20** | **รางวัลและการยอมรับ (Awards and Recognition)** |  |  |  |  | **0** |
| **KR21** | **งานวิจัยและนวัตกรรมที่นำไปสร้างหลักสูตรใหม่ (New Curriculum) (โครงการ)** |  |  |  |  | **0** |
| **KR22** | **งานวิจัยต่อยอด (Translational Research) และ การขยายผลงานวิจัย (Implementation) (เรื่อง)** | 1.ระบุ นำองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีจากงานวิจัยของ Pekkoh et al. (2022) เพื่อนำมาพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ผลิตภัณฑ์สารมูลค่าสูง และระบบการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์เหลือทิ้งในระดับนำร่อง (Pilot Scale) 2 เรื่อง ในปี 2568  2.การผลิตรงควัตถุมูลค่าสูงในถังหมักขนาดเล็กเพื่อใช้เป็น functional ingredients ในผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ผลิตโดย SME (1 เรื่อง ในปี 2568) | **0** | **0** | **3** | **3** |
| **KR23** | **การใช้ประโยชน์จากงานวิจัยที่มีผลกระทบสูง (ชุมชน)** | ปี 2566: รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร จันทระ: การนำไปใช้ประโยชน์ใน เชิงนโยบาย ผลกระทบด้านที่ 3: การผลักดันนโยบายและกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย  ได้รูปแบบการเพาะเลี้ยงปลาบนพื้นที่สูงที่เป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อม โดยสามารถแสดงผลความสำเร็จ ได้จากคุณภาพผลผลิต และค่า water footprint และ carbon footprint ในระดับต่ำ ที่เป็นต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำไปขยายผลต่อชุมชนเครือข่ายได้  องค์ความรู้ด้านกลไกและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สามารถต่อยอดผลการศึกษา เพื่อเสนอโครงการวิจัยต่อแหล่งทุนภายนอก (หน่วยงานภาครัฐ เอกชน หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) เกี่ยวกับการวิเคราะห์และคาดการณ์ผลกระทบในมิติต่าง ๆ ต่อชุมชนที่มีความเสี่ยงสูง เช่น กานพัฒนาองค์ความรู้และนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือตอนบน การพัฒนาองค์ความรู้สำหรับความมั่นคงทางทรัพยากรน้ำในจังหวัดเชียงใหม่ และการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพเนื่องปัญหามลพิษรอบบริเวณโรงไฟฟ้าหรือโรงเผาขยะ เป็นต้น | **1** | **1** | **1** | **3** |
| **KR24** | **มูลค่าผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (ล้านบาท)** | ปี 2568: |  |  | **0** | **0** |
| **KR25** | **การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer)** | ปี 2568: ถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิต functional ingredients และ/หรือ functional food |  |  | **1** | **1** |
| **KR26** | **การอนุญาตให้ใช้สิทธิ์ (Licensing)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR27** | **ธุรกิจและบริษัทสตาร์ทอัพทั้ง Hi-tech และ Hi-touch (บริษัท)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR28** | **การจัดตั้งบริษัท (Spin-off Companies) (บริษัท)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR29** | **ความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกในรูปแบบนวัตกรรมแบบเปิด (Open Innovation Database) (รายการ)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR30** | **ผลิตภัณฑ์และกระบวนการ บริการ และการรับรองมาตรฐานใหม่ (New Products/Processes, New Services and New Standard Assurances)** | ระบุ |  |  |  | **0** |
| **KR31** | **กิจกรรมสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement Activities)** | การจัดนิทรรศการและการให้ความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ | **7** | **1** | **1** | **2** |
| **KR32** | **นโยบาย แนวปฏิบัติ แผนและกฎระเบียบ(Policy, Practice, Plan and Regulations)** | ระบุ |  |  |  | 0 |
| **KR33** | **การผลักดันนโยบาย แนวปฏิบัติ แผน และกฎระเบียบ (Influence on Policy, Practice, Plan and Regulations)** | ระบุ |  |  |  | 0 |

