

**แนวทาง (Outline) ประกอบการเสนอของบประมาณ
แผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ 2563**

**(ยุทธศาสตร์ที่ 3 การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ)
นาโนเทคโนโลยี : การวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงสมบัติวัสดุนาโนเพื่อตอบสนองด้านการเกษตรและ
สิ่งแวดล้อม**

ตั้งแต่ค้นพบคาร์บอนนาโนทิวป์ (carbon nanotube) เป็นครั้งแรกโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นชื่อ Sumio Iijima ในปี ค.ศ. 1991 ทำให้นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยทั่วโลกต่างมีความสนใจวัสดุนาโน (วัสดุที่มีขนาดไม่เกิน 100 นาโนเมตร) เนื่องด้วยวัสดุสังเคราะห์ดังกล่าวมีค่าอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่สูง ปรากฏการณ์ควอนตัม (quantum effect) และการควบคุมระนาบที่จำเพาะ (specific plane) ทำให้มีสมบัติต่าง ๆ เช่น การนำไฟฟ้า การถ่ายโอนอิเล็กตรอน การเปล่งแสง เป็นต้น แตกต่างจากเดิมและให้สมบัติที่ดีกว่าวัสดุขนาดใหญ่ (Bulk materials) ทำให้วัสดุนาโนเป็นที่สนใจและถูกพัฒนาในปัจจุบัน

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมทางด้านการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมได้แก่ น้ำทิ้งจากระบบการผลิต ระบบการหล่อเย็น อาคารที่อยู่อาศัย ที่ทำงาน ร้านอาหารและโรงอาหารถูกปลดปล่อยออกมามากขึ้น ซึ่งน้ำเสียดังกล่าวอาจจะเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ โลหะหนัก สารเคมีต่างๆ สารพิษ ซึ่งเมื่อทิ้งลงในแหล่งน้ำทำให้เพิ่มการปนเปื้อนเนื่องจากสารเหล่านั้นหรือเกิดการเป็นพิษกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้น้ำมากในกระบวนการผลิต โดยอาจมากถึง 1,300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีผลก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากที่มีสารเคมีและสารพิษต่างๆ โดยปัญหาส่วนใหญ่ของน้ำทิ้งจากสีย้อมผ้าจะเป็นพวกสีย้อมรีแอคทีฟ (Reactive dye) ซึ่งกระบวนการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวในปัจจุบันส่วนใหญ่อาศัยการดูดซับสีย้อมเท่านั้นซึ่งไม่ได้เป็นการกำจัดสีย้อมที่แท้จริง ดังนั้นได้มีการพัฒนาและศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (photocatalyst) ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทำให้สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์และสีย้อมในน้ำทิ้งจนกลายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide, CO₂) นอกจากนี้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกอาหารทะเลสดอยู่ในรูปแช่เย็น แช่แข็งและแปรรูป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงสมบัติวัสดุนาโนเพื่อใช้เป็นตัวตรวจวัดสารพิษที่ปนเปื้อนให้ตรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรมและมีความถูกต้อง แม่นยำสูง เช่น พัฒนาชุดทดสอบฟอร์มาลดีไฮด์ราคาประหยัดและการประยุกต์ใช้ในอาหารทะเลเนื่องจากฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารก่อมะเร็งโพรงจมูก โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 151 (พ.ศ. 2536) เรื่องวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร ฟอร์มาลีน เป็นวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร (prohibit substances) เป็นอันตรายในอาหาร (food hazard) ประเภทอันตรายทางเคมี (chemical hazard) แต่อย่างไรก็ตามฟอร์มาลีนถูกนำไปใช้แบบผิดกฎหมายในการผสมในอาหารเพื่อให้อาหารคงความสด ไม่เน่าเสียได้ง่ายและเก็บรักษาได้นาน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กับอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย เช่น ผักสดชนิดต่างๆ อาหารทะเลสดและเนื้อสัตว์ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาวัสดุนาโนเพื่อตรวจสอบภาคสนาม ให้มีความถูกต้อง รวดเร็วและราคาถูก หรือการพัฒนาเทคนิควิเคราะห์ที่ง่าย รวดเร็ว และราคาถูกสำหรับตรวจวัดกรดซัลฟิวริกในเกสรธัญพืชโดยใช้ควอนตัมดอท (quantum dots)

นักวิจัยจึงได้มุ่งเน้นการวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงสมบัติวัสดุนาโนเพื่อตอบสนองด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมดังกล่าวข้างต้นโดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ 1) การเติมสารเจือเพื่อให้เกิดข้อบกพร่อง (Defect) ภายในวัสดุนาโนสำหรับการปรับปรุงช่องว่างพลังงาน (Band gap) โดยทั่วไปข้อบกพร่องชนิดนี้สามารถ

แบ่งย่อยตามชนิดของการเกิดจุดบกพร่อง ได้แก่ แวนแคนซี (Vacancy) เกิดจากอะตอมหายไปจากตำแหน่งที่ควรมี จึงทำให้ตำแหน่งอะตอมดังกล่าวเกิดช่องว่าง การแทนที่ของอะตอม (Substitutional impurity atom) เกิดขึ้นเนื่องจากมีอะตอมที่มีรัศมีใกล้เคียงเข้าไปแทนที่อะตอมเดิม โดยทั่วไปแล้วการแทนที่โดยอะตอมที่มีขนาดใกล้เคียงกันจะสามารถแทนที่ได้ประมาณ 15 % เนื่องจากจะโครงสร้างเกิดการบิดเบือน (Distort stature) และความเครียดสูงภายในโครงสร้างผลึก 2) การเตรียมโครงสร้างสถานะต่างของวัสดุผสม (Heterostructure nanocomposite materials) เป็นการปรับปรุงวัสดุนาโนโดยการนำวัสดุนาโนตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาสังเคราะห์ร่วมกันเกิดเป็นโครงสร้างสถานะต่างของวัสดุผสมเพื่อส่งเสริมหรือรวมสมบัติของวัสดุนาโนร่วมกันให้มีสมบัติที่สูงขึ้นกว่าวัสดุนาโน เช่น $AgBr/Bi_2MoO_6$, $AgBr/Bi_2WO_6$, Ag/ZnO เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสงในการย่อยสลายสิ่งปนเปื้อนสารอินทรีย์ ยาปฏิชีวนะหรือสีย้อมในน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยเกิดการรวมตัวกันของอิเล็กตรอน (Electrons) กับโฮล (Holes) ต่ำลงเนื่องจากอิเล็กตรอนและโฮลสามารถเคลื่อนที่ไปยังคอนดักชันแบนด์ (Conduction band) และวาเลนซ์แบนด์ (Valence band) ของวัสดุนาโนอีกตัวได้ และ 3) การควบคุมสัญญาณวิทยาและระนาบของวัสดุนาโน การพัฒนาและปรับปรุงวัสดุนาโน โดยการควบคุมสัญญาณวิทยาของวัสดุนาโนที่มีผลต่อความเข้มของ surface plasmon resonance (SPR) ของทองคำนาโนและเงินนาโน เป็นต้น โดยพบว่าอนุภาคทรงกลมนาโน (spherical nanoparticles) ดูดซับคลื่นความถี่ในช่วงแสงสีน้ำเงิน (blue region) ในขณะที่ decahedral nanoparticles และ particles with triangular cross sections ดูดซับช่วงแสงสีเขียว (green region) และสีแดง (red region) ตามลำดับ หรือ การควบคุมการจัดเรียงระนาบผลึกที่ต้องการโดยเฉพาะในระนาบที่จำเพาะต่อการเกิดปฏิกิริยา กล่าวคือ ระนาบของผลึกวัสดุนาโนแต่ละระนาบมีการจัดเรียงตำแหน่งอะตอมที่แตกต่างกันจึงส่งผลต่อประสิทธิภาพของวัสดุนาโนที่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าสามารถควบคุมทิศทางการเติบโตเฉพาะระนาบของวัสดุนาโนที่จำเพาะเจาะจงเฉพาะหน้าที่เกิดปฏิกิริยาเท่านั้นทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพวัสดุนาโนสูงขึ้นไปด้วย

ดังที่กล่าวมาเบื้องต้นมานั้น ชุดโครงการวิจัยบูรณาการนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) พัฒนาและปรับปรุงสมบัติวัสดุนาโนเพื่อเป็นตัวตรวจวัดสารพิษและสิ่งปนเปื้อนที่ตอบสนองต่อการประยุกต์ใช้งานทางด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

2) การพัฒนาและปรับปรุงสมบัติวัสดุนาโนเพื่อใช้สำหรับการบำบัดสารพิษและสิ่งปนเปื้อนที่ตอบสนองต่อการใช้งานทางด้านสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาดังกล่าวสามารถต่อยอดเพื่อเป็นตัวต้นแบบของวัสดุนาโนในอนาคตเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (the fourth industrial revolution)