แบบฟอร์ม เงินงบประมาณแผ่นดิน

รหัสโครงการ: **1424** รหัสข้อเสนอการวิจัย: **63A136000003** สถานะงาน: รอการพิจารณาจาก สกสว. (4)

โครงการวิจัย

ชื่อทุนวิจัย : งบประมาณปกติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563

แผนงานหลัก : การสร้างนวัตกรรมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เพื่อการเกษตร สุขภาพและสิ่งแวดล้อม

แผนงานย่อย :

โปรแกรม (Program) : P5 ส่งเสริมการวิจัยขั้นแนวหน้า และการวิจัยพื้นฐานที่ประเทศไทยมีศักยภาพ

ประเด็นริเริ่มสำคัญ (Flagship) :

Objective :

ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) **การพัฒนาผ้าฝ้ายป้องกันรังสียูวีและยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่า**

(ภาษาอังกฤษ) The development of UV protection and antibacterial cotton fabrics coated with in situ synthesis of zinc oxide nanoparticles capped with peels of banana extract

หน่วยงานสังกัดนักวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

หน่วยงานโครงการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ลักษณะโครงการวิจัย

สถานภาพ โครงการวิจัยใหม่

ประเภทโครงการ โครงการวิจัย

ระยะเวลาโครงการ 1 ปี

งบประมาณเสนอขอ 580,000 บาท

งบประมาณที่ได้รับจัดสรร 356,402 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 การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย,ผ้าฝ้าย,อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์,การป้องกันรังสียูวี

ภาษาอังกฤษ antibactirials,cotton fabrics,zinc oxide nanoparticles,UV protection

รายละเอียดของคณะผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการมีส่วนร่วม
ผศ. ปวีณา ปรวัฒน์กุล หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	หัวหน้าโครงการ	60.00
นางสาวมณฑกานต์ ทองสม หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ร่วมวิจัย	20.00
ผศ.ดร. ประวิทย์ เนื่องมัจฉา หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ร่วมวิจัย	10.00
นางรุ่งนภา พิมเสน หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ผู้ร่วมวิจัย	10.00

บทสรุปผู้บริหาร

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาอนุภาคนาโน (Nanoparticles) ได้เข้ามามีบทบาทในงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อนุภาคนาโนที่ได้จากการสังเคราะห์สารอนินทรีย์ออกไซด์ เช่น คอปเปอร์ออกไซด์ เหล็กออกไซด์ และซิงค์ออกไซด์ อนุภาคนาโนออกไซด์เหล่านี้มีสมบัติเด่น คือ มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย จึงได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อเพิ่มสมบัติพิเศษให้กับวัสดุสิ่งทอซึ่งมักจะพบปัญหาเกี่ยวกับความอับชื้นของผ้า การเสื่อมสภาพของเส้นใย และความทนทานของสีย้อม อีกทั้งสารเหล่านี้ยังมีความเสถียรและความปลอดภัยต่อผู้สวมใส่ งานวิจัยเรื่องนี้จึงสนใจจะพัฒนาวิธีปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายโดยผ้าฝ้ายที่ใช้ในการวิจัยเป็นผ้าฝ้ายจากกลุ่มผ้ามัดย้อม หมู่บ้านคีรีวง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งทางกลุ่มมัดย้อมพบปัญหาการซีดจางของสีผ้าเมื่อทำเป็นผ้ามัดย้อม และมีความเหม็นอับเมื่ออากาศชื้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายให้มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ และแกรมบวกได้ดี รวมถึงมีประสิทธิภาพในการป้องกันแสงยูวีและทำให้สีผ้าไม่ซีดจางเร็วด้วยการนำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยวิธีทางชีวภาพ (Bio-synthesis) โดยใช้สารสกัดจากพืชเป็นตัวรีดิวซิงเอเจนต์ ร่วมกับสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่าซึ่งมีสารกลุ่มเซลลูโลสสูงซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันที่เป็นไปได้ว่าจะช่วยในการเกาะติดกับเนื้อผ้าได้ดี ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายด้วยวิธีสะอาด (Green method) ปลอดภัยต่อการนำไปใช้ต่อไปโดยมี

ขอบเขตของงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. เตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่าในตัวทำละลายเอทานอล และศึกษาสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* โดยวิธีการแพร่กระจายในวุ้น และศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP assay
2. สังเคราะห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์โดยวิธีการตกตะกอนร่วม พิสูจน์เอกลักษณ์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ โดยใช้เทคนิค UV-Visible spectrophotometry (UV-Vis), X-Ray diffraction spectrophotometry (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), Laser particles size analyzer (LPSA) และ Transmission electron microscopy (TEM)
3. เตรียมผ้าฝ้ายที่ป้องกันรังสียูวีและยับยั้งแบคทีเรียด้วยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่า ทดสอบสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* และศึกษาความสามารถในการป้องกันรังสียูวีของผ้าศึกษาโดยใช้ UV protection factor (UPF) และทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของวัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เคลือบบนผ้าด้วยการซักล้าง (Washing cycle) จำนวน 20 ครั้ง วิจัยตีพิมพ์ในฐานข้อมูล SCOPUS หรือ ISI

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยจะได้ผ้าฝ้ายที่มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียและปกป้องรังสียูวีได้ดีกลุ่มชุมชนผ้ามัดย้อมหมู่บ้านคีรีวง อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช ได้นำวัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายที่ใช้ทำผ้ามัดย้อม จะมีบทความวิจัยตีพิมพ์ในฐานข้อมูล SCOPUS หรือ ISI รวมถึงบทความวิจัยเผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และหลังจากได้ผลการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายด้วยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ จะนำองค์ความรู้เกี่ยวกับวัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ไปถ่ายทอดให้กับกลุ่มผ้ามัดย้อม หมู่บ้านคีรีวง อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช เพื่อจะได้นำวัสดุนาโน ซิงค์ออกไซด์ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพผ้ามัดย้อมของกลุ่มผ้ามัดย้อม หมู่บ้านคีรีวงต่อไป

หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีสำหรับการตกแต่งเนื้อผ้า หรือสิ่งทอนิยมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของสิ่งทอเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเป็นปัจจัยสี่ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นชุดทำงาน ชุดกีฬา ผ้าม่าน ถุงเท้า ผ้าเช็ดหน้า เป็นต้น และเนื่องมาจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในรอบวันนั้นทำให้ผู้สวมใส่เสื้อผ้าเกิดมีเหงื่อ มีกลิ่นตัว จนทำให้เสื้อผ้าเหม็นอับและสาเหตุเหล่านี้จะเป็นอาหารและแหล่งสะสมของแบคทีเรีย ผ้าที่นำมาตัดเย็บเป็นเครื่องนุ่งห่มได้จากการนำวัสดุธรรมชาติหรือวัสดุที่สังเคราะห์ขึ้นมาสานหรือทอเป็นเนื้อเดียวกัน เส้นใยธรรมชาติที่นิยมนามาตัดเย็บเป็นเสื้อผ้า เช่น ฝ้าย ลินิน ผ้าไหม และผ้าขนสัตว์ แบคทีเรียสามารถสะสมบนเส้นใยธรรมชาติเหล่านี้ได้ดี เนื่องจากในเส้นใยธรรมชาติมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก มีหมู่ฟังก์ชั่นไฮดรอกซิล (-OH) ซึ่งเป็นหมู่ที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) ในขณะที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรียมีหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิลเช่นเดียวกัน ดังนั้นแบคทีเรียจึงสามารถเกาะติดอยู่บนผ้าที่ผลิตมาจากเส้นใยธรรมชาติได้ด้วยแรงชอบน้ำ (Hydrophilic force) [1] สำหรับเส้นใยสังเคราะห์ได้แก่ ไนลอน พอลิเอสเทอร์ อะคริลิก และ สแปนเดกซ์ สามารถเป็นแหล่งสะสมของแบคทีเรียได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากการนำวัสดุตกแต่งเช่น สารฟอกขาว แป้งและสี ที่นำมาตกแต่งบนเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียมีสามารถเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้นทั้งเสื้อผ้าที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์สามารถเกิดการสะสมของแบคทีเรียได้ [2] ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา อนุภาคนาโน (Nanoparticles) ซึ่งมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 1-100 นาโนเมตร ได้เข้ามามีบทบาทในงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อนุภาคนาโนที่ได้จากการสังเคราะห์สารอินทรีย์ออกไซด์ เช่น คอปเปอร์ออกไซด์ [3] เหล็กออกไซด์ [4] และซิงค์ออกไซด์ [5] อนุภาคนาโนออกไซด์เหล่านี้มีสมบัติเด่นคือ มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย จึงได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อเพิ่มสมบัติพิเศษให้กับวัสดุสิ่งทอ อีกทั้งสารเหล่านี้ยังมีความเสถียรและความปลอดภัยต่อผู้สวมใส่ ได้มีงานวิจัยศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียระหว่างอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ คอปเปอร์ออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ ในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบคือ Escherichia coli และ Pseudomonas aeruginosa และแบคทีเรียแกรมบวกคือ Staphylococcus aureus และ Bacillus subtilis ผลการศึกษาพบว่าอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียได้มากกว่าที่สุด รองลงมาคืออนุภาคนาโนคอปเปอร์ออกไซด์ และอนุภาคนาโนเหล็กออกไซด์ตามลำดับ [6] มีงานวิจัยที่ศึกษาการเคลือบผ้าฝ้ายด้วยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ขึ้นร่วมกับสารสกัดจากเมล็ดพุทราทำให้ผ้าฝ้ายมีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวกได้ดีกว่าผ้าฝ้ายที่เคลือบเฉพาะอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ขึ้น นอกจากนั้นยังได้ผ้าฝ้ายที่สามารถป้องกันรังสียูวีได้ดีอีกด้วย โดยศึกษาจากค่า UV Protection Factor (UPF) [7] ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าเนื่องจากสารสกัดจากเมล็ดพุทรามีสารอินทรีย์ในกลุ่มเซลลูโลสอยู่มากและมีหมู่ฟังก์ชัน –OH ที่สามารถทำให้เกิดการครอสลิงค์ระหว่างผ้าฝ้ายกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ได้ งานวิจัยนี้สนใจจะพัฒนาวิธีปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายโดยผ้าฝ้ายที่ใช้ในการวิจัยเป็นผ้าฝ้ายจากกลุ่มผ้ามัดย้อม หมู่บ้านคีรีวง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งทางกลุ่มมัดย้อมพบปัญหาการซีดจางของสีผ้าเมื่อทำเป็นผ้ามัดย้อม และมีความเหม็นอับเมื่ออากาศชื้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายให้มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ และแกรมบวกได้ดี รวมถึงมีประสิทธิภาพในการป้องกันแสงยูวีและทำให้สีผ้าไม่ซีดจางเร็วด้วยการนำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยวิธีทางชีวภาพ (Bio-synthesis) โดยใช้สารสกัดจากพืชเป็นตัวรีดิวซิงเอเจนต์ ร่วมกับสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่าซึ่งมีสารกลุ่มเซลลูโลสสูงซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันที่เป็นไปได้ว่าจะช่วยในการเกาะติดกับเนื้อผ้าได้ดี [8] ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายด้วยวิธีสะอาด (Green method) ปลอดภัยต่อการนำไปใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงคุณภาพผ้าฝ้ายให้มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียและปกป้องรังสียูวีได้ดีโดยใช้อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยวิธีทางชีวภาพ (Bio-synthesis) ร่วมกับสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่า

วิธีดำเนินการวิจัย

12.1 การสกัดเปลือกกล้วยป่า เก็บตัวอย่างเปลือกกล้วยป่าจาก ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช นำเปลือกกล้วยมาล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วนำมาชั่ง 20 กรัม นำมาสกัดโดยการแช่ในตัวทำละลายเอทานอล 95% ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารสกัดที่ได้ไปศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay และ FRAP assay และการต้านเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli หรือ Staphylococcus auresus 12.2 การเตรียมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ ชั่งซิงค์อะซิเตท 2.5 กรัม เติมลงในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เติมสารละลายของสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่า 70 มิลลิลิตร พร้อมคนตลอดเวลาเวลาที่อุณหภูมิห้องจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นค่อย ๆ หยดสารละลาย NaOH (ได้จากการชั่งมา 0.2 กรัม เติมลงในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) พร้อมคนตลอดเวลาโดยใช้เวลา 30 นาที และเตรียมอีกปฏิกิริยาโดยวิธีการเตรียมเหมือนกันแต่ไม่เติมสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่าเพื่อนำมาเปรียบเทียบความเสถียร 12.3 พิสูจน์เอกลักษณ์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ ที่สังเคราะห์ได้โดยเทคนิค Fourier

transform infrared spectroscopy (FTIR), UV-Visible spectrophotometry (UV-Vis), X-Ray diffraction spectrophotometry (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), Laser particle size analyzer (LPSA) และ Transmission electron microscopy (TEM) 12.4 ศึกษาความสามารถในการป้องกันรังสียูวี (Photocatalytic activity) ของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ด้วยการทำปฏิกิริยากับสีย้อมเมทิลลีนบลู (ดัดแปลงวิธีจาก D.V. Dao et al, 2016) 12.5 การเตรียมผ้าฝ้าย นำผ้าฝ้ายแช่ในสารละลาย NaOH 18% w/w เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างให้เป็นกลางด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น 2% หลังจากนั้นทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้วนำมาแช่ในสารละลายซิงค์ไฮดรอกไซด์ แล้วนำมาบีบอัดด้วยวิธี pad-dry-cure (ดัดแปลงวิธีจาก Mehrez E., 2018) 12.6 การหาค่า Ultraviolet protection factor (UPF) ค่า Ultraviolet protection factor (UPF) หาได้จาก YG(B) 912E Textile UV resistance Tester จาก (Wenzhou Darong Textile Apparatus Co. Ltd., Zhejiang, China). 12.7 การศึกษาความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้วิธี disc diffusion method ตัดผ้าที่เคลือบด้วยวัสดุนาโน ขนาด 20 ? 1 มิลลิเมตร นำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแบคทีเรีย Escherichia coli หรือ Staphylococcus auresus จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

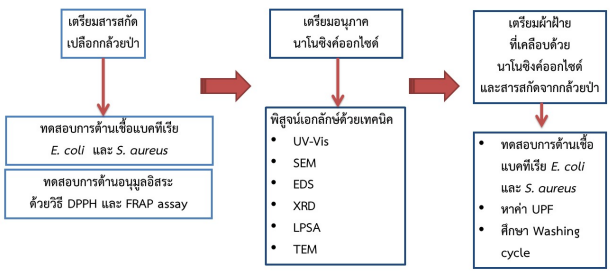
กรอบการวิจัย

กรอบของงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. เตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่าในตัวทำละลายเอทานอล และศึกษาสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* โดยวิธีการแพร่กระจายในวุ้น และศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP assay
2. สังเคราะห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์โดยวิธีการตกตะกอนร่วม พิสูจน์เอกลักษณ์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ โดยใช้เทคนิค UV-Visible spectrophotometry (UV-Vis), X-Ray diffraction spectrophotometry (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), Laser particles size analyzer (LPSA) และ Transmission electron microscopy (TEM)
3. เตรียมผ้าฝ้ายที่ป้องกันรังสียูวีและยับยั้งแบคทีเรียด้วยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกกล้วยป่า ทดสอบสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* และศึกษาความสามารถในการป้องกันรังสียูวีของผ้าศึกษาโดยใช้ UV protection factor (UPF) และทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของวัสดุนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เคลือบบนผ้าด้วยการซักล้าง (Washing cycle) จำนวน 20 ครั้ง (ตามวิธีของ M.E. El-Naggar et al., 2018)

แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานงานวิจัย

เนื่องจากแบคทีเรียที่กระจายอยู่รอบๆ ตัวเรานั้นมีการแพร่กระจายอยู่เป็นจำนวนมากและเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผ้าอับชื้นส่งผลถึงการเกิดโรคต่าง ๆ ทางผิวหนัง ดังนั้นงานวิจัยนี้สนใจที่จะสังเคราห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์โดยวิธีทางชีวภาพโดยใช้สารสกัดจากเปลือกกล้วยป่าและมีสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ดีมาเคลือบบนผ้าควบคู่กับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสียูวีที่ดี จะส่งผลทำให้คุณภาพของผ้าฝ้ายที่ต้องการศึกษามีประสิทธภาพในการยังยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ดีและสามารถป้องกันรังสียูวีได้ทำให้ผ้าฝ้ายซึ่งเป็นวัตถุดิบในการทำผ้ามัดย้อมของกลุ่มผ้ามัดย้อม หมู่บ้านคีรีวง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช มีคุณสมบัติดังกล่าวดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้สินค้าของกลุ่มผ้ามัดย้อมดีขึ้นและเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้



1. อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์

อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย ต้านรังสียูวี และสามารถทำความสะอาดตัวเอง (self-cleaning) จึงนิยมนามาตกแต่งบนวัสดุสิ่งทอ อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบโดยเฉพาะแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ ที่ทนความร้อนและความดันสูง โดยมีกลไกการยับยั้งแบคทีเรียโดยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ได้หลายวิธี เป็นดังรูปที่ 1 ตัวอย่างเช่น อนุภาคนาโน ซิงค์ออกไซด์มีประจุบวก สามารถจับกับผิวของแบคทีเรียที่มีประจุลบได้ด้วยแรงทางประจุ (electrostatic force) ทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียมีช่องว่าง อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์สามารถเข้าไปทำลายเซลล์ นอกจากนั้นอนุภาคนาโน ซิงค์ออกไซด์ยังสามารถเข้าไปขัดขวางกระบวนการส่งผ่านอิเล็กตรอนของชั้นเมมเบรน (membrane) เมื่อกิจกรรมภายในเซลล์ของแบคทีเรียถูกทำลาย จึงทำให้แบคทีเรียตายลงในที่สุด เมื่อนำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ไปเคลือบบนผ้า ผลการทดลองพบว่าอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์สามารถยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ได้ 94 และ 86% ตามลาดับ ในขณะที่ซิงค์ออกไซด์ที่ไม่ได้อยู่ในรูปของอนุภาคนาโนมีความสามารถในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ได้เพียง 47 และ 40% ตามลำดับ อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียมากกว่าซิงค์ออกไซด์ เนื่องจากอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มีขนาดที่เล็กกว่าจึงทำให้สามารถเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียได้ง่ายและเร็วกว่า ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีกว่า [10] นอกจากนี้แล้วขนาดของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย อนุภาคนาโนซิงค์ ออกไซด์ที่มีขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียมากกว่าอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่มีขนาดใหญ่ [11]

2. กระบวนการตกแต่งวัสดุสิ่งทอ ด้วยเทคนิค จุ่ม อัด อบแห้ง

กระบวนการตกแต่งสามารถทำบนวัสดุสิ่งทอชนิดต่าง ๆ ได้แก่ บนผ้าถัก ผ้าทอ และผ้าไม่ทอ การตกแต่งวัสดุสิ่งทอเพื่อให้มีลักษณะที่พึงประสงค์บนผ้า ซึ่งกระบวนการตกแต่งมี 2 ประเภท คือ การตกแต่งเชิงกล (mechanical finishing) และการตกแต่งเชิงเคมี (chemical finishing) การตกแต่งเชิงกลเป็นการตกแต่งที่อาศัยกระบวนการทางเชิงกล เช่น กระบวนการขัดมัน อัดดอก เป็นต้น ส่วนกระบวนการตกแต่งเชิงเคมี เป็นกระบวนการที่ใช้สารเคมีเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยใช้ความร้อนยึดเหนี่ยวกับเส้นใย จึงทำให้การตกแต่งประเภทนี้มีความคงทนสูง กระบวนการตกแต่งเชิงเคมีโดยทั่วไปประกอบด้วยวิธีการบีบอัด (pad) แล้วทำให้แห้ง (drying) เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาด้วยความร้อน (curing) ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า Pad Dry Cure ดังรูปที่ 2 [12] กระบวนการ จุ่ม อัด อบแห้ง ขั้นตอนแรกคือ การจุ่มเป็นขั้นตอนการนำผ้าไปจุ่มในสารละลายที่ต้องการเคลือบบนผ้า และผสมกับสารเคมีเชื่อมไขว้ (binder) ซึ่งเป็นสารโพลิเมอร์ เช่น acrylic binder จากนั้นนำผ้าเข้าเครื่อง อัด ซึ่งมีลูกกลิ้งที่

จะเก็บสารไว้ตามปริมาณที่ต้องการเรียกว่า %pick up จากนั้นเป็นขั้นตอน อบแห้ง และ บ่มด้วยความร้อน เป็นการนาผ้าที่ผ่านกระบวนการ อัด ไปอบแห้งในตู้อบเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ในขั้นตอนนี้สารที่ต้องการตกแต่งจะเกิดปฏิกิริยากับสารเชื่อมไขว้ ทาให้สารตกแต่งเกิดการฝังตัวไปในเส้นใย วิธีการตกแต่งผ้าแบบ จุ่ม อัด อบแห้ง เป็นวิธีทั่วไปที่นิยมใช้ในการตกแต่งผ้า ทั้งนี้เพราะเป็นวิธีที่ง่าย ค่าใช้จ่ายน้อย และวัสดุหรือสารที่ต้องการตกแต่งสามารถฝังตัวในเส้นใยผ้าด้วยพันธะทางเคมี ทำให้เกิดความคงทนสูง [13] จึงทำให้มีการนาวิธี จุ่ม อัด อบแห้ง ไปประยุกต์ใช้ในการตกแต่งผ้า เพื่อให้ได้ผ้าที่มีสมบัติเด่นตามความต้องการ และสามารถตรวจสอบการเกาะติดของวัสดุที่นาไปตกแต่งด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Transmission electron microscopy, TEM) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) และเครื่องเอกซ์เรดิฟเฟรกชั่น (X-ray diffraction, XRD) เป็นต้น ตัวอย่าง เช่น ใน คศ. 2013 Yan และ Zheng [14] ได้ปรับปรุงผ้าฝ้ายให้มีความสามารถในการนาไฟฟ้าได้ โดยใช้ทองแดงตกแต่งบนผ้าฝ้ายด้วยเทคนิค จุ่ม อัด อบแห้ง และ เทคนิค polymerization ร่วมกัน โดยใช้ [2- (methacryloyloxy) ethyl] trimethy-ammonium chloride (METAC) เป็นมอนอเมอร์เพื่อให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางของทองแดงบนผ้าฝ้าย และนาไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และนำผ้าที่ได้ไปตรวจการเกาะติดด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เครื่องวิเคราะห์ธาตุ และ เครื่องหาชนิดและปริมาณของสารโดยวัดการดูดกลืนแสงของสาร (Fourier transform infrared spectroscopy, FT-IR) พบว่าทองแดงสามารถเกาะติดเป็นเส้นใยของผ้าฝ้ายได้ และมีสมบัติสามารถนาไฟฟ้าได้ 103-10-1 Ω/sq และเมื่อนาผ้าไปซักด้วยมือ หลังจากผ่านการซัก 5 ครั้ง ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 5 Ω/sq นอกจากนี้ยังมีการนำอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ขนาด 50 นาโนเมตร

มาตกแต่งบนผ้าโพลีเอสเตอร์ เพื่อต้านทานรังสียูวี และสามารถทำความสะอาดได้ด้วยตัวเอง โดยจุ่มผ้าลงในอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่ pH 4-5 นำผ้าที่ได้ไปเข้าเครื่อง laboratory pad mangle โดยมี %Pick-up เท่ากับ 80% ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำไปอบให้แห้งที่ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที พบว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ตกแต่งด้วยอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ สามารถต้านรังสียูวีได้ทั้ง UV-A และ UV-B และสามารถสลายสีย้อมบนผ้าได้ด้วยตัวเองภายใต้แสงยูวี เป็นเวลา 96 ชั่วโมง [15]

ข้อดีของวิธีการตกแต่งผ้าแบบ จุ่ม อัด อบแห้ง คือสารที่นามาตกแต่งบนผ้าจะสามารถยึดเกาะบนผ้าได้นาน ทนต่อการซักล้างได้หลายครั้ง [16-18]

3. วิธีการทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียบนสิ่งทอ

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของสิ่งทอ นิยมใช้แบคทีเรีย *Escherichia coli* เป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมลบ และ *Staphylococcus auresus* เป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมบวก วิธีการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียของสิ่งทอ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ การทดสอบเชิงคุณภาพ (qualitative test) และการทดสอบเชิงปริมาณ (quantitative test) สำหรับการทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียเชิงคุณภาพ

เป็นการแสดงผลการทดสอบว่าสารที่ใช้ทดสอบมีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียได้หรือไม่ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณโซนใสของการยับยั้ง (clear zone inhibition) เรียกวิธีนี้ว่า disc diffusion method เป็นวิธีการทดสอบโดยการวางแผ่นกระดาษกรองมาตรฐานที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ที่อิ่มตัวด้วยสารที่ต้องการทดสอบ จากนั้นวางลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้ผสมเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบลงไป ทำการบ่มเพาะ แล้ววัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณโซนใส ซึ่งเป็นผลจากการยับยั้งแบคทีเรียของสิ่งที่ทดสอบ ถ้ามีบริเวณดังกล่าว แสดงว่าสารที่ต้องการทดสอบสามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ ถ้าไม่เกิดบริเวณใสรอบ ๆ กระดาษ แสดงว่าไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ วิธีมาตรฐานที่ใช้ทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียเชิงคุณภาพของสิ่งทอ ได้แก่ AATCC 147 เช่น มีงานวิจัยสังเคราะห์อนุภาคนาโนผสมระหว่างไคโตซานและสมุนไพร แล้วนำไปเคลือบบนผ้าที่ใช้ในทางการแพทย์ จากนั้นนำผ้าที่ได้ไปทดสอบ การยับยั้งแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus auresus* ด้วยวิธีมาตรฐาน AATCC 147 โดยตัดผ้าที่เคลือบด้วยวัสดุนาโนผสมระหว่างไคโตซานกับสมุนไพร ขนาด 20 ± 1 มิลลิเมตร นำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแบคทีเรีย *Escherichia coli* หรือ *Staphylococcus auresus* จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองเป็นดังรูปที่ 3 จากนั้นวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณโซนใส พบว่า *Escherichia coli* มีขนาด 31 mm และ *Staphylococcus auresus* มีขนาด 29 มิลลิเมตร แสดงว่าวัสดุนาโนไคโตซานและสมุนไพรสามารถยับยั้งแบคทีเรียได้

วิธีการดำเนินงานวิจัยและแผนงานดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	สัดส่วนของงานต่อโครงการ	ความสำเร็จต่อกิจกรรม
ปี 2563														
สังเคราะห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์และทดสอบประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรีย						—	—	—					10	
พิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค FTIR, UV-Vis, SEM, EDX, XRD, LPSA และ TEM								—	—				20	
เคลือบอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์และสารสกัดจากกล้วยป่าบนผ้าฝ้ายและคุณภาพของผ้า									—	—			20	
ศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันยูวี และทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่เคลือบแล้ว										—	—	—	10	
วิเคราะห์ข้อมูล	—	—											20	
สรุปผลการทดลอง			—	—									10	
รายงานผลการวิจัยและเผยแพร่ผลงานในวารสารหรือในการประชุมวิชาการ					—	—							10	

สถานที่ทำวิจัย

ประเภท	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	จังหวัดนครศรีธรรมราช	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ในประเทศ	จังหวัดนครศรีธรรมราช	กลุ่มผ้ามัดย้อม หมู่บ้านคีรีวง อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช

แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการวิจัย

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	ปี63	รวม
งบดำเนินงาน - ค่าใช้สอย	ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิคต่าง ๆ 104,360 บาท ค่าจ้างเหมาทำวิจัย 55,000 บาท ค่าเดินทางไปนำเสนองานวิจัย และตีพิมพ์บทความวิจัย 45,000 บาท	204,360	204,360
งบดำเนินงาน - ค่าวัสดุ	ค่าสารเคมี 61,402 บาท อุปกรณ์เครื่องแก้ว 50,000 บาท และวัสดุสำนักงาน 5,000 บาท	116,402	116,402

ค่าธรรมเนียมอุดหนุนสถาบัน	ค่าธรรมเนียมอุดหนุนสถาบัน 10%	35,640	35,640
รวม(บาท)		**356,402**	**356,402**

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	เรื่อง	มีบทความวิจัยที่เกิดจากองค์ความรู้ในการดำเนินงานวิจัย ที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานชาติ 1 เรื่อง และบทความหลังการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 1 เรื่อง

ผลลัพธ์ (Outcome)

KR	ปี	ผลสำคัญที่จะเกิดขึ้น	ผู้ที่จะได้รับผลกระทบ
KR1.5b.2 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (Top-tier Journals) ที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี และติดอันดับ 1 ของ ASEAN ภายใน 2570	2563	งานวิจัยได้รับการยอมรับและเผยแพร่ ที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานชาติ 1 เรื่อง และบทความหลังการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 1 เรื่อง ให้แก่ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา และชุมชนที่เกี่ยวข้องได้นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้าย	นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา และชุมชนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กลุ่มชุมชนผ้ามัดย้อมหมู่บ้านคีรีวง อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช

ผลกระทบ (Impact)

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

ผลผลิต (Output) (ผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ (รอง))

KR	ปี	จำนวน	หน่วยนับ	ผลสำคัญที่จะเกิดขึ้น	ผู้ที่จะได้รับผลกระทบ
- ไม่มีข้อมูลผลผลิต -					

แนวทางการขับเคลื่อนผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปสู่ผลลัพธ์และผลกระทบ

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

มีแผนดำเนินการร่วมกับ ผศ.ดร.ลักษมี วิทยา และ ผศ.สุนันทา ข้องสาย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในการดำเนินการร่วมกันในส่วนการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์

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

หน่วยงานที่ได้รับผลกระทบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้ามัดย้อมจากงานวิจัย ได้แก่ กลุ่มชุมชนผ้ามัดย้อม หมู่บ้านคีรีวง อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช

การประเมินตนเองระดับโครงการวิจัย (Self-assessment)

ความสอดคล้องและความเป็นไปได้ในการตอบ OKR ของแผนด้าน ววน. ของประเทศ	สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ และตอบ KR ของ Platform

ประสบการณ์การบริหารงานของหัวหน้าโครงการ ในการบริหารโครงการย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี (โครงการที่เกิดผลกระทบสูงสุด 5 อันดับแรก)

ชื่อโครงการวิจัย	หน่วยงานที่ได้รับทุน	ปีที่ได้รับงบประมาณ	งบประมาณ
การดูดกลืนรังสีเอกซ์จากแสงซินโครตรอนของอนุภาคนาโนคอมโพสิต PVA-MFe2O4 (M= Mn, Ni, Zn) ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีโซล-เจล แบบจุดติดปฏิกิริยาได้เองโดยใช้แป้งสาคูเป็นคีเลตติ้งเอเจนต์	วช.	2561	423,800
การสังเคราะห์ทางชีวภาพของอนุภาคซิลเวอร์นาโนเพื่อใช้พัฒนาซิลเวอร์ นาโนไบโอคอมโพสิตฟิล์มต้านเชื้อแบคทีเรีย	วช.	2560	322,000
การใช้ประโยชน์จากพืชในป่าสนสร้อยในการสังเคราะห์เคมีสีเขียวของอนุภาคซิลเวอร์นาโน	อพ.สธ.	2560	40,000
เจลแต้มสิวนาโนจากสารสกัดใบสาบเสือและใบชุมเห็ดเทศ	อพ.สธ.	2562	44,000

เอกสารแนบ

ชื่อไฟล์	ประเภทเอกสาร	ประเภทไฟล์
แบบเสนอโครงการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 Paweena Final Edit.doc	ไฟล์ข้อมูลโครงการ	