**1.3 ผลกระทบ (Expected Impacts) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น จำเป็นต้องระบุ**

| **ผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Impacts)** | **คุณค่าที่คาดว่าจะส่งมอบ** | **ผู้ได้รับประโยชน์ (Beneficiary)** | **พื้นที่ที่คาดว่าจะนำผลงานไปใช้ประโยชน์** | **ปีที่คาดว่าจะเกิดผลกระทบ** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **(Value Proposition) เมื่องานสิ้นสุดลงและถูกนำไปใช้ในวงกว้าง** |
| ด้านวิชาการ | องค์ความรู้เกี่ยวกับสารมลพิษทางอากาศที่มีศักยภาพในการก่อโรค หรือมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนที่ได้รับสัมผัสมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ | นักวิชาการ บุคคลทั่วไป | พื้นที่ภาคเหนือ | 2566 |
| แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในฤดูกาลที่แตกต่างกัน เช่น ในฤดูหมอกควันและนอกฤดูหมอกควัน เป็นต้น | บุคคลทั่วไป | พื้นที่ภาคเหนือ | 2567 |
| ได้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกสามารถผลิตผลงานทางวิชาที่มีคุณภาพสูงได้ | นักวิชาการ | ทั่วโลก | 2566 |
| บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟีและการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม | นักวิชาการด้านเคมีวิเคราะห์ที่นำองค์ความรู้ไปพัฒนาต่อ รวมถึงด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่นำเทคนิคการวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้ในราคาประหยัด | ทั่วโลกจากการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับ Q1 | 2567 |
| เยาวชน และประชากรในพื้นที่เกิดความรู้ ความเข้าใจ และเกิดบทเรียนท้องถิ่นที่บูรณาการศาสตร์ด้านการเกษตร สิ่งแวดล้อม เพื่อยกระดับความมั่นคงทางอาหาร การดำรงชีพอย่างยั่งยืน | ชุมชนบ้านแสนสุข ตำบลศรีค้ำ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย | พื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำ และบางส่วนของดอยแม่สะลอง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย | 2568 |
| 1.พัฒนาองค์ความรู้ด้านกลไกและความผันแปรระหว่างทศวรรษภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต  2. พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในมิติต่าง ๆ  3.พัฒนากำลังคนด้านการวิจัย ทั้งผู้ช่วยนักวิจัย และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ให้มีศักยภาพและสามารถขับเคลื่อนการวิจัยในอนาคตได้ | นักวิจัย  บุคคลากรด้านการศึกษา  ประชาชน | มหาวิทยาลัย | 2567 |
| ผลงานตีพิมพ์องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสายพันธุ์ไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพในการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ | บุคลากรในวงการวิชาการ และผู้สนใจ | ประเทศไทยและประเทศที่นำผลงานวิจัยไปอ้างอิง | 2567 |
| - องค์ความรู้เกี่ยวกับสารพิษทนร้อนของ *B. thuringiensis* | นักจุลชีววิทยา แพทย์ และนักชีววิทยาสิ่งแวดล้อม ระดับนานาชาติ | วารสารวิชาการระดับนานาชาติ  งานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ | ปีที่ 3 เป็นต้นไป (มีการอ้างอิง) |
| องค์ความรู้เกี่ยวกับแบคทีเรียย่อยสลายไอโซพรีนในเขตร้อน | นักจุลชีววิทยา แพทย์ และนักชีววิทยาสิ่งแวดล้อม ระดับนานาชาติ | วารสารวิชาการระดับนานาชาติ   งานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ | ปีที่ 3 เป็นต้นไป (มีการอ้างอิง) |
| องค์ความรู้ทีได้จากงานวิจัยที่จะทำให้ประชาชนเข้าใจเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและทำให้เกิดความตระหนักต่อการดูแลสุขภาพให้ปลอดภัยมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการจัดการต่อมลพิษทางอากาศได้อย่างเหมาะสมเพื่อจะเป็นการลดมลพิษทางอากาศและ/หรือปรับตัวให้เหมาะสมในการใช้ชีวิตท่ามกลางมลพิษทางอากาศ ส่งผลให้ประชาชนมีสุขภาพที่ดีขึ้นได้ และเป็นส่วนช่วยเอื้ออำนวย ให้คนในสังคมมีความสามารถในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างมีคุณภาพ นอกจากนี้ยังเป็นการลดการเข้ารับการรักษา ในโรงพยาบาล และงบประมาณที่ใช้ในการรักษาได้นำไปพัฒนาด้านอื่นต่อไป | หน่วยงานภาครัฐบาล หน่วยงานภาคเอกชนและภาคประชาชนที่มีความสนใจแก้ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศต่อยอด | ภาคเหนือตอนบน | 2566 |
| การพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์ขึ้นเองในประเทศไทยเพื่อลดการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศ อีกทั้งเป็นการวางรากฐานในการพัฒนา ส่วนประกอบเครื่องมือวิเคราะห์เพื่อนำไปการพัฒนาเชิงพาณิชย์ | นักวิชาการด้านเคมีวิเคราะห์ที่นำองค์ความรู้ไปพัฒนาต่อ รวมถึงด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่นำเทคนิคการวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้ในราคาประหยัด | ประเทศไทย | 2568 |
| องค์ความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาครั้งนี้ยังจะมีส่วนช่วยเสริมสร้างสมรรถนะทางวิชาการให้หน่วยงานทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและภาคประชาชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องทางด้านสิ่งแวดล้อม นำไปกำหนดนโยบายและ แผนในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม | - หน่วยงานภาครัฐบาล หน่วยงานภาคเอกชนและภาคประชาชนที่มีความสนใจแก้ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศต่อยอด | ภาคเหนือตอนบน |  |
| ชุมชนในพื้นที่ศึกษา และพื้นที่ใกล้เคียง มีรายได้เพิ่มจากการเพาะเลี้ยงปลาตามแนวทางการศึกษาวิจัย | ชุมชนบ้านแสนสุข ตำบลศรีค้ำ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย | พื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำ และบางส่วนของดอยแม่สะลอง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย | 2568 |
| - ผลงานวิจัยสามารถเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ (Credit Scoring) ให้เกษตรกรกู้ยืมและกำหนดดอกเบี้ย ภายใต้การคาดการณ์ผลผลิตทางการเกษตรที่คาดว่าอาจจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้ | ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ และธนาคารพาณิชย์ที่เกี่ยวข้อง | ประเทศไทย | 2568 |
| ด้านเศรษฐกิจ | การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี MEOR ในการเรียกคืนผลผลิตน้ำมันดิบภาคสนาม | หน่วยงานพลังงาน (บ่อน้ำมันฝาง), ปตท. | บ่อน้ำมันในภาคเหนือและภาคกลาง | ปีที่ 2 เป็นต้นไป |
|  | การผลิต bioactive pigments มูลค่าสูง | บริษัทฐานเทคโนโลยีชีวภาพ (ลงทุน ต่อยอด) | จังหวัดในประเทศไทย | ปีที่ 3 |
|  |  |  |  |  |
| ด้านสังคม | เยาวชน และประชากรในพื้นที่ศึกษาได้มีกิจกรรม อาชีพ ที่สร้างรายได้ และเกิดความตระหนักในเรื่องสิ่งแวดล้อม | ชุมชนบ้านแสนสุข ตำบลศรีค้ำ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย |  |  |
| ด้านสิ่งแวดล้อม | หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ประกอบการวางแผนรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาใกล้ปัจจุบัน และเตรียมพร้อม/สร้างมาตรการเพื่อรับมือกับสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายใน 6 เดือนข้างหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ  - ประชาชนทั่วไป สามารถเข้าถึงข้อมูลเฝ้าระวังและพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจวางแผนกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อลดผลกระทบและความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ | หน่วยงานภาครัฐ  ประชาชน | ประเทศไทย | 2568 |
|  | ความตระหนักถึงคุณค่าของการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม | สังคมไทย  - เยาวชน | แผ่นพับ การอบรม | 2568 |
|  | ซึ่งมลพิษทางอากาศนั้นสามารถที่จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และ จากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นมีความเป็นไปได้ว่า ทั้งสองแหล่งอาจจะมีการปลดปล่อยมลพิษออกมาได้เช่นกัน เช่น ต้นไม้ที่อยู่ในป่าไม้สามารถที่จะปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายหลายชนิด ออกมา เช่น ไอโซพรีนที่มีศักยภาพในการเกิดละอองลอยทุติยภูมิ และพัฒนาไปเป็นอนุภาคฝุ่นได้ เป็นต้น ในขณะที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น เบนซีน ที่ปลดปล่อยมาจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ต่างๆ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงมลพิษทางอากาศอีกรูปแบบหนึ่งที่ไม่เคยได้ศึกษามาก่อนในภูมิภาคนี้ เพื่อจะได้เฝ้าติดตามและระวังได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในการศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคฝุ่นก็จะได้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้องค์ความรู้เพิ่มมากขึ้น เช่น ฝุ่นอนุภาคขนาดอื่นๆ นอกเหนือจาก PM2.5 นอกจากนี้ยังทำให้ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมีที่ตรึงอยู่บนอนุภาคฝุ่น | - หน่วยงานภาครัฐบาล หน่วยงานภาคเอกชนและภาคประชาชนที่มีความสนใจแก้ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศต่อยอด | ภาคเหนือตอนบน |  |
|  | เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรน้ำ ลดมลพิษทางน้ำ ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก | ชุมชนบ้านแสนสุข ตำบลศรีค้ำ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย | ภาคเหนือตอนบน  พื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำ บางส่วนของดอยแม่สะลอง และบางส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำโขงเหนือ | 2569 |
|  | แผนที่ดิจิทัลแสดงขอบเขตการพื้นที่ที่ควรอนุรักษ์หรือสงวนไว้สำหรับการเติมน้ำบาดาลตามธรรมชาติ | ผู้ใช้น้ำบาดาล ผู้ประกอบกิจการด้านน้ำบาดาล องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานภาครัฐที่กำกับดูแลด้านทรัพยากรน้ำบาดาล | พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน | 2569  2568 |
|  | องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ทั้งกลไกทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดภัยแล้งและการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้สภาวะโลกร้อน สามารถช่วยเป็นกลไกหนึ่ง ที่ผลักดันให้เกิดนโยบายสาธารณะที่ครอบคลุมต่อการรับมือจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งทางตรงและทางอ้อม อันสืบเนื่องมาจากความแปรปรวน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ ทั้งนี้เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าใจ และตั้งรับต่อสถานการณ์ภัยแล้งได้มากขึ้น ทำให้เกิดความเสียหายต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดและลดความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในประเทศ | หน่วยงานภาครัฐ  ประชาชน | ประเทศไทย | 2568 |
|  | การลดคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก | หน่วยงานภาครัฐ  ประชาชน | พื้นที่ที่มีภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการลดคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก | 2569 |
|  | ฐานข้อมูลจุลินทรีย์ย่อยไอโซพรีนที่สัมพันธ์กับชนิดพืช ซึ่งจะเป็นปัจจัยหนึ่งในการคัดเลือกพืชที่จะใช้ฟื้นฟูป่าและเพาะปลูกในป่าใน เขตพื้นที่สูง | ประชากรผู้อาศัยและทำกิน ใกล้เขตป่า และบริเวณพื้นที่สูง  - หน่วยงานอนุรักษ์ป่า  - หน่วยงานส่งเสริมการเกษตร (เกษตรที่สูง) | หน่วยงานส่งเสริมการเกษตร (เกษตรที่สูง) | 2568 |
| ด้านศิลปะวัฒนธรรม | - | - | - | - |

**หมายเหตุ**

**ผลกระทบ (Impacts)** คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากผลลัพธ์ (Outcome) ในวงกว้างทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม หรือผลสำเร็จระยะยาวที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ โดยผ่านกระบวนการการสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement Activities) และมีเส้นทางของผลกระทบ (Impact Pathway) ในการขับเคลื่อนไปสู่การสร้างผลกระทบ ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะพิจารณารวมผลกระทบในเชิงบวกและเชิงลบ ทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจให้เกิดขึ้นคำนิยามของผลกระทบด้านต่าง ๆ

**1. ด้านเศรษฐกิจ** การนำผลงานที่เกิดจากการวิจัยและนวัตกรรม เช่น ผลิตภัณฑ์ใหม่ การพัฒนาหรือการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และการบริการ ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเชิงพาณิชย์เกิดการลงทุนใหม่ เกิดการจ้างงานเพิ่ม หรือลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือนำไปสู่การพัฒนารูปแบบธุรกิจใหม่ ที่ก่อให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่ม และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและบริการหรืออาจเป็นข้อเสนอเชิงนโยบายที่นำไปสู่มาตรการที่สร้างมูลค่าเชิงเศรษฐกิจให้กับประเทศ ทั้งนี้ควรแสดงใหเห็นถึงมูลค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ที่เกิดขึ้นจากการลงทุนวิจัยและนวัตกรรม (Return on Investment : ROI)

**2. ด้านสังคม** การนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยและนวัตกรรม ไปสร้างให้เกิดการเปลี่ยนแปลง การเสริมพลัง ในการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น พื้นที่ หรือผลักดันไปสู่นโยบายที่ก่อให้เกิดผลกระทบในวงกว้าง และสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงหรือคุณค่าดังกล่าวได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้หากสามารถแสดงใหเห็นถึงผลตอบแทนทางสังคมที่เกิดขึ้นจากการลงทุนวิจัยและนวัตกรรมเชิงมูลค่า (Social Return on Investment : SROI) ได้ก็จะเป็นสิ่งดีแต่ต้องวิเคราะห์ตามหลักการที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

**3. ด้านสิ่งแวดล้อม** การนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยและนวัตกรรมไปสร้างให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้น เพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชนให้ดีขึ้น และนำไปสู่ความยั่งยืน รวมถึงการผลักดันไปสู่นโยบายที่ก่อให้เกิดผลกระทบในวงกว้าง และสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงหรือคุณค่าดังกล่าวได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้หากสามารถแสดงใหเห็นถึงผลตอบแทนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการลงทุนวิจัยและนวัตกรรมเชิงมูลค่า (Social Return on Investment : SROI) ได้ก็จะเป็นสิ่งดีแต่ต้องวิเคราะห์ตามหลักการที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

**4. คุณค่าที่คาดว่าจะส่งมอบ (Value Proposition)** ในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม เมื่องานสิ้นสุดลงและถูกนำไปใช้ในวงกว้าง

\* ระบุ หน่วยงาน/ผู้ได้รับประโยชน์หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการนำผลงานไปใช้ประโยชน์ และ พื้นที่ที่นำผลงานไปใช้ประโยชน์

**2. แผนงานการต่อยอดสู่นวัตกรรมและการนำไปใช้ประโยชน์ *(หากมี KRs06, 07, 08, 12, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 ขอให้ท่านกรอกรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อนี้ ซึ่งอาจจะมีผลต่อการให้งบประมาณสนับสนุนเพิ่มเติม)***

**2.1 สรุปผลิตภัณฑ์/เทคโนโลยี** *(อธิบายลักษณะ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์/บริการ เทคโนโลยีที่จะพัฒนา วิธีการใช้งาน และประโยชน์/ คุณค่าที่มีต่อลูกค้าและอุตสาหกรรม พร้อมรูปภาพหรือแบบจำลองประกอบ)*

**ด้าน Carbon reduction by microorganism**

* **ผศ. ดร.จีรพร เพกเกาะ**

พัฒนาต้นแบบ (Prototype) ผลิตภัณฑ์สารมูลค่าสูง จำนวน 1 ต้นแบบ ระดับ TRL 4 และระบบการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์เหลือทิ้งในระดับนำร่อง (Pilot Scale)

* **ผศ. ดร.ธารารัตน์ ชือตอฟ**

KR6, KR7 ต้นแบบ (prototypes)

งานวิจัยนี้ ในส่วนของการศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมในด้าน Microbial bioresource หรือการผลิตสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีมูลค่าสูง จะได้ต้นแบบ 2 อย่างคือ

(1) **ต้นแบบผลิตภัณฑ์** คือสาร astaxanthin ในรูปแบบที่พร้อมใช้เป็นส่วนประกอบเชิงหน้าที่ในผลิตภัณฑ์สุขภาพ (ทั้งนี้จะต้องมีการประเมินอายุการเก็บรักษาของสารในสภาพที่เตรียมด้วย โดยประเมินจากลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ทางชีวภาพ

(2) **ต้นแบบเทคโนโลยี/กระบวนการ** ในการผลิตสาร astaxanthin ในปริมาณมากจากแบคทีเรีย Paracoccus sp. ในสเกลถังหมักขนาดเล็ก ซึ่งจะเป็นสเกลที่มีความใกล้เคียงกับสภาวะการผลิตจริง (โดยสามารถตั้งค่าปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องให้เป็นไปตามต้องการด้วยความแม่นยำ) ก่อนที่จะขยายไปสู่การผลิตระดับ pilot scale และการขยายสเกลการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรม

KR8 การยื่นจดอนุสิทธิบัตร หรือสิทธิบัตร

งานวิจัยในส่วนของการศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมในด้าน Microbial bioresource หรือการผลิตสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีมูลค่าสูง จะมีโอกาสที่จะได้กระบวนการผลิตสาร astaxanthin โดยใช้กระบวนการที่ออกแบบเป็นพิเศษ โดยเรื่องที่อาจจะสามารถจดเป็นอนุสิทธิบัตรหรือสิทธิบัตรได้ เบื้องต้นคาดว่าเป็นเรื่อง “กระบวนการผลิต astaxanthin จาก thermophilic alkaliphilic bacterial strain ในถังหมักขนาดเล็ก” หรือเรื่องในขอบข่ายนี้

เนื่องจาก astaxanthin เป็นสารที่มีมูลค่าสูง งานวิจัยนี้ เมื่อได้กระบวนการ การผลิตสารนี้ในถังหมักขนาดเล็ก ก็อาจเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมที่จะนำไปต่อยอดและขยายผลได้ ประกอบกับความเร่งด่วนและความต้องการของตลาดที่จะใข้สาร astaxanthin เป็นส่วนประกอบเชิงหน้าที่ในผลิตภัณฑ์สุขภาพ จากการที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ และการขาดเทคโนโลยีภายในประเทศ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ค้นพบว่า เชื้อแบคทีเรียบางสายพันธุ์ ที่แยกได้จากน้ำพุร้อน ซึ่งเป็น thermotolerant strain ยังมีสมบัติเจริญได้ดีในสภาพที่เป็นด่าง (pH > 9) ซึ่งในการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียสายพันธุ์นี้เพื่อผลิต astaxanthin นั้น ต้องอาศัยกระบวนการ ปรับปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง กับการเจริญและการสร้างสารนี้ของแบคทีเรียชนิดนี้ ซึ่งมีความ advance มีความใหม่ และเชื่อว่าจะเป็นขอบข่ายหนึ่งที่จะสามารถจดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้

KR22 งานวิจัยต่อยอด (translational research)

งานวิจัยในส่วน astaxanthin จะมีการต่อยอดในด้าน up-scaling เพื่อที่จะสามารถผลิตรงควัตถุมูลค่าสูงในถังหมักในระดับอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็น functional ingredients ในผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ผลิตโดย SME (1 เรื่อง) เหตุที่คาดว่าจะมีการนำเทคโนโลยีสู่ SMEs ก่อน เนื่องจากอุสาหกรรมขนาดเล็กไม่สามารถซื้อสารในปริมาณมากในคราวเดียวได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการไม่สามารถลงทุน หรือสารมีจำหน่ายในปริมาณที่มากเกินความต้องการหรือกำลังการผลิต จึงทำให้การผลิตในระดับอุตสาหกรรมเกิดการชะลอตัวจากข้อจำกัดนี้

อย่างไรก็ตาม การต่อยอดในการ up-scale ก็เป็นเรื่องที่ท้าทาย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงคาดว่าในอนาคตเมื่อได้กระบวนการผลิต astaxanthin ในถังหมักขนาดเล็กแล้ว จะจำเป็นต้องทำการทดลองผลิตในถังหมักที่มีขนาดใหญ่ขึ้นในขนาดที่เหมาะสมกับการป้อนวัตถุดิบให้แก่ SMEs

KR24 มูลค่าผลกระทบเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

จากงานวิจัยในส่วนที่ 2 Ecological conservation การเพิ่มมูลค่าการผลิตของบ่อน้ำมันจากการใช้

MEOR technology โดยสามารถดึงน้ำมันมูลค่าไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท จาก oil well ที่หยุดผลิตน้ำมันไปก่อนหน้า ให้กลับมาผลิตน้ำมันได้อีก

* 1. **หน่วยงาน (ภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม ชุมชน) ที่คาดว่าจะนำผลงานไปใช้ประโยชน์**
* **ผศ. ดร.จีรพร เพกเกาะ**

ภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการลดคาร์บอนไดออกไซด์จากระบบ

* **ผศ. ดร.ธารารัตน์ ชือตอฟ**

ในภาครัฐที่คาดว่าจะสามารถนำผลงานไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ที่ต้องการนำเอาเทคโนโลยี กระบวนการหมัก ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ได้

* 1. **แผนการนำไปใช้ประโยชน์**

ด้าน Carbon reduction by microorganism

* ผศ. ดร.จีรพร เพกเกาะ

เผยแพร่ระบบการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กเพื่อดักจับคาร์บอนได ออกไซด์เหลือทิ้ง

* ผศ. ดร.ธารารัตน์ ชือตอฟ

จะใช้กระบวนการในการ optimize การผลิต astaxanthin เพื่อเป็นต้นแบบของเทคโนโลยี ที่จะถ่ายทอดให้แก่ผู้ประกอบการที่สนใจ อย่างไรก็ตาม ขณะนี้อยู่ในระหว่างพัฒนากระบวนการผลิต จึงยังไม่ได้หารือในรายละเอียดกับผู้ที่มีศักยภาพในการนำเทคโนโลยีไปต่อยอด

1. **ผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบที่คาดว่าจะส่งมอบตามระยะเวลา**

ผลผลิต ผลลัพธ์ ผลกระทบที่สำคัญของงานวิจัย และนวัตกรรมของโครงการวิจัยที่จะส่งมอบตามช่วงระยะเวลา ***(กรุณากรอกทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ)***

| **ระยะเวลา** | **กิจกรรม** | **Output** | **Outcome** | **Impact** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| เดือนที่ 1-6 | ดำเนินการวิจัยด้านมลพิษทางอากาศ เก็บตัวอย่าง วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี | องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับทางด้านมลพิษทางอากาศ |  | - องค์ความรู้เกี่ยวกับ มลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบ ต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนที่ได้รับสัมผัสมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ |
|  | ดำเนินการวิจัยด้านการจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต ช่วงปี 2021-2050 ภายใต้ภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 ด้วยแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค WRF-CMIP5 ตลอดจนต่อยอดและพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยเพื่อรับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 เรื่อง ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 หรือสามารถต่อยอดและพัฒนาโครงการวิจัยเพื่อรับทุนสนับสนุนจากภายนอกได้ 1 โครงการ | สร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์บรรยากาศ โดยเฉพาะด้านแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค | สามารถต่อยอดองค์ความรู้จากงานวิจัย |
|  | คัดเลือกไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก | ไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก อย่างน้อย 1 สายพันธุ์ที่เจริญในคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 10% | การเพาะเลี้ยงสายพันธุ์ไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก เพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างน้อย 1 สายพันธุ์ | ตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ |
|  | ดำเนินการวิจัยในส่วนการวิจัยจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 ด้าน (health, ecological conservation, microbial bioresource) | มีผลงานตีพิมพ์ เรื่อง  1.Intraspecific Diversity and Pathogenicity of Bacillus thuringiensis Isolates from an Emetic Illness  2.Nanobacterial Cellulose from Kombucha Fermentation as a Potential Protective Carrier of Lactobacillus plantarum under Simulated Gastrointestinal Tract Conditions | มีการนำองค์ความรู้สู่วงการวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ | มีการสร้างเครือข่ายและต่อยอดงานวิจัย |
| เดือน 7-12 | ดำเนินการวิจัยด้าน,  มลพิษทางอากาศ และ การจำลอง สภาพภูมิอากาศในอนาคต ช่วงปี 2021-2050 ภายใต้ภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 ด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ ภูมิภาค WRF-CMIP5 รวมทั้งดำเนิน โครงการวิจัยและ/หรือต่อยอดความร่วมมือทางวิชาการกับต่างประเทศ | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 เรื่อง ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 หรือสามารถต่อยอดโครงการวิจัย เพื่อพัฒนาผลงานวิชาการร่วมกับต่างประเทศได้ 1 เรื่อง | สร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ บรรยากาศ โดยเฉพาะด้านแบบจำลอง ภูมิอากาศภูมิภาค | สามารถสร้างเครือข่ายและต่อยอดงานวิจัย |
|  | -ศึกษาสภาวะการเพาะเลี้ยง ที่เหมาะสมสำหรับการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์  -วิเคราะห์ปริมาณสารชีวโมเลกุล  -วิเคราะห์ศักยภาพในการตรึง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | -สภาวะการเพาะเลี้ยง ไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก เพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์  -สารชีวโมเลกุลมูลค่าสูง จากไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก | -ไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กที่มีศักยภาพในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างน้อย 1 สายพันธุ์ |  |
|  | ดำเนินการวิจัยในส่วนการวิจัยจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 ด้าน (health, ecological conservation, microbial bioresource) | มีผลงานตีพิมพ์ คาดว่าเป็นเรื่องในขอบเขตเหล่านี้  (1) Biodegradation of Soil Isoprene in Agroforestry Environment: Coffee and Tea Plantations  (2) *Paracoccus* from hotspring: a novel astaxanthin producer | มีการนำองค์ความรู้สู่วงการวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ | มีการต่อยอดองค์ความรู้ จากงานวิจัย |
| เดือน 13-18 | วิเคราะห์กลไกกายภาพและความผันแปรระหว่างทศวรรษที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต รวมทั้งดำเนินโครงการวิจัยและ/หรือต่อยอดความร่วมมือทางวิชาการกับต่างประเทศ | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 เรื่อง ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 หรือสามารถต่อยอดและพัฒนาโครงการวิจัยเพื่อรับทุนสนับสนุนจากภายนอกได้ 1 โครงการ | สร้างองค์ความรู้ด้านกลไกกายภาพและความผันแปรระหว่างทศวรรษที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตสู่วงการวิชาการ | สามารถต่อยอดองค์ความรู้จากงานวิจัย และสร้างเครือข่ายนักวิจัยระดับนานาชาติได้ |
|  | ขยายปริมาตรการเพาะเลี้ยงสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากปีที่ 1 และออกแบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงปริมาตร 100 ลิตร | -ไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กที่มีศักยภาพในการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | -แนวทางการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็กที่มีศักยภาพในการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | เดือน 13-18 |
|  | ดำเนินการวิจัยในส่วนการวิจัยจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 ด้าน (health, ecological conservation, microbial bioresource)  - ดำเนินการหารือและเตรียมการในการจดอนุสิทธิบัตรหรือสิทธิบัตร  - ดำเนินการหารือความร่วมมือในงานวิจัยกับหน่วยงานในต่างประเทศ | มีผลงานตีพิมพ์ คาดว่าเป็นเรื่องในขอบเขตเหล่านี้  (1) Genome characterization of *Bacillus thuringiensis* isolates from an emetic illness  (2) Genome Sequence and Isoprene Degradation Potential of *Mycolicibacterium* Strain N1R Isolated from soil around Cashew Tree | - มีการนำองค์ความรู้สู่วงการวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ | มีการต่อยอดองค์ความรู้จากงานวิจัย |
| เดือน 19-24 | พัฒนาดัชนีเพื่อวิเคราะห์ Extreme events ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ตลอดจนต่อยอดและพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยเพื่อรับทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 เรื่อง ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 หรือสามารถต่อยอดโครงการวิจัย เพื่อพัฒนาผลงานวิชาการร่วมกับต่างประเทศได้ 1 เรื่อง | สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาดัชนีวิเคราะห์ Extreme events ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย และสามารถนำใช้ดัชนีดังกล่าวเพื่อสนับสนุนระบบการตัดสินใจสำหรับบริหารจัดการความเสี่ยงด้านภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องได้ | สามารถต่อยอดงานวิจัยสู่การพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาด้านภัยพิบัติและสิ่งแวดล้อมได้ |
|  | -วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (Proximate analysis) และวิเคราะห์ชีวมวลแบบแยกธาตุ (Ultimate analysis)  -ศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาบางประการ  -ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลและไบโอเอทานอลจากกากชีวมวล | -สารมูลค่าสูงที่เหมาะสำหรับการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก อย่างน้อย 1 สาร  - ทราบความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลและไบโอเอทานอลจากกากชีวมวล |  |  |
|  | ดำเนินการวิจัยในส่วนการวิจัยจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 ด้าน (health, ecological conservation, microbial bioresource)  - ดำเนินการจัดทำ/เพิ่มเติมฐานข้อมูล แบคทีเรียย่อยสลายไอโซพรีน | มีผลงานตีพิมพ์ คาดว่าเป็นเรื่องในขอบเขตดังนี้  (1) Recovering of crude oil from abandoned oil well through Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR) based on metagenomic data of microbial community  (2) Beta-glucan from kombucha, kombucha bacterial cellulose, and kombucha yeast culture | - มีการนำองค์ความรู้สู่วงการวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ | - มีการต่อยอดองค์ความรู้จากงานวิจัย |
|  | สำรวจพื้นที่ปนเปื้อนสารอินทรีย์ระเหยง่ายในชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น พร้อมประเมินศักยภาพและการออกแบบระบบฟื้นฟูด้วยวิธี Bioremediation โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ | ผลงานตีพิมพ์ ISI-Q2 | แนวทางการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนจากสารเคมีอันตราย (กลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่ายหรือ VOCs) ในชั้นหินอุ้มน้ำระดับตื้น (Shallow aquifers) | Health impact prevention due to potential VOCs intake from contaminated shallow aquifer |
| เดือน 25-30 | ศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม คุณภาพอากาศ (PM2.5) และสุขภาพ และพัฒนากำลังคนเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย มุ่งเน้นพัฒนาผู้ช่วยนักวิจัยระดับปริญญาตรี โท เอก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท เอก ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 เรื่อง ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 และพัฒนากำลังคนเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย มุ่งเน้นพัฒนาผู้ช่วยนักวิจัยระดับปริญญาตรี โท เอก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท เอก ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมอย่างน้อย 2 คน | สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในมิติต่าง ๆ และสร้างบุคลากรที่มีศักยภาพด้านการวิจัย | มีการต่อยอดองค์ความรู้และขยายผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งได้พัฒนาบุคลากรด้านการวิจัย ทั้งสัดส่วนนักวิจัยที่เพิ่มขึ้นในภาคการศึกษา และนักศึกษาที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น โดยคาดว่าอนาคตจะเป็นกลุ่มบุคคลที่มีศักยภาพในการขับเคลื่อนการแก้ปัญหาเหล่านี้ |
|  | -พัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงฯ เพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์เหลือทิ้งในระดับนำร่อง ปริมาตร 1,000 ลิตร | ระบบการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก เพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์เหลือทิ้งในระดับนำร่อง 1 ระบบ | แนวทางการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก เพื่อดักจับคาร์บอนไดออกไซด์เหลือทิ้งในระดับอุตสาหกรรม | การลดคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคอุตสาหกรรมด้วยไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก |
|  | ดำเนินการวิจัยในส่วนการวิจัยจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 ด้าน (health, ecological conservation, microbial bioresource)  -- ดำเนินการยื่นจดอนุสิทธิบัตรหรือสิทธิบัตร | มีผลงานตีพิมพ์ คาดว่าเป็นเรื่องในขอบเขตดังนี้  (1) Factors affecting heat-stable toxin production by *B. cereus* group species  (2) Isoprene-Degrading *Methylobacterium* spp. from Temperate and Tropical Soil: Biodegradation and Genome Characterisation  - ได้ต้นแบบกระบวนการผลิต 1 ต้นแบบ | - มีการนำองค์ความรู้สู่วงการวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ  - อุตสาหกรรมสามารถนำต้นแบบเทคโนโลยีมาต่อยอดในเชิงพาณิชย์โดยได้รับความคุ้มครอง | - ส่งเสริมเศรษฐกิจของผู้ประกอบการที่นำผลงานไปใช้หรือต่อยอด  - เพิ่มศักยภาพของผู้ประกอบการไทยในการแข่งขัน |
| เดือน 31-36 | ศึกษาผลกระทบด้านต่าง ๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม คุณภาพอากาศ (PM2.5) และสุขภาพ เป็นต้น พัฒนากำลังคนเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย มุ่งเน้นพัฒนาผู้ช่วยนักวิจัยระดับปริญญาตรี โท เอก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท เอก ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 เรื่อง ในฐานข้อมูล ISI, Scopus Q1-Q2 และพัฒนากำลังคนเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย มุ่งเน้นพัฒนาผู้ช่วยนักวิจัยระดับปริญญาตรี โท เอก รวมทั้งนักศึกษาระดับปริญญาโท เอก ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมอย่างน้อย 2 คน | สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในมิติต่าง ๆ  และสร้างบุคลากรด้านการวิจัยที่มีศักยภาพ | มีการต่อยอดองค์ความรู้และขยายผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งได้พัฒนาบุคลากรด้านการวิจัย ทั้งสัดส่วนนักวิจัยที่เพิ่มขึ้นในภาคการศึกษา และนักศึกษาที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น โดยคาดว่าอนาคตจะเป็นกลุ่มบุคคลที่มีศักยภาพในการขับเคลื่อนการแก้ปัญหาเหล่านี้ |
|  | -พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์สารมูลค่าสูงจากไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก  -พัฒนากระบวนการใช้กากชีวมวลสำหรับการผลิตพลังงานชีวภาพ | -ต้นแบบผลิตภัณฑ์สารมูลค่าสูงจากไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก  1 ผลิตภัณฑ์  -แนวทางการผลิตไบโอดีเซลและไบโอเอทานอลจากกากชีวมวล | -แนวทางการใช้ประโยชน์จากไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก | -ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหรือเวชสำอางจากไซยาโนแบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก |
|  | - ดำเนินการวิจัยในส่วนการวิจัยจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 ด้าน (health, ecological conservation, microbial bioresource)  - ดำเนินการจัดทำฐานข้อมูล marine bacteria  - จัดสัมมนา จุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม  - ถ่ายทอดเทคโนโลยี | มีผลงานตีพิมพ์ คาดว่าเป็นเรื่องในขอบเขตดังนี้  (1) Diversities and hydrocarbon degradation capabilities of marine bacteria from mangrove forest and coastal areas close to habitats of vulnerable species  (2) Antimicrobial peptides from *Bacillus cereus* group species and their potentials as antibiotic alternatives | - มีการนำองค์ความรู้สู่วงการวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ  - มีการสร้างเครือข่ายกับนักวิจัยในประเทศและต่างประเทศ (จากการจัดสัมมนา)  - เกิดการลงทุนของภาคเอกชน | - มีการต่อยอดองค์ความรู้  - ขับเคลื่อนการอนุรักษ์ป่าไม้และป่าชายเลนชายฝั่งทะเลและลดผลกระทบจาก pollutants ต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมบริเวณชายฝั่ง  -ก่อให้เกิดความร่วมมือทางวิชาการในระยะยาว  - เพิ่มศักยภาพและความยั่งยืนเชิงเศรษฐกิจจากการใช้เทคโนโลยีภายในประเทศ |
|  | ประยุกต์แบบจำลองการไหลของน้ำบาดาล เพื่อประเมินปฏิสัมพันธ์ของน้ำผิวดินและน้ำบาดาล และบริหารจัดการการใช้น้ำแบบร่วมกัน (SW-GW conjunctive usage) | ผลงานตีพิมพ์ ISI-Q2 | ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายด้านการบริหารจัดการการใช้น้ำผิวดินร่วมกับน้ำบาดาล | ประชาชนความมั่นคงในการเข้าถึงแหล่งน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล |

**ส่วนที่ 5 การบริหารจัดการงบประมาณ**

**1. แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการ**

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

| **ประเภทงบประมาณ** | **รายละเอียด** | **เป็นงบประมาณของปีงบประมาณ พ.ศ. 2566** | **เป็นงบประมาณของปีงบประมาณ พ.ศ. 2567** | **เป็นงบประมาณของปีงบประมาณ พ.ศ. 2568** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **1,250,000.00** | **2,000,000.00** | **2,000,000.00** |
| **งบดำเนินงาน: ค่าตอบแทน** | 1. ค่าจ้างเหมาผู้ช่วยวิจัยเต็มเวลา |  |  |  |
| 1.1 ปีงบประมาณ 2566 (0 บาท) |  |  |  |
| - วุฒิปริญญาโท 0 คน (0 คน x 18,000 บาท x 12 เดือน) | **-** |  |  |
| - วุฒิปริญญาตรี 0 คน (0 คน x 15,000 บาท x 12 เดือน) | **-** |  |  |
| 1.2 ปีงบประมาณ 2567 (576,000 บาท) |  |  |  |
| - วุฒิปริญญาโท 1 คน (1 คน x 18,000 บาท x 12 เดือน) |  | **216,000.00** | **216,000.00** |
| - วุฒิปริญญาตรี 2 คน (2 คน x 15,000 บาท x 12 เดือน) |  | **360,000.00** | **360,000.00** |
| 1.3 ปีงบประมาณ 2568 (576,000 บาท) |  |  |  |
| - วุฒิปริญญาโท 1 คน (1 คน x 18,000 บาท x 12 เดือน) |  |  |  |
| - วุฒิปริญญาตรี 2 คน (2 คน x 15,000 บาท x 12 เดือน) |  |  |  |
| 2. ค่าจ้างเหมาผู้ช่วยวิจัย (Part Time) |  |  |  |
| - วุฒิปริญญาโท 1 คน (1 คน x 10,000 บาท x 12 เดือน) | **120,000.00** | **120,000.00** | **120,000.00** |
| - วุฒิปริญญาตรี 4 คน (4 คน x 7,500 บาท x 12 เดือน) | **360,000.00** | **360,000.00** | **360,000.00** |
| **งบดำเนินงาน: ค่าใช้สอย** | 3. ค่า Page charge ในการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน | **600,000.00** | **600,000.00** | **600,000.00** |
| 4. ค่าใช้จ่ายในการเดินทางในประเทศ และต่างประเทศ (ค่าเบี้ยเลี้ยง, ค่าที่พัก, ค่ายานพาหนะ) | **80,000.00** | **140,000.00** | **140,000.00** |
| 5. ค่าจ้างเหมาบริการ เช่น การออกแบบระบบ การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น | **50,000.00** | **140,000.00** | **140,000.00** |
| 6. ค่าใช้จ่ายในการจัดประชุมหารือร่วมกับประชาชนและหน่วยงานภายนอก | **-** | **8,000.00** | **8,000.00** |
| 7. ค่าใช้จ่ายในฝึกอบรมสัมมนา (ค่าอาหาร, ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม, ค่าเช่าห้องประชุม เป็นต้น) | **7,200.00** | **22,000.00** | **22,000.00** |
| 8. ค่าจัดทำเอกสาร สื่อสิ่งพิมพ์ และเข้าเล่มรายงาน | **20,000.00** | **20,000.00** | **20,000.00** |
| 9. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ | **12,800.00** | **14,000.00** | **14,000.00** |
|  | | **750,000.00** | **1,000,000.00** | **1,000,000.00** |
| **งบดำเนินงาน: ค่าวัสดุ** | 1. ค่าวัสดุทางวิทยาศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ เช่น เครื่องแก้ว, คอลัมน์ เป็นต้น | **500,000.00** | **350,000.00** | **350,000.00** |
| 2. ค่าสารเคมีและก๊าซที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ | **100,000.00** | **450,000.00** | **450,000.00** |
| 3. ค่าวัสดุอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล/เก็บตัวอย่าง/การวิเคราะห์ | **100,000.00** | **150,000.00** | **150,000.00** |
| 4. ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และวัสดุสำนักงาน เช่น หมึกพิมพ์, กระดาษ A4, แฟ้ม เป็นต้น | **50,000.00** | **50,000.00** | **50,000.00** |
| **รวม** |  | **2,000,000.00** | **3,000,000.00** | **3,000,000.00** |

1.2 รายละเอียดการจัดซื้อครุภัณฑ์ : กรณีมีความต้องการซื้อครุภัณฑ์ให้ใส่รายละเอียด ดังนี้

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

***หมายเหตุ : ให้แนบใบเสนอราคาอย่างน้อย 3 บริษัท/ห้าง/ร้าน***

1.3 รายละเอียดการก่อสร้าง : เฉพาะงบปรับปรุงห้องปฏิบัติการ (กรณีมีความต้องการงบสิ่งก่อสร้างให้ใส่รายละเอียด) ดังนี้

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| รายละเอียดสิ่งก่อสร้าง | สถานภาพการใช้งาน ณ ปัจจุบัน | เหตุผลและความจำเป็นต่อโครงการ | การใช้ประโยชน์เมื่อโครงการสิ้นสุด |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

***หมายเหตุ : ให้แนบใบเสนอราคาอย่างน้อย 3 บริษัท/ห้าง/ร้าน และ BOQ***

ลงนาม…….......................................………………

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร จันทระ)

*หัวหน้าศูนย์วิจัย*