



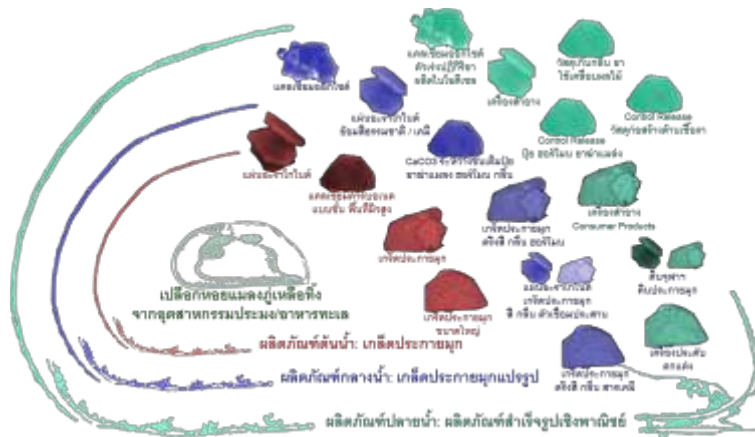
รายงานฉบับสมบูรณ์แผนงานวิจัย

นวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู๋เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล

โดยการแปรรูปเป็นเกร็ดประกายมุกและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง

Innovation on Value Creation of Wasted Green-Mussel-Shells from
Seafood Industries

by Transforming to Pearlescent Materials and Related Products



รองศาสตราจารย์ ดร. สมอง เอกสิทธิ์

รองศาสตราจารย์ ชูชาติ ธรรมเจริญ

ดร. คณศ วงษ์ระวี

ดร. นำพล อินสิน

นายทวีศักดิ์ จันทรดวง

ดร. โสมฉาย บุญญานันต์

ดร. อินทิรา พรหมพันธุ์

รองศาสตราจารย์ ดร. ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์

รองศาสตราจารย์ ดร. ชินพงษ์ กฤตยากรนุพงศ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยภายใต้กรอบแผนงานวิจัย 15 กลุ่มเรื่องเร่งด่วน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ประจำปีงบประมาณ 2555

แผนงานวิจัย นวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู่นึ่งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล โดยการแปรรูปเป็นเกร็ดประกายมุกและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง

Innovation on Value Creation of Wasted Green-Mussel-Shells from Seafood Industries by Transforming to Pearlescent Materials and Related Products

คณะผู้วิจัย	1. นายสนอง เอกสิทธิ์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	2. นายชูชาติ ธรรมเจริญ	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	3. นายคณศ วงษ์ระวี	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	4. นายนันทพล อินสิน	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	5. นายทวีศักดิ์ จันทรวง	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	6. นางสาวโสมฉาย บุญญานันต์	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	7. นางสาวอินทรา พรหมพันธุ์	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	8. นายปณณรัตน์ พิชญ์ไพบูลย์	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	9. นายชินพงษ์ กฤตยากรนุพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนประเภท ทุนอุดหนุนการวิจัยภายใต้กรอบแผนงานวิจัย 15 กลุ่มเรื่องเร่งด่วน

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 3 เดือน (20 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 ถึง 30 ตุลาคม พ.ศ. 2556)

บทคัดย่อ แผนงานวิจัยนี้เป็นแผนงานวิจัยบูรณาการระหว่างศาสตร์ที่มีการทำงานวิจัยร่วมกันระหว่างนักวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, นักวิจัยจากคณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนักวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สามารถสร้างผลงานวิจัยที่มีผลกระทบทางสังคมและนวัตกรรมอย่างเป็นรูปธรรม คณะนักวิจัยประสบความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรมต้นน้ำเพื่อการผลิตแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดผงและชนิดแผ่นจากเปลือกหอยแมลงภู่นึ่งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรมประมงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อแปรรูปแผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น วัสดุตกแต่งเก็บกลิ่นหอมและสารออกฤทธิ์ ดินจุฬาฯ ดินปั้นประกายมุกคุณภาพสูงสำหรับงานศิลปะหัตถกรรมและเครื่องประดับตกแต่ง สีประกายมุก และวัสดุรองรับสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล วัสดุสำหรับการผลิต Security Marker สารเติมแต่งสำหรับพอลิเมอร์โปร่งแสง และ ทราเยอะราโกไนต์ เป็นต้น ผลผลิตของแผนงานวิจัยประกอบด้วย (1) ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ 1 ฉบับ, (2) ผลงานนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ 6 ครั้ง, (3) รางวัลนวัตกรรมระดับนานาชาติ 6 รางวัล, (4) รางวัลนวัตกรรมระดับชาติ 1 รางวัล, (5) รางวัลสิทธิบัตรจำนวน 1 ฉบับ, (6) นักวิจัยใหม่ซึ่งเป็นนิสิตที่สำเร็จการศึกษาจากการทำวิจัยในโครงการ เป็นนิสิตปริญญาเอก 2 คน ปริญญาโท 3 คน, (7) การจัดนิทรรศน์แสดงผลงาน Art Go Green 1 ครั้ง, (7) การจัดอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการจำนวน 4 ครั้ง

คำสำคัญ หอยแมลงภู่นึ่ง เปลือกหอยแมลงภู่นึ่ง แคลเซียมคาร์บอเนต คริสตัลอะราโกไนต์ แคลเซียม ออกไซด์ ตัวเร่งปฏิกิริยา วัสดุประกายมุก วัสดุเก็บกักสารชนิดของแข็ง วัสดุควบคุม การปลดปล่อย

Abstract: This research plan demonstrated a collaborative works among researcher from Faculty of Science Chulalongkorn University, Faculty of Education Chulalongkorn University, and Faculty of Science King Mongkut's University of Technology Thonburi. The collaborative researches create research outputs and innovations with impact to the society. We have successfully developed a process for the production of calcium carbonate powder and calcium carbonate plates from waste green mussel shells from sea food industries. The products from this up stream project (Subproject 1) was use a raw material for the other down stream projects (Subproject 2-Subproject 6). The outputs (innovations and prototypes) from this research plan include (1) calcium carbonate encapsulation, (2) solid support for biodiesel production, (3) Chula clay (4) Pearlescent flake for the production of pearlescent colors, (5) a filler of security marker, (6) an additive for transparent polymer, and (7) aragonite sand. Outputs from this research plan included (1) a publication in a peer-reviewed international journal, (2) 6 presentations in international meetings (3) 6 international innovation awards (4) 1 national innovation awards, (5) 1 draft of patent, (6) 5 young scientists working in the projects (3 master and 2 Ph.D. graduates), (7) 1 Art Go Green exhibition, and (8) 4 Hands-on demonstration and training.

Keywords: Green Mussel, Green Mussel Shell, Calcium Carbonate, Crystal Aragonite, Calcium Oxide, Catalyst, Pearlescent Materials, Solid Encapsulation, Controlled Release Material

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ทุนอุดหนุนการวิจัย ภายใต้กรอบแผนงานวิจัย 15 กลุ่มเรื่องเร่งด่วน ประจำปีงบประมาณ 2555 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สละเวลาและตั้งใจอ่านรายงาน แผนการวิจัยนวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลโดย การแปรรูปเป็นเกร็ดประกายมุกและ ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องและผลงานที่เกิดจากการวิจัยโดยละเอียด พร้อมให้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลงานการวิจัยและรายงานการวิจัย รวมถึงการแนะนำแนวทางการ นำเสนอผลการวิจัยและการวิจัยต่อเนื่องก่อให้เกิดประโยชน์ต่อคณะนักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำผลการวิจัยไป ศึกษาต่อยอดและการประยุกต์เชิงพาณิชย์

คณะนักวิจัยขอขอบคุณบุคลากรของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุน นักวิจัย ในการพัฒนานวัตกรรมที่พัฒนาและผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์จากงานวิจัยพื้นฐาน การที่คณะนักวิจัยได้มีโอกาส ทำวิจัยในโครงการที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ คณะนักวิจัยได้รับประสบการณ์และประโยชน์ จากการวิจัยและการแก้ปัญหาที่พบในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ ที่สามารถทำธุรกิจนวัตกรรมได้ เป็นผลสำเร็จระหว่างการวิจัย คณะนักวิจัยยังได้มีโอกาสในการสร้างและพัฒนาบุคลากรรุ่นใหม่ด้านการพัฒนา เทคโนโลยีวัสดุจากธรรมชาติ โดยเฉพาะนักวิจัยที่มีมุมมองในการพัฒนางานวิจัยพื้นฐานให้เป็นนวัตกรรมและ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถสร้างงาน สร้างรายได้ ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ทำให้สามารถแข่งขันเชิง พาณิชย์ในระดับนานาชาติได้อย่างยั่งยืน นักวิจัยรุ่นใหม่จะเป็นกำลังสำคัญของการ พัฒนาเทคโนโลยีวัสดุ และเทคโนโลยีอื่นๆ ในอนาคต

คณะนักวิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ไทย)	i
บทคัดย่อ (อังกฤษ)	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญเรื่อง	iv
สารบัญรูป	v
สารบัญตาราง	vi
สรุปแผนงานวิจัย	1
1 ความเป็นมาและความสำคัญของแผนงานวิจัย	1
2 โครงสร้างของแผนงานวิจัย	5
3 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย	7
4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและกลุ่มเป้าหมาย	8
5 สถานที่ทำวิจัยและเก็บข้อมูล	9
6 ผลสำเร็จของโครงการวิจัยย่อยและตัวชี้วัด	9
7 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของแผนงานวิจัย	22

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1	แผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่การเลี้ยงหอยแมลงภูในแถบเอเชีย โดยประเทศไทยมี อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูตลอดชายฝั่ง ทั้งชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและทะเลอันดามัน
รูปที่ 2	เปลือกหอยแมลงภูที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลเคลเซียมคาร์บอเนตและเกล็ดประกายมุก: เปลือกหอยแมลงภูเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหาร, เปลือกหอยแมลงภูที่ผ่านการอบและล้างด้วยด่าง, แผ่นเคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้จากเปลือกหอยแมลงภู (แผ่นใหญ่) และ SEM image ของแผ่นเคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้จากเปลือกหอยแมลงภู
รูปที่ 3	แผ่นเคลเซียมคาร์บอเนตที่มีประกายแวววาวสกัดเปลือกหอยแมลงภู แล้วนำมาย้อมสี
รูปที่ 4	แผนการวิจัยแปรรูปเปลือกหอยแมลงภูเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ด้วยนวัตกรรมการแปรรูปที่อยู่บนพื้นฐานของการวิจัยอย่างเป็นระบบ
รูปที่ 5	แผนภาพแสดงวิธีการแปรรูปเปลือกหอยเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม ให้กลายเป็นเคลเซียมคาร์บอเนตพร้อมใช้สำหรับบัพเพศยุคต่าง ๆ
รูปที่ 6	แผ่นเคลเซียมคาร์บอเนตที่มี ความเป็นประกายแวววาวคล้ายมุกประกายมุกที่ผลิตจากเปลือกหอยแมลงภู และ หอยมุก
รูปที่ 7	แนวทางการดำเนินงานของโครงการวิจัย (A) เปลือกหอยแมลงภูเหลือใช้ (B) เกร็ดเคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้จากเปลือกหอยแมลงภูเหลือใช้ (C) เกร็ดเคลเซียมคาร์บอเนตผสมกับตัวสารบายเดอร์เพื่อทำเป็น “ดินจุฬา” (D) นำ ”ดินจุฬา” ไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานศิลปะ
รูปที่ 8	รูปภาพของดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1 และชิ้นงานสำเร็จจากดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1
รูปที่ 9	รูปภาพของดินปั้นจุฬาฯ สูตร 2 และชิ้นงานสำเร็จจากดินปั้นจุฬาฯ สูตร 2
รูปที่ 10	ภาพผลงานต้นแบบการสร้างสรรค์เครื่องประดับจากดินจุฬาจำนวน 4 ชุด
รูปที่ 11	ภาพต้นแบบสีเกล็ดมุกของ อาจารย์บัณฑิต ศรีวงศ์ราช
รูปที่ 12	ข่าวทางโทรทัศน์ช่อง TPBS รายการ Green Plus ออกอากาศในวันที่ 23 มีนาคม 2557
รูปที่ 13	ลักษณะสัญญาณของเคลเซียมออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้จากเปลือกหอยแมลงภูเหลือทิ้งที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900°C 5 ชั่วโมง
รูปที่ 14	ลักษณะสัญญาณและไอโซเทอร์มของเคลเซียมออกไซด์ที่ผ่านการปรับปรุง

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 1 และตัวชี้วัด
ตารางที่ 2	ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 2 และตัวชี้วัด
ตารางที่ 3	ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 3 และตัวชี้วัด
ตารางที่ 4	ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 4 และตัวชี้วัด
ตารางที่ 5	ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 5 และตัวชี้วัด
ตารางที่ 6	ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 6 และตัวชี้วัด
ตารางที่ 7	สรุปผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยตามแผนการบริหารงานและ แผนการดำเนินงาน ตลอดแผนงานวิจัย

สรุปแผนงานวิจัย

1 ความเป็นมาและความสำคัญของแผนงานวิจัย

ประเทศไทยมีการพัฒนาความเจริญในด้านต่าง ๆ อย่างมาก โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งอาหารไทยเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคของชาวต่างชาติ ทำให้อุตสาหกรรมอาหารของไทยกลายเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญและสร้างรายได้เป็นจำนวนมากให้กับประเทศ แต่ผลกระทบที่ตามมาจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารคือการเพิ่มขึ้นของขยะจากอุตสาหกรรมอาหาร หนึ่งในวิธีการกำจัดขยะดังกล่าวที่ใช้ในอดีตคือ การเผาทิ้งหรือฝังกลบ ซึ่งเป็นวิธีการทำลายที่ไม่มีประสิทธิภาพและเพิ่มมลพิษอย่างมากให้กับสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันจึงมีความพยายามที่จะลดปริมาณขยะโดยการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง เครื่องประดับตกแต่ง ของชำร่วย เป็นต้น การนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่นับเป็นวิธีการที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของขยะอุตสาหกรรมอีกด้วย



รูปที่ 1 แผนที่แสดงการกระจายตัวของพื้นที่การเลี้ยงหอยแมลงภูในแถบเอเชีย โดยประเทศไทยมีอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูตลอดชายฝั่ง ทั้งชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

เปลือกหอยแมลงภูเป็นขยะจากอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมประมง ซึ่งประเทศไทยนั้นมีการเลี้ยงหอยแมลงภูเพื่อใช้จากอุตสาหกรรมดังกล่าว โดยเฉลี่ยปีละ 50,000 ตัน การกำจัดขยะเหล่านี้จะต้องใช้งบประมาณสูง อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อมอย่างมาก จากการศึกษาข้อมูลทางชีวภาพของเปลือกหอยแมลงภูพบว่าเปลือกหอยแมลงภูนั้นเกิดจากชั้นของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ที่เรียกว่า แผ่นอะราโกไนต์ (Aragonite plate) ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรและมีความหนาไม่เกิน 500 นาโนเมตร โดยแต่ละชั้นถูกเชื่อมต่อกันด้วยชั้นของโปรตีน ซึ่งถือได้ว่าลักษณะโครงสร้างของเปลือกหอยแมลงภูเป็นต้นแบบทางนาโนเทคโนโลยีในธรรมชาติที่สร้างขึ้นโดยสิ่งมีชีวิต และแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอยเหล่านี้นับว่าเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ โดยแคลเซียมคาร์บอเนตนั้นมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการได้แก่ความขาว (brightness) และการดูดซับ (absorption) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในอุตสาหกรรมหลายประเภท

เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ และสีย้อมเครื่องหนัง เป็นต้น ดังนั้นถ้าสามารถสกัดเอาแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งเหล่านี้มาใช้ได้ จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของขยะอุตสาหกรรมเหลือใช้ในประเทศไทย ด้วยวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม และยังสามารถลดการนำเข้าแคลเซียมคาร์บอเนตจากต่างประเทศอีกทางหนึ่งด้วย

แมลงและศัตรูพืชนับเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการเกษตรกรรมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อรักษาผลผลิตให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์และมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของตลาด เกษตรกรจำเป็นต้องใช้ยาฆ่าแมลงจำนวนมากเพื่อกำจัดศัตรูพืชเหล่านั้น แต่การให้ยาฆ่าแมลงในแต่ละครั้งจะมีการออกฤทธิ์ได้ไม่นาน ทำให้ต้องมีการให้ยาฆ่าแมลงบ่อยครั้งซึ่งเป็นการลงทุนที่สิ้นเปลืองและทำให้เกิดสารเคมีตกค้างในผลผลิต ในปัจจุบันผู้บริโภคได้ตระหนักถึงอันตรายจากสารเคมีตกค้างจากผลผลิตทางเกษตรกรรม แนวทางแก้ไขทางหนึ่ง คือ การหาระบบกักเก็บและปลดปล่อยยาฆ่าแมลงเหล่านั้นอย่างช้า ๆ และเป็นระบบที่สามารถควบคุมได้ ทำให้สามารถลดต้นทุนการใช้ยาฆ่าแมลงลงได้ อีกทั้งยังสามารถควบคุมปริมาณของยาฆ่าแมลงให้อยู่ในปริมาณที่มาตรฐานกำหนดได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามตัวกักเก็บที่สามารถทำการกักเก็บยาฆ่าแมลงเหล่านั้นได้นั้นมีราคาสูงและอาจต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งถือเป็นการลงทุนที่สิ้นเปลืองสำหรับเกษตรกร ดังนั้นถ้านักวิจัยไทยสามารถสนับสนุนตัวกักเก็บที่มีการกักเก็บสารเคมีและสามารถปลดปล่อยอย่างช้า ๆ ได้ในราคาที่ถูกลงและไม่เป็นพิษต่อผลผลิต นอกจากนี้ตัวกักเก็บดังกล่าวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกักเก็บสารประเภทอื่น ๆ เพื่อให้เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ หนึ่งในอุตสาหกรรมที่น่าสนใจคืออุตสาหกรรมเครื่องประดับซึ่งนับเป็นอุตสาหกรรมหลักอีกประเภทหนึ่งของไทย ที่ทำเงินตราเข้าประเทศปีละหลายแสนล้านบาท โดยเฉพาะการจำหน่ายเครื่องประดับที่มีเอกลักษณ์ความเป็นไทย ไม่ว่าจะเป็นการขายของที่ระลึกในธุรกิจท่องเที่ยว ธุรกิจอัญมณี การส่งเสริมอาชีพของคนในชุมชน เปลือกหอยแมลงภู่ถือเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการใช้ประดับตกแต่ง เพื่อให้เกิดความเป็นประกายและเพิ่มมูลค่าของสินค้า โดยเปลือกเปลือกหอยแมลงภู่ที่นำมาประดับนั้นมีขนาดใหญ่และหนา ทำให้ยากต่อการย้อมสีต่าง ๆ ให้ติดและคงสภาพอยู่ได้นาน ดังนั้นซึ่งถ้าสามารถทำให้เปลือกหอยมีขนาดเล็กลงจะทำให้สามารถย้อมสีต่าง ๆ ได้ง่ายและคงสภาพได้นาน อีกทั้งยังเกาะกับพื้นผิวต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ทำให้สามารถนำไปประดับตกแต่งสินค้าได้ในหลายรูปแบบและมีสวยงามและความทนทานยิ่งขึ้น ซึ่งถือเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถนำเปลือกหอยแมลงภู่ไปใช้เป็นตัวกักเก็บสำหรับการกักเก็บน้ำหอม หรือ สารบำรุงผิว สำหรับใช้ในเครื่องสำอาง หรือ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เพื่อให้สามารถรักษากลิ่นหอมได้ยาวนานโดยให้เกิดการปลดปล่อยกลิ่นหอม หรือ สารบำรุงผิวออกมาอย่างช้า ๆ

จากประโยชน์และโอกาสเชิงพาณิชย์ที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การนำเปลือกหอยแมลงภู่ที่เป็นขยะเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลมาแปรรูปเป็นตัวกักเก็บสารเคมี นอกจากจะเป็นวิธีการลดปริมาณขยะด้วยกรรมวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ ลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างแล้ว ยังนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรมโดยการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวัตถุดิบที่หาได้ในประเทศไทย ใช้นวัตกรรมของคนไทยในการแปรรูปผลผลิตให้เกิดความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ และลดการนำเข้าวัตถุดิบจากต่าง ประเทศ คณะนักวิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญในการแปรรูปขยะอุตสาหกรรมข้างต้น ด้วยการสกัดเอาอนุภาคแคลเซียมคาร์บอเนตระดับนาโนที่มีขนาดเล็กจากเปลือกหอยแมลงภู่ เพื่อมาใช้เป็นตัวกักเก็บยาฆ่าแมลง น้ำหอม สารบำรุงผิวหรือสีย้อม ซึ่งจะเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบของตัวกักเก็บที่ไม่มีอันตรายและมีราคาถูกผลิตได้เองและมีการลงทุนไม่สูงเพื่อใช้ในการกักเก็บสารเพื่อให้เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ โดยโครงการวิจัยดังกล่าวได้มีการทดลองนำร่องขึ้นเพื่อดูโอกาสถึงความเป็นไปได้ที่จะประสบความสำเร็จ ขึ้น

แรกจะทำการสกัดแคลเซียมคาร์บอเนตออกจากเปลือกหอยแมลงภู่ โดยขั้นตอนและลักษณะของแผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้แสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 2 เปลือกหอยแมลงภู่ที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลแคลเซียมคาร์บอเนตและเกล็ดประกายมุก: เปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหาร, เปลือกหอยแมลงภู่ที่ผ่านการอบและล้างด้วยต่าง, แผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้จากเปลือกหอยแมลงภู่ (แผ่นใหญ่) และ SEM image ของแผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้จากเปลือกหอยแมลงภู่

จากรูป SEM image พบว่าอนุภาคแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้จากเปลือกหอยแมลงภู่จะมีลักษณะเป็น ชั้น ๆ เชื่อมกันด้วยโปรตีน ดังนั้นถ้าสามารถกำจัดชั้นของโปรตีนออกได้จะมีความเป็นไปได้สูงในการที่จะใส่สารที่ต้องการลงไปทีช่องว่างระหว่างชั้นแคลเซียมคาร์บอเนต โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองใส่สีย้อมลงไประหว่างชั้นของแคลเซียมคาร์บอเนต พบว่าสีย้อมหลายชนิดสามารถที่จะเข้าไปอยู่ระหว่างชั้นได้ โดยมีอัตราการปลดปล่อยในสารละลายอย่างช้า ๆ ตัวอย่างของอนุภาคแคลเซียมที่ใส่สีย้อมแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 3 แผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีประกายแวววาวสกัดเปลือกหอยแมลงภู่ แล้วนำมาย้อมสี

จากงานวิจัยเบื้องต้นพบว่าสีย้อมสามารถแทรกเข้าไประหว่างชั้นของแคลเซียมคาร์บอเนตได้ ถือว่าเป็นแนวทางหรือต้นแบบในการพัฒนาตัวกักเก็บราคาถูก ซึ่งการพัฒนานวัตกรรมใหม่นี้เป็นการพัฒนาธุรกิจนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ได้จริงสำหรับสนับสนุนเกษตรกรและอุตสาหกรรมในประเทศไทยบางประเภทเพื่อแข่งขันกับนานาชาติและเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกทางหนึ่งด้วย

แผนงานวิจัยนี้ประกอบด้วยโครงการวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรมประมง ซึ่งมีจำนวนมากกว่าปีละ 50,000 ตัน จากการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรมชายฝั่ง เปลือกหอยที่เหลือทิ้งปริมาณมากนี้ต้องกำจัดทิ้งโดยการฝังกลบเท่านั้น การแปรรูปให้เป็นวัตถุดิบต้นน้ำสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่อง หรือ การแปรรูปให้เป็น ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง นอกจากจะช่วยกำจัดขยะทางการเกษตรแล้วยังเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า ที่สามารถพัฒนาต่อเนื่องได้อย่างยั่งยืน โครงการวิจัยย่อยในแผนการวิจัย “นวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล โดยการแปรรูปเป็นเกร็ดประกายมุก และ ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง” เป็นโครงการพัฒนานวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นน้ำ ผลิตภัณฑ์กลางน้ำ และ ผลิตภัณฑ์ปลายน้ำ ที่มีมูลค่าสูงจากเปลือกหอยแมลงภู่เพียงอย่างเดียว ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจาก ผลการวิจัยยังสามารถพัฒนาต่อเนื่องได้อีกโดยไม่มีขีดจำกัด แผนการวิจัยนี้จึงเป็นแผนการวิจัย ประเภทการพัฒนาทดลอง (Experimental Development) ซึ่งจะรองรับและสนับสนุนการพัฒนา ต่อเนื่องอย่างยั่งยืนที่อยู่บนพื้นฐานของนวัตกรรมที่พัฒนาจากผลการวิจัยของคณะนักวิจัยชาวไทย



รูปที่ 4 แผนการวิจัยแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ด้วยนวัตกรรมการแปรรูปที่อยู่บนพื้นฐานของการวิจัยอย่างเป็นระบบ

2 โครงสร้างของแผนงานวิจัย

เพื่อให้การดำเนินการในแผนงานวิจัยมีผลงานการวิจัยและพัฒนาต่อเนื่องอย่างเป็นรูปธรรม แผนงานวิจัยนี้จึงมีทั้งงานวิจัยพื้นฐาน (Fundamental Research) และงานวิจัยประยุกต์ (Applied Research) ที่นำผลสำเร็จจากงานวิจัยพื้นฐานไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ปลายน้ำที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ โครงสร้างของแผนงานวิจัยมีลักษณะดังนี้

แผนงานวิจัย นวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้งจาก อุตสาหกรรมอาหารทะเล โดยการแปรรูปเป็นเกร็ดประกายมุกและ ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง

Innovative Research Projects on Value Creation of Wasted Green-Mussel-Shells from Seafood Industries by Transforming to Pearlescent Materials and Related Products

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: รศ. ดร. สนอง เอกสิทธิ์

โครงการวิจัยย่อยภายใต้แผนงานวิจัย จำนวน 6 โครงการ ประกอบด้วย

โครงการวิจัยที่ 1 นวัตกรรมการผลิตแผ่นประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล
Innovative Process for Manufacturing Pearlescent Plates from Waste Green-Mussel-Shells from Seafood Industries

หัวหน้าโครงการวิจัย: รศ. ดร. สนอง เอกสิทธิ์

โครงการวิจัยที่ 2 นวัตกรรมการสร้างระบบเอ็นแคปซูลชันและระบบการปลดปล่อย แบบควบคุมได้จาก เกร็ดประกายมุกแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้ง จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล
Innovative Encapsulation and Controlled Release Systems Derived from Pearlescent Plates from Wasted Green-Mussel-Shell from Seafood Industry

หัวหน้าโครงการวิจัย: รศ. ชูชาติ ธรรมเจริญ

โครงการวิจัยที่ 3 ดินจุฬา ดินปั้นประกายมุกคุณภาพสูงสำหรับงานศิลปะหัตถกรรม เครื่องประดับ ตกแต่ง: นวัตกรรมดินปั้นสำหรับงานศิลปะแปรรูปจาก เปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้ง จากอุตสาหกรรม อาหารทะเล
CHULA Clay: A Novel Moldable Pearlescent Clay for Creative Artworks, Handicraft, Jewelry and Decoration: Innovative Art Clay Manufacturing from Waste Green-Mussel-Shells

หัวหน้าโครงการวิจัย: ผศ. ดร. คณศ วังษ์ระวี

โครงการวิจัยที่ 4 นวัตกรรมการพัฒนาต้นแบบและถ่ายทอดกระบวนการสร้างสรรค์เครื่องประดับและ งานศิลปะหัตถกรรมจาก “ดินจุฬา ฯ”
Innovative Prototypes Development and Knowledge Transfer for the Production of Jewelry and Handicraft from “CHULA Clay”

หัวหน้าโครงการวิจัย: ดร. โสมฉาย บุญญานันต์

โครงการวิจัยที่ 5 นวัตกรรมการนำสีประกายมุกที่พัฒนาจากเกร็ดประกายมุกแปรรูปจากเปลือก หอยแมลงภู่มะลิเพื่อพัฒนากิจกรรมศิลปะและคุณค่าความงามในผลงานศิลปะ
Innovative Processes of Using Pearlescent Pigment from Pearlescent Plates from Green-Mussel-Shells to Enhance Art Activities and Aesthetical Value in Art Work

หัวหน้าโครงการวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร. ปุณณรัตน์ พิซไฟบูลย์

โครงการวิจัยที่ 6 นวัตกรรมการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์คุณภาพสูง สำหรับการผลิตไบโอดีเซลและสกัดแยกกลีเซอรอลจากไบโอดีเซลด้วยชั้นโครงสร้าง แคลเซียมคาร์บอเนต/แคลเซียมออกไซด์ที่มีรูพรุนสูงแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล
Innovative Processes for Biodiesel Production and Selective Separation of Glycerol from Biodiesel by Porous Calcium Carbonate/Calcium Oxide Manufactured from Wasted Green-Mussel-Shells from Seafood Industry

หัวหน้าโครงการวิจัย: ดร. นำพล อินสิน

3 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

1. พัฒนานวัตกรรมสำหรับการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรมประมงให้เป็นวัสดุที่มีมูลค่าสูงขึ้น สามารถใช้เป็นวัตถุดิบของการผลิตในภาคอุตสาหกรรม และการสร้างผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง
2. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรม ประมงให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตรูปแบบต่างๆ เช่น ผงคริสตัลอะราโกไนต์ เกร็ดประกายมุกขนาด ต่างๆ แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแผ่นซ้อนเป็นชั้นๆ และ แคลเซียมออกไซด์ เป็นต้น
3. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรม ประมงให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตต้นน้ำที่สามารถปรับเปลี่ยนสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ให้เหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่หลากหลาย
4. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรม ประมงให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตต้นน้ำที่มีความพิเศษโดดเด่นในแง่ของการเป็นวัตถุดิบที่มีส่วนช่วย ในการลดภาวะโลกร้อนและเป็นวัตถุดิบที่สร้างขึ้นใหม่ได้ (Renewable Resources)
5. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรม ประมงให้เป็นผงแคลเซียมคาร์บอเนตอัญรูปอะราโกไนต์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยา แคลเซียมออกไซด์ประสิทธิภาพสูงสำหรับการผลิตไบโอดีเซล
6. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรม ประมงให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตอัญรูปอะราโกไนต์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิต “ดินจุฬาฯ: ดิน ประกายมุกคุณภาพสูงสำหรับงานศิลปะ (CHULA Clay: High Quality Pearlescent Clay for Art Works)
7. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรม ประมงให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแผ่นซ้อนเป็นชั้นๆ เพื่อใช้เป็นวัสดุเก็บกักชนิดของแข็ง (Solid Encapsulation Materials) และ วัสดุควบคุมการปลดปล่อย (Controlled Released Materials) สำหรับ ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง กลิ่น สี ฮอโมน เพื่อการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม การเกษตร และ อุตสาหกรรมอื่นๆ
8. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะนาวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรม ประมงให้เป็นเกร็ดประกายมุก (Pearlescent Materials) ขนาดต่างๆ เพื่อใช้เป็นวัสดุเก็บกัก ชนิดของแข็งและวัสดุควบคุมการปลดปล่อยสำหรับ กลิ่น สี ฮอโมน ยา วัสดุออกฤทธิ์ และ วัสดุที่สลายตัวง่าย เพื่อการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรม การเกษตร อุตสาหกรรมเครื่องประดับและตกแต่ง อุตสาหกรรมก่อสร้าง และ อุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและกลุ่มเป้าหมาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	กลุ่มเป้าหมาย
1 นวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภูให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตรูปร่างแบบต่างๆ	- นักวิจัย นักวิชาการ
2 ข้อมูลทางเคมีและฟิสิกส์เกี่ยวกับแคลเซียมคาร์บอเนตรูปแบบต่างๆ (ผงแคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมคาร์บอเนตอัญรูปคริสตัลอะราโกไนต์ เกร็ดประกายมุก แคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่น เรียงกันเป็นชั้น) ที่ส่งผลให้เปลือกหอยแมลงภู มีลักษณะประกายมุก มีความแข็งแรง ไม่แตกหักง่าย ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของรูปร่างและสมบัติเชิงกล	- นักวิจัย นักวิชาการ - ผู้ประกอบการที่ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน
3 นวัตกรรมการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภูให้เป็นวัตถุดิบต้นน้ำเชิงพาณิชย์ที่มีมูลค่าสูง ทำให้ (1) มีวัตถุดิบคุณภาพสูงแปรรูปจากขยะทางการเกษตร (2) วัตถุดิบราคาต่ำ การผลิตไม่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมแต่ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม (3) สร้างมูลค่าให้กับ ขยะจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรมประมง (4) วัตถุดิบที่มีความหลากหลาย หลายปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการ	- ผู้ประกอบการแปรรูปอาหารทะเล - ผู้ประกอบการเลี้ยงหอยแมลงภู
4 กรรมวิธีการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภูให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตรูปแบบต่างๆ ซึ่ง (1) เป็นกรรมวิธีที่ไม่ซับซ้อน ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรมีความรู้ความชำนาญสูง (2) ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่หาได้ในประเทศ ไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน (3) กรรมวิธี การผลิตสามารถพัฒนาต่อเนื่องได้โดยไม่ต้องมีข้อจำกัดด้านลิขสิทธิ์	- ผู้ประกอบการแปรรูปอาหารทะเล - ผู้ประกอบการเลี้ยงหอยแมลงภู
5 เครื่องมือต้นแบบที่ใช้ในการวิจัย (1) ไม่ซับซ้อน (2) สามารถขยายกำลังการผลิตรองรับความต้องการระดับอุตสาหกรรม (3) ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสำหรับการผลิตผงแคลเซียมคาร์บอเนตรูปแบบต่างๆ (4) ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่หาได้ในประเทศ (5) สามารถปรับเปลี่ยนและเพิ่มศักยภาพของเครื่องมือโดยไม่มีข้อจำกัดด้านลิขสิทธิ์	- ผู้ประกอบการและผู้สนใจการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู
6 วัตถุดิบต้นน้ำที่แปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภูมีความหลากหลาย ทั้งรูปแบบผง แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมคาร์บอเนตอัญรูปคริสตัลอะราโกไนต์ เกร็ดประกายมุก แคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นเรียงกันเป็นชั้น ประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ (1) วัตถุดิบปรับเปลี่ยนรูปแบบและสมบัติเชิงพื้นที่ได้โดยไม่มีข้อจำกัด (2) วัตถุดิบที่ได้จากการแปรรูปมีสมบัติพิเศษโดดเด่นเชิงแสงที่ไม่มีในแคลเซียม คาร์บอเนตที่ได้จากภูเขาหินปูน (3) การมีวัตถุดิบแปลกใหม่กระตุ้นให้เกิดการตลาด พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่ไม่สามารถทำได้ด้วยวัตถุดิบแบบเก่าที่มีอยู่	- ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรม เช่น เครื่องประดับตกแต่ง เครื่องสำอาง ก่อสร้าง พอลิเมอร์ เกษตร - นักออกแบบ นักพัฒนาผลิตภัณฑ์
7 เทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรทำให้มีความโดดเด่นและมีความได้เปรียบด้านการโฆษณาเทคโนโลยีที่เป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อม ลดภาวะโลกร้อน ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติที่สร้างขึ้นใหม่ได้	- ผู้ประกอบการส่งออก - นักออกแบบ นักพัฒนาผลิตภัณฑ์
8 แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยสร้างขึ้นจากกระบวนการ Biomineralization ที่มีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเป็นสารตั้งต้น แคลเซียมคาร์บอเนตแปรรูป จากเปลือกหอยแมลงภูเกี่ยวข้องโดยตรงกับการลดภาวะโลกร้อน การลดปริมาณ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ คาร์บอนเครดิต	- ผู้ประกอบการส่งออก - นักออกแบบ นักพัฒนาผลิตภัณฑ์ - นักวิชาการ นักวิจัย
9 แคลเซียมคาร์บอเนตแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภูสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย โดยเฉพาะการแปรรูปเป็น “ดินจุฬา” ดินประกายมุกคุณภาพสูงสำหรับงานศิลปะ ทำให้เกิดการสร้างอาชีพ สร้างรายได้ และสร้างโอกาสให้กับผู้ที่มีความสามารถทางศิลปะ ให้สามารถสร้างงานโดยอยู่บ้านไม่ต้องเดินทาง	- นักออกแบบ - ผู้สนใจทั่วไปที่ต้องการสร้างรายได้จากงานศิลปะ
10 แคลเซียมคาร์บอเนตแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภูสามารถแปรรูปเป็นสีประกาย มุก เพื่อใช้ในงานเขียนและงานศิลปะ	- นักออกแบบ - ผู้สนใจทั่วไป
11 ระบบการเก็บกักสารออกฤทธิ์และควบคุมการปลดปล่อยด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นซ้อนกันเป็นชั้น	- เกษตรกร

5 สถานที่ทำวิจัยและเก็บข้อมูล

- 1 หน่วยปฏิบัติการวิจัยอุปกรณ์รับรู้ (Sensor Research Unit)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
โทรศัพท์ 0-2218-7588 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-7585
- 2 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 0-2218-2292 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-2297
- 3 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ถนน ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทรศัพท์ 0-2470-8962 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2470-8843

6 ผลสำเร็จของโครงการวิจัยย่อยและตัวชี้วัด

โครงการวิจัยที่ 1 นวัตกรรมการผลิตแผ่นประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล

Innovative Process for Manufacturing Pearlescent Plates from Waste Green-Mussel-Shells from Seafood Industries

หัวหน้าโครงการวิจัย: รศ. ดร. สนอง เอกสิทธิ์

สรุปย่อผลการวิจัย: คณะนักวิจัยประสบความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรมการผลิตแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดผงและชนิดแผ่นจากเปลือกหอยแมลงภู์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรมประมง กรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยากและไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน ประกอบด้วยการอบเพื่อทำลายโปรตีนและสารอินทรีย์ที่ยึดแผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย ก่อนที่จะนำไปแช่ในสารละลายไฮโดเจนเปอร์ออกไซด์เพื่อละลายสารอินทรีย์ที่สลายตัวออกมา ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นขนาดต่างๆ ที่มีความเป็นประกายแวววาวคล้ายมุก จากการวิเคราะห์ทดสอบเชิงโครงสร้างและการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์เฉพาะเชิงโมเลกุลพบว่าแผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแมลงภู์เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตอัญรูปอะราโกไนต์ มีลักษณะเป็นแผ่นบางรูป pseudohexagonal ขนาด 3-7 ไมโครเมตร มีความหนา 200-500 นาโนเมตร เมื่อเรียงซ้อนกันเป็นชั้นอย่างเป็นระเบียบสามารถเลือกสะท้อนแสงบางความยาวคลื่นขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นอะราโกไนต์ ทำให้เกิดเป็นสีที่สวยงามเมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ แผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแมลงภู์ที่ผลิตได้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในโครงการย่อยอื่นภายใต้ **แผนงานวิจัย นวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล โดยการแปรรูปเป็นเกร็ดประกายมุกและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง** เช่น (1) สารกักเก็บกลิ่นหอม (2) วัสดุรองรับสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล (3) สารตั้งต้นสำหรับผลิตดินจุฬาฯ (ดินปั้นประกายมุกคุณภาพสูงสำหรับงานศิลปะหัตถกรรมและเครื่องประดับตกแต่ง) (4) เกล็ดประกายมุกสำหรับการผลิตสีประกายมุก (5) ใช้เป็นวัสดุสำหรับการผลิต Security Marker (6) สารเติมแต่งสำหรับพอลิเมอร์โปร่งแสง (7) ทราเยอะราโกไนต์ ผลผลิตจากโครงการวิจัยประกอบด้วย (1) ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ 1 ฉบับ, (2) ผลงานนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ 4 ครั้ง, (3) รางวัลนวัตกรรมระดับนานาชาติ 2 รางวัล, (4)

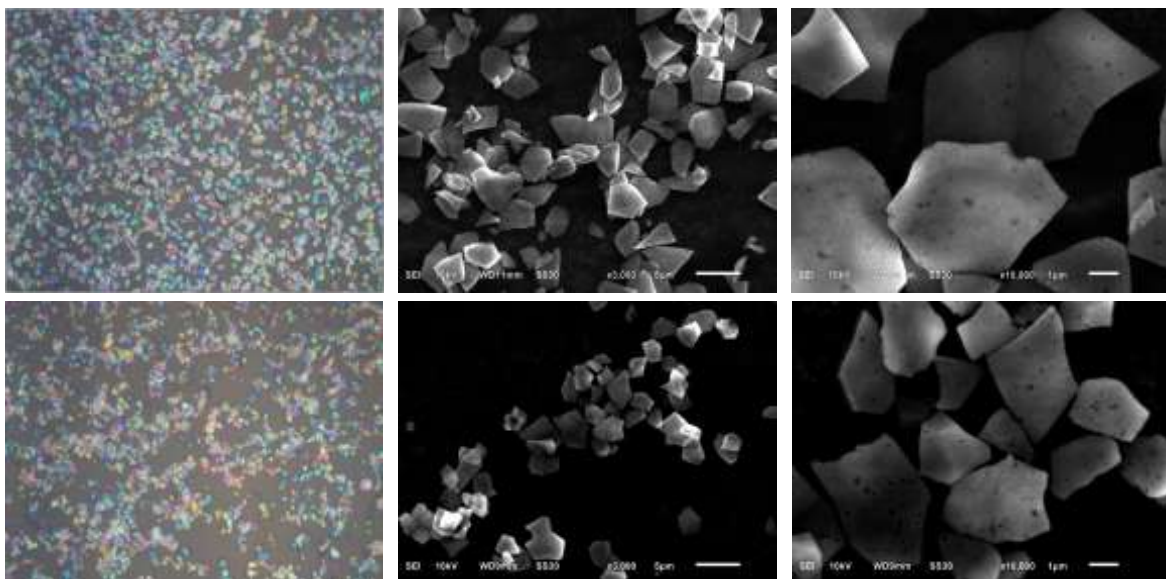
รางวัลนวัตกรรมระดับชาติ 1 รางวัล, (5) รางวัลสิทธิบัตรจำนวน 1 ฉบับ, และ (6) นักวิจัยใหม่ซึ่งเป็นนิสิตที่สำเร็จการศึกษาจากการทำวิจัยในโครงการ เป็นนิสิตปริญญาเอก 1 คน ปริญญาโท 1 คน

เปลือกหอยเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรม



วัตถุดิบแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นชั้น และแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่น พร้อมใช้สำหรับบทประยุกต์ต่าง ๆ

รูปที่ 5 แผนภาพแสดงวิธีการแปรรูปเปลือกหอยเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม ให้กลายเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตพร้อมใช้สำหรับบทประยุกต์ต่าง ๆ



รูปที่ 6 แผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตที่มี ความเป็นประกายแวววาวคล้ายมุกประกายมุกที่ผลิตจากเปลือกหอยแมลงภู่ และ หอยมุก

ตาราง 1 ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 1 และตัวชี้วัด

ผลผลิตของโครงการย่อย	ตัวชี้วัด
1 กรรมวิธีการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรมประมง	1 กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแปรรูปที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิต 2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์แคลเซียมคาร์บอเนตแต้มน้ำแบบแผ่นแต้มน้ำพร้อมใช้
2 ผลิตภัณฑ์แต้มน้ำแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่น	1 ตัวอย่างแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นและผงแคลเซียมคาร์บอเนตนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโครงการวิจัยย่อยอื่นอีก 5 โครงการ 2 ตัวอย่างแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นและผงแคลเซียมคาร์บอเนตนำไปใช้เป็นตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ทดสอบและศึกษาเชิงลึกด้านโครงสร้างและสมบัติเชิงโมเลกุล
3 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	1 ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติที่มีค่า impact factor จำนวน 1 ฉบับ 2 การนำเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 6 ครั้ง
4 ผลงานนวัตกรรมระดับนานาชาติและระดับชาติ	1 รางวัลผลงานนวัตกรรมระดับนานาชาติ 2 รางวัล (1) รางวัลเหรียญทองเกียรติยศ (Gold Medal with the Congratulations from the Jury) ผลงