แบบฟอร์ม เงินงบประมาณแผ่นดิน

รหัสโครงการ: **1426** รหัสข้อเสนอการวิจัย: **63A136000005** สถานะงาน: นักวิจัยแก้ไขโครงการ (1)

โครงการวิจัย

ชื่อทุนวิจัย : งบประมาณปกติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563

แผนงานหลัก : การสร้างนวัตกรรมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เพื่อการเกษตร สุขภาพและสิ่งแวดล้อม

แผนงานย่อย :

โปรแกรม (Program) : P5 ส่งเสริมการวิจัยขั้นแนวหน้า และการวิจัยพื้นฐานที่ประเทศไทยมีศักยภาพ

ประเด็นริเริ่มสำคัญ (Flagship) :

Objective :

ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) **การกำจัดสีย้อมจากน้ำเสียโดยใช้อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ร่วมกับ แกรฟีนและเหล็กออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยกระบวนการโฟโตคะตาไลติก**

(ภาษาอังกฤษ) Removal of dye from wastewater by using zinc oxide nanoparticle cooperated with graphene and iron oxide as catalyst by photocatalysis process

หน่วยงานสังกัดนักวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

หน่วยงานโครงการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ลักษณะโครงการวิจัย

สถานภาพ โครงการวิจัยใหม่

ประเภทโครงการ โครงการวิจัย

ระยะเวลาโครงการ 1 ปี

งบประมาณเสนอขอ 830,000 บาท

งบประมาณที่ได้รับจัดสรร 510,023 บาท

ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ (หลัก) : KR1.5b.2 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (Top-tier Journals) ที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี และติดอันดับ 1 ของ ASEAN ภายใน 2570

เริ่มรับงบประมาณในปี 2563

สาขาการวิจัย

สาขาการวิจัยหลัก OECD วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ

สาขาการวิจัยย่อย OECD วิทยาศาสตร์เคมี

คำสำคัญ

ภาษาไทย ซิงค์ออกไซด์,แกรฟีน,เหล็กออกไซด์,โฟโตคะตาไลซีส

ภาษาอังกฤษ Zinc oxide,Graphene,Iron oxide,Photocatalysis

รายละเอียดของคณะผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการมีส่วนร่วม
ผศ.ดร. ประวิทย์ เนื่องมัจฉา หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	หัวหน้าโครงการ	60.00
นางรุ่งนภา พิมเสน หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ร่วมวิจัย	10.00
ดร. อานันท์นิตย์ คุ่ยยกสุย หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ร่วมวิจัย	10.00
ผศ. ปวีณา ปรวัฒน์กุล หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ร่วมวิจัย	10.00
นางปิยวรรณ เนื่องมัจฉา หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ร่วมวิจัย	10.00

บทสรุปผู้บริหาร

ซิงค์ออกไซด์เป็นวัสดุในกลุ่มโลหะออกไซด์ที่มีการนำมาใช้งานในรูปแบบของวัสดุนาโนที่หลากหลาย เช่น การใช้ประยุกต์ใช้ซิงค์ออกไซด์สำหรับการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในทางทันตกรรม ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเนื่องจากมีระดับความสามารถในการป้องกันรังสียูวีได้ นอกจากนี้ยังพบว่าซิงค์ออกไซด์สามารถประยุกต์ใช้ในการบำบัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้ เนื่องจากมีสมบัติที่ดีในด้านการดูดซับแสงและสมบัติด้านการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง อย่างไรก็ตามตัวเร่งปฏิกิริยาซิงค์ออกไซด์ดังกล่าวยังมีข้อจำกัดคือสามารถใช้งานได้ดีเฉพาะในช่วงแสงยูวี (UV) ซึ่งแสงในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวนี้มีเพียง 4% เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงแสงวิสิเบิล ซึ่งมีมากถึง 96% ดังนั้นการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาที่สามารถใช้งานได้ในช่วงแสงวิสิเบิลจึงได้รับความสนใจ เป็นอย่างมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมุ่งที่ศึกษาถึงวิธีการสังเคราะห์ พิสูจน์ เอกลักษณ์และประยุกต์ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิทที่เตรียมจากซิงค์ออกไซด์แกรฟีนและเหล็กออกไซด์ เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการกำจัดสีย้อมในน้ำเสีย โดยอาศัยกระบวนการกระตุ้นด้วยแสงและประยุกต์ใช้งานกับตัวอย่างน้ำเสียจริง เมื่อเสร็จสิ้นโครงการวิจัยนี้จะมีการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการทำวิจัยเผยแพร่ในวงวิชาการในรูปแบบบทความวิจัย (1 บทความ) และการประชุมวิชาการ (1 ครั้ง) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อ นักวิชาการ นักศึกษา และผู้สนใจได้ทราบองค์ความรู้เกี่ยวกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ร่วมกับแกรฟีนและเหล็กออกไซด์ในการบำบัดน้ำเสีย

หลักการและเหตุผล

ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide, ZnO) เป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมานี้ เนื่องจากมีสมบัติในช่วงกว้างคือ สามารถใช้วิธีเติมสารเจือเพื่อปรับโครงสร้างระดับจุลภาค และโครงสร้างแถบพลังงานให้ได้สมบัติตามที่ต้องการ (ตั้งแต่ตัวนำไปจนถึงฉนวนไฟฟ้า) วัสดุนี้มีค่าแบนด์แก็ป (band gap) กว้าง มีความเป็นเพียโซอิเล็กทริก และเฟอร์โรแมกเนติก อีกทั้งมีความไวต่อการตรวจวัดสารเคมีต่างๆ ด้วย [1] ซิงค์ออกไซด์เป็นวัสดุในกลุ่มโลหะออกไซด์ที่มีการนำมาใช้งานในรูปแบบของวัสดุนาโน เช่น การใช้ประยุกต์ใช้ซิงค์ออกไซด์ในกลุ่มงานอิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ตรวจจับก๊าซ ใช้สำหรับการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในทางทันตกรรม ยังใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับคนโดยตรงคือเครื่องสำอางโดยเฉพาะอย่างยิ่งโลชั่นกันแดดที่เริ่มนิยมนำซิงค์ออกไซด์ขนาดนาโนมาใช้เป็นองค์ประกอบ เนื่องจากมีระดับความสามารถในการป้องกันรังสียูวีได้ในระดับเดียวกับอนุภาคซิงค์ออกไซด์ขนาดใหญ่กว่านาโน แต่ข้อได้เปรียบที่เห็นได้ชัดของโลชั่นกันแดดที่มีอนุภาคนาโนเป็นองค์ประกอบคือการส่งผ่านแสงได้ดีกว่า ทำให้ไม่ทิ้งร่องรอยให้เห็นเป็นสีขาวอย่างชัดเจนบนผิวเมื่อเทียบกับโลชั่นกันแดดที่ใช้อนุภาคขนาดใหญ่ จากเหตุที่ซิงค์ออกไซด์ได้รับความสนใจในการใช้ประโยชน์มากขึ้น ทำให้เกิดการผลิตในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้นตามไปด้วย [2] นอกจากนี้ยังพบว่าซิงค์ออกไซด์สามารถประยุกต์ใช้ในการบำบัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้ เนื่องจากมีสมบัติที่ดีในด้านการดูดซับแสงและสมบัติด้านการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง อย่างไรก็ตามตัวเร่งปฏิกิริยาซิงค์ออกไซด์ดังกล่าวยังมีข้อจำกัดคือสามารถใช้งานได้ดีเฉพาะในช่วงแสงยูวี (UV) (ความยาวคลื่นต่ำกว่า 400 นาโนเมตร) ซึ่งแสงในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวนี้มีเพียง 4% เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงแสง วิสิเบิล ซึ่งมีมากถึง 96% ดังนั้นการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาที่สามารถใช้งานได้ในช่วงแสงวิสิเบิลจึงได้รับความสนใจ เป็นอย่างมาก จากผลงานการวิจัยที่ผ่านมาของทีมผู้วิจัยเองพบว่าเมื่อใช้ซิงค์ออกไซด์ร่วมกับวัสดุแกรฟีนหรือออกไซด์โลหะอื่นๆจะสามารถกำจัดสารมลพิษทั้งโลหะหนัก และสีย้อมจากน้ำเสียได้เป็นอย่างดี เช่น Ag-Au-ZnO [3], SnO2/Zn2SnO4 [4], Ag/ZnO/graphene oxide [5] และ ZnO-graphene-TiO2 composite [6] เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุเหล็กออกไซด์เมื่อใช้งานร่วมกับวัสดุอื่นๆจะมีสมบัติความเป็นแม่เหล็กที่ดี ทำให้สามารถแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออกจากสารละลายน้ำทิ้งได้ง่ายโดยใช้แม่เหล็กภายนอกดูดออก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งที่ศึกษาถึงวิธีการสังเคราะห์ พิสูจน์ เอกลักษณ์และประยุกต์ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิทที่เตรียมจากซิงค์ออกไซด์ แกรฟีนและเหล็กออกไซด์ เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการกำจัดสีย้อมในน้ำเสียโดยอาศัยกระบวนการกระตุ้นด้วยแสงและประยุกต์ใช้งานกับตัวอย่างน้ำเสียจริง จากกลุ่มผลิตภัณฑ์ผ้ามัดย้อมและผลิตภัณฑ์ผ้าบาติกในจังหวัดนครศรีธรรมราช

วัตถุประสงค์

เพื่อสังเคราะห์และศึกษาความสามารถของตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิทชนิดใหม่ที่เตรียมจากซิงค์ออกไซด์ แกรฟีนและเหล็กออกไซด์ ในการกำจัดสีย้อมในน้ำเสีย โดยอาศัยกระบวนการกระตุ้นด้วยแสง

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิทจากซิงค์ออกไซด์/แกรฟีน/เหล็กออกไซด์

1.1 เตรียมแกรฟีนควอนตัมดอทเพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยานาโน คอมพอสิท โดยการไพโรไลซีสกรดซิตริกโดยทำการสังเคราะห์ตามวิธีที่ทีมผู้วิจัยได้ศึกษามาแล้ว

1.2 เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิทจากวัสดุแกรฟีนและซิงค์ออกไซด์ ซึ่งในการสังเคราะห์จะประกอบด้วยสารตั้งต้นที่สำคัญได้แก่ แกรฟีนควอนตัมดอท ซิงค์ไนเตรต เหล็กไนเตรต และเหล็กซัลเฟตซึ่งจะได้ตัวเร่งปฏิกิริยาหลัก 2 ชนิด คือ ซิงค์ออกไซด์/แกรฟีน (ZG) และซิงค์ออกไซด์/แกรฟีน/เหล็กออกไซด์ (ZGF) ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ได้แก่ ความเข้มข้นของซิงค์ออกไซด์, เวลาในการเผา อุณหภูมิในการเผา โดยการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาในส่วนนี้จะทำการปรับปรุงวิธีการสังเคราะห์ตามวิธีที่ทีมผู้วิจัยได้ศึกษามาแล้ว

1.3 ตรวจสอบเอกลักษณ์เพื่อยืนยันสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้จากการศึกษาทุกขั้นตอนจะทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิคต่างๆได้แก่ UV-Visible Diffuse refectance spectrophotometry (UV-Vis DRS), X-Ray diffraction spectrophotometry (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Scanning electron microscopy (SEM), Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), และ Transmission electron microscopy (TEM)

2. การประยุกต์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ในการกำจัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตแคตาไลติก (กระตุ้นด้วยแสง) หลังจากทำการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาและพิสูจน์เอกลักษณ์เรียบร้อยแล้ว จะทำการนำตัวเร่ง ปฏิกิริยาทั้ง 2 ชนิด มาทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีย้อมมลพิษด้วยกระบวนการโฟโตแคตาไลติก โดยปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม เวลาในการกระตุ้นด้วยแสง ความเป็นกรด-

เบส, ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา

3. การประยุกต์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ในการกำจัดสีย้อมจากตัวอย่างจริง สำหรับในส่วนนี้ หลังจากทำการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาและพิสูจน์เอกลักษณ์เรียบร้อยแล้ว จะทำการนำตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 2 ชนิด มาทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีย้อมมลพิษด้วยกระบวนการ โฟโตแคตาไลติกในตัวอย่างน้ำเสียจากการมัดย้อม

กรอบการวิจัย

ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

1) การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิท

ทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิท ซิงค์ออกไซด์/แกรฟีน/เหล็กออกไซด์ ((ZGF) โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ได้แก่ ความเข้มข้นของโลหะออกไซด์, อุณหภูมิ และเวลาในการทำปฏิกิริยา

2) การพิสูจน์เอกลักษณ์ของตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมโพสิท

ทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ โดยใช้เทคนิค UV-Visible Diffuse re?ectance spectrophotometry (UV-Vis DRS), X-Ray diffraction spectrophotometry (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Scanning electron microscopy (SEM), Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), และ Transmission electron microscopy (TEM)

3) การกำจัดสีย้อมมลพิษของตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมโพสิทด้วยกระบวนการกระตุ้นด้วยแสง

ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีย้อมมลพิษของตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมโพสิทด้วย กระบวนการกระตุ้นด้วยแสง โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดได้แก่ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม, เวลา, ความเป็นกรด-เบส, ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา

4) การหาประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อมจากตัวอย่างน้ำเสียจริงของตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิท

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจริงจากกลุ่มผลิตภัณฑ์ผ้ามัดย้อมและผลิตภัณฑ์ผ้าบาติกในจังหวัดนครศรีธรรมราช มาทำการบำบัดด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้และคำนวณหาประสิทธิภาพในการกำจัด

แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานงานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสีย้อมด้วยกระบวนการกระตุ้นด้วยแสงโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมชนิดต่างๆดังนี้

Senthilraja, A. และคณะ [3] ได้ทำการสังเคราะห์ Ag-Au-ZnO เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการกำจัดสี เมทธิลีนบลู ด้วยกระบวนการโฟโตแคตาไลติกภายใต้แสง UV-A โดยได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีได้แก่ ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา ความเข้มข้นของสี ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ผลจากการศึกษาพบว่าภายใต้ สภาวะที่เหมาะสม (ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา = 3 g/L, ความเข้มข้นของสี = 1x10-4 M และ pH = 7.0) ประสิทธิภาพในการเกิดโฟโตแคตาไลติกของ Ag-Au-ZnO คอมโพสิท ดีกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาอื่นๆ ได้แก่ Ag-ZnO, Au-ZnO, commercial ZnO, bare ZnO, TiO2-P25 และ TiO2

Xu, X. และคณะ [7] ได้เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-N-S-tri-doped TiO2 (FeNS-TiO2) ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล (hydrothermal method) และศึกษาความสามารถในการเกิดโฟโตแคตาไลติก ด้วยปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของ เมทิลออเรนจ์ (methyl orange) เมทิลีนบลู (methylene blue) โรดามีน บี (rhodamine B) และการเกิดรีดักชัน ของโครเมียม (VI) ไอออน ภายใต้แสงวิสิเบิล (λ > 420 nm) และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการกำจัดสี และโลหะเหล่านี้กับตัวเร่งปฏิกิริยาอื่นๆได้แก่ N-dope P25 และ TiO2 ผลการศึกษาพบว่าแสงวิสิเบิลสามารถกระตุ้น FeNS-TiO2 ให้เกิดโฟโตแคตาไลติกได้ดีกว่า N-dope P25 และ TiO2 นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ FeNS-TiO2 ร่วมกับเมทิลีนบลูจะสามารถเพิ่มการเกิดโฟโตแคตาไลติก รีดักชันของ โครเมียม(VI) ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้ FeNS-TiO2 ร่วมกับ เมทิลออเรนจ์ และโรดามีน บี พบว่าจะส่งผลให้ต้านการเกิดโฟโตแคตาไลติก รีดักชันของ โครเมียม(VI)

Sharma, A. และคณะ [8] ได้สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดใหม่ TiO2/NiO/reduced graphene oxide (RGO) ที่สามารถกระตุ้นด้วยแสงวิสิเบิลได้ดี ภายใต้แสงวิสิเบิล TiO2/NiO-RGO จะสามารถทำให้เกิดคู่ของ e-/h+ และ e-/h+ เหล่านี้จะเกิดอันตรกิริยากับโมเลกุลของ H2O และ O2- เกิดเป็น oxy-radicals ซึ่งสามารถสลาย o-chlorophenol ในน้ำเสียได้ ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อกระตุ้น TiO2/NiO-RGO ด้วยแสงวิสิเบิล จะสามารถสลาย o-chlorophenol ได้ถึง 88.4% ที่ระดับความเข้มข้นของ o-chlorophenol 100 mg/L (100 mL) เวลา 8 ชั่วโมง

ความเป็นกรด-เบสของสารละลายเท่ากับ 6.5 กระบวนการสลาย o-chlorophenol ที่เกิดขึ้นจัดเป็นปฏิกิริยาแบบ ปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือน (pseudo-?rst-order reaction) นอกจากนี้ยังพบว่า TiO2/NiO-RGO ยังมีประสิทธิภาพ สูงในการเกิดโฟโตแคตาไลติก หลังจากมีการใช้งานไปแล้ว 4 รอบก็ตาม

Tian, H. และคณะ [9] ประยุกต์ใช้ N, S-GQDs+rGO+TiO2NT คอมพอสิท ในการสลายเมทิลออเรนจ์ ภายใต้การกระตุ้นด้วยแสงวิสิเบิล ผลการศึกษาพบว่า N, S-GQDs+10%rGO+TiO2NT มีประสิทธิภาพในการสลาย เมทิลออเรนจ์สูงกว่า TiO2NT และ rGO+TiO2NT อย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ค่าคงที่ apparent rate constant เท่ากับ 1.8 และ 16.3 เท่าของ 10%rGO+TiO2NT และ TiO2NT ตามลำดับ ดังนั้น N, S-GQDs+rGO+TiO2NT คอมพอสิท จึงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีเยี่ยมสำหรับใช้ในการสลายสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการโฟโตแคตาไลติกภายใต้แสงวิสิเบิล

Jo, W.K. และคณะ [10] ได้เตรียม Co3O4/TiO2 และ Co3O4/TiO2/GO นาโนคอมพอสิท ด้วยวิธีโซล-เจล (sol-gel) และไฮโดรเทอร์มอล (hydrothermal) และประยุกต์ใช้ในการสลาย oxytetracycline (OTC) และ congo red (CR) ผลการศึกษาพบว่าทั้ง Co3O4/TiO2 และ Co3O4/TiO2/GO นาโนคอมพอสิท ให้ quantum yields ที่ดีและ อัตราการเกิด recombination ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับ Co3O4 หรือ TiO2 นอกจากนี้ยังพบว่า Co3O4/TiO2/GO มีความเสถียรและอัตราในการสลาย OTC และ CR ที่สูงภายใต้แสงวิสิเบิล

Nuengmatcha, P. และคณะ [6] ได้เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา ZnO/graphene/TiO2 นาโนคอมพอสิท ด้วยวิธีโซลโวเทอร์มอล (solvothermal method) และศึกษาความสามารถในการกำจัดสีย้อมมลพิษด้วยกระบวน การโฟโตแคตาไลติกและโซโนแคตาไลติก โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีย้อมได้แก่ เวลา ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา และความเข้มของคลื่นเสียง ผลการศึกษาพบว่าภายใต้สภาวะที่เหมาะ ZnO/graphene/TiO2 นาโนคอมพอสิทสามารถกำจัดสีย้อม เมทธีลีนบลู เมทิลออเรนจ์ โรดามีนบี และสีย้อมอุตสาหกรรม (texbrite BAC-L, texbrite BBU-L และ texbrite NFW-L) ได้เป็นอย่างดี และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้อย่างสูงในการที่จะประยุกต์ใช้ นาโนคอมพอสิทที่เตรียมจากซิงค์ออกไซด์ แกรฟีนและเหล็กออกไซด์ ในการกำจัดสีย้อมในน้ำเสีย โดยอาศัยกระบวนการกระตุ้นด้วยแสง

เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

[1] ศุภมาส ด?านวิทยากุล (2556). ซิงค์ออกไซด์วัสดุเอนกประสงค์. วารสาร M.T.E.C., เมษายน-มิถุนายน, 13-22.

[2] สุพิณ แสงสุข (2551) นาโนซิงค์ออกไซด์. http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=5&ID=6.

[3] Senthilraja, A., Subash, B., Krishnakumar, B., Rajamanickam, D., Swaminathan, M., Shanthi, M. (2014). Synthesis, characterization and catalytic activity of co-doped Ag-Au-ZnO for MB dye degradation under UV-A light, *Materials Science in Semiconductor Processing*, 22, 83-91.

[4] Mohamed, R.M., Aazam, E.S. (2014). Novel Ag/YVO4 nanoparticles prepared by a hydrothermal method for photocatalytic degradation of methylene-blue dye, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 20, 4377-4381.

[5] Qin, J., Li, R., Lu, C., Jiang, Y., Tang, H., Yang, X. (2015). Ag/ZnO/graphene oxide heterostructure for the removal of rhodamine B by the synergistic adsorption-degradation effects, Ceramics International, 41, 4231-4237.

[6] Prawit Nuengmatcha, Saksit Chanthai, Ratana Mahachai, Won-Chun Oh. Visible light-driven photocatalytic degradation of rhodamine B and industrial dyes (texbrite BAC-L and texbrite NFW-L) by ZnO-graphene-TiO2 composite. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2016, 4(2): 2170-2177.

[7] Xu, X., Zhou, X., Zhang, L., Xu, L., Ma, L., Luo, J., Li, M., Zeng, L. (2015). Photoredox degradation of different water pollutants (MO, RhB, MB, and Cr(VI)) using Fe-N-S-tri-doped TiO2 nanophotocatalyst prepared by novel chemical method, Materials Research Bulletin, 70, 106-113.

[8] Sharma, A., Lee, B.K. (2016). Integrated ternary nanocomposite of TiO2/NiO/reduced graphene oxide as a visible light photocatalyst for ef?cient degradation of o-chlorophenol, Journal of Environmental Management, 181, 563-573.

[9] Tian, H., Shen, K., Hu, X., Qiao, L., Zheng, W. (2017). N, S co-doped graphene quantum dots-graphene-TiO2

nanotubes composite with enhanced photocatalytic activity, *Journal of Alloys and Compounds*, 691, 369-377.

[10] Jo, W.K., Kumar, S., Isaacs, M.A., Lee, A.F., Karthikeyan, S. (2017). Cobalt promoted TiO2/GO for the photocatalytic degradation of oxytetracycline and Congo Red, *Applied Catalysis B: Environmental*, 201, 159-168.

วิธีการดำเนินงานวิจัยและแผนงานดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	สัดส่วนของงานต่อโครงการ	ความสำเร็จต่อกิจกรรม
ปี 2563														
สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนคอมพอสิทจากซิงค์ออกไซด์/แกรฟีน/เหล็กออกไซด์ (ZGF)						—	—						20	
พิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค UV-Vis, SEM, EDX, XRD, และ TEM						—	—	—					10	
หาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ในการกำจัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตแคตาไลติก							—	—	—	—			20	
ประยุกต์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ในการกำจัดสีย้อมในตัวอย่างน้ำทิ้งจริง							—	—	—	—	—	—	10	
วิเคราะห์ข้อมูล								—	—	—	—	—	10	
สรุปผลการทดลอง									—	—	—	—	20	
รายงานผลการวิจัยและเผยแพร่ผลงานในวารสารหรือในการประชุมวิชาการ	—	—											10	

สถานที่ทำวิจัย

ประเภท	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	จังหวัดนครศรีธรรมราช	กลุ่มผ้ามัดย้อมและกลุ่มผ้าบาติก อำเภอลานสกา และอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ในประเทศ	จังหวัดนครศรีธรรมราช	กลุ่มผ้ามัดย้อม และผ้าบาติก จังหวัดนครศรีธรรมราช

แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการวิจัย

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	ปี63	รวม
งบบุคลากร	ค่าจ้างผู้ช่วยนักวิจัย (1 คน x 12,000 บาท x 12 เดือน)	144,000	144,000

งบดำเนินงาน -ค่าใช้สอย	[1] ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้ ด้วยเทคนิค XRD รวม Standard (30,000 บาท) [2] ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค SEM และ EDX (20,000 บาท) [3] ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค TEM (30,000 บาท) [4] ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค VSM (30,000 บาท) [4]) ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค UV-Vis-DRS (14,998 บาท)	124,998	124,998
งบดำเนินงาน -ค่าวัสดุ	[1] ค่าสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์ ซิงค์ออกไซด์/แกรฟีน/เหล็กออกไซด์ (140,000 บาท) [2] ค่าวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว (30,000 บาท) [3] ค่าวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ซ้ำไม่ได้ เช่น กระดาษกรอง ขวดเก็บสารตัวอย่าง ขวดเก็บวัสดุสังเคราะห์ (20,023 บาท)	190,023	190,023
ค่าธรรมเนียมอุดหนุนสถาบัน	ค่าอุดหนุนสถาบัน 10%	51,002	51,002
รวม(บาท)		**510,023**	**510,023**

รายละเอียดการจัดซื้อครุภัณฑ์

ข้อมูลครุภัณฑ์
- ไม่มีข้อมูลการจัดซื้อครุภัณฑ์ -

มาตราฐานการวิจัย

การใช้สัตว์ทดลอง

การวิจัยในมนุษย์ False

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพ False

มีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ เช่น พันธุวิศวกรรม, ชีววิทยาสังเคราะห์, การถ่ายยีน (Transformation)

ไม่มีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

ลักษณะการปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการ

BSL1 ห้อง BSL2 ห้อง BSL3 ห้อง

ถังหมัก/โรงเรือน

BSL1 ถัง/หลัง BSL2 ถัง/หลัง BSL3 ถัง/หลัง

ภาคสนาม จำนวน ประเภท

ด้านการวิจัยที่สถาบันกำลังดำเนินการ

☐ พืช ☐ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์ก่อโรค ☐ จุลินทรีย์ไม่ก่อโรค

☐ อื่นๆ

การใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี

หน่วยงานร่วมดำเนินการ/ภาคเอกชนหรือชุมชนที่ร่วมลงทุนหรือดำเนินการ

ชื่อหน่วยงาน/บริษัท	ปี	แนวทางร่วมดำเนินการ	การร่วมลงทุนในรูปแบบตัวเงิน (in-cash)	การร่วมลงทุนในรูปแบบอื่น (in-kind)
- ไม่มีข้อมูลหน่วยงานร่วมดำเนินการ/ภาคเอกชนหรือชุมชนที่ร่วมลงทุนหรือดำเนินการ -				

ระดับความพร้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Tehnology Readiness Level: TRL)

TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ 1. Basic principles observed and reported

รายละเอียด

TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ 1. Basic principles observed and reported

รายละเอียด

ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL)

SRL ณ ปัจจุบัน ระดับ 1. identifying problem and identifying societal readiness

รายละเอียด

SRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ 1. identifying problem and identifying societal readiness

รายละเอียด

ผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบจากงานวิจัยที่สอดคล้องกับ OKR (Output/Outcome/Impact)

ผลผลิต (Output) (ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ (หลัก))

KR	ปี	จำนวน	หน่วยนับ	ผลสำคัญที่จะเกิดขึ้น
KR1.5b.2 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (Top-tier Journals) ที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี และติดอันดับ 1 ของ ASEAN ภายใน 2570	2563	2	บทความ	บทความวิจัยจำนวน 2 บทความ

ผลลัพธ์ (Outcome)

KR	ปี	ผลสำคัญที่จะเกิดขึ้น	ผู้ที่จะได้รับผลกระทบ
KR1.5b.2 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (Top-tier Journals) ที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี และติดอันดับ 1 ของ ASEAN ภายใน 2570	2563	บทความวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติ/นานาชาติ 1 ความบท และนำเสนอบทความวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ/นานาชาติ 1 บทความ	นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้สนใจ

ผลกระทบ (Impact)

KR	ปี	ผลสำคัญที่จะเกิดขึ้น	ผู้ที่จะได้รับผลกระทบ
KR1.5b.2 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (Top-tier Journals) ที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี และติดอันดับ 1 ของ ASEAN ภายใน 2570	2563	นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้สนใจ สามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาในเชิงวิทยาศาสตร์ประยุกต์ นวัตกรรม และงานวิจัยขั้นสูงต่อไป	นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้สนใจ

ผลผลิต (Output) (ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ (รอง))

KR	ปี	จำนวน	หน่วยนับ	ผลสำคัญที่จะเกิดขึ้น	ผู้ที่จะได้รับผลกระทบ
- ไม่มีข้อมูลผลผลิต -					

แนวทางการขับเคลื่อนผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปสู่ผลลัพธ์และผลกระทบ

☐ **การเชื่อมโยงกับนักวิจัยที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่ทำการวิจัยทในและต่างประเทศ(ถ้ามี) (Connections with other experts within and outside Thailand) และแผนที่จะติดต่อหรือสร้างความสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งการสร้างทีมงานวิจัยในอนาคตด้วย**

☐ **การเชื่อมโยงหรือความร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย (Connections with stakeholder and user engagement) โดยระบุชื่อหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ประชาสังคมและชุมชน โดยอธิบายกระบวนการดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน รวมถึงอธิบายกระบวนการดำเนินงานต่อเนื่องของผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น**

การประเมินตนเองระดับโครงการวิจัย (Self-assessment)

ความสอดคล้องและความเป็นไปได้ในการตอบ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ และตอบ KR ของ Platform

OKR ของแผนด้าน ววน. ของประเทศ

ประสบการณ์การบริหารงานของหัวหน้าโครงการ ในการบริหารโครงการย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี (โครงการที่เกิดผลกระทบสูงสุด 5 อันดับแรก)

ชื่อโครงการวิจัย	หน่วยงานที่ได้รับทุน	ปีที่ได้รับงบประมาณ	งบประมาณ
การสังเคราะห์อนุภาคนาโนแม่เหล็กด้วยวิธีโซล-เจล แบบจุดติดปฏิกิริยาได้เองโดยใช้แป้งสาคูเป็นคีเลตติ้งเอเจนต์	วช. (งบประมาณแผ่นดิน)	2561	1,443,640

เอกสารแนบ

ชื่อไฟล์	ประเภทเอกสาร	ประเภทไฟล์
Proposal-ผศ.ดร.ประวิทย์-การกำจัดสีย้อม-แก้ไขตามงบที่ได้รับ.docx	ไฟล์ข้อมูลโครงการ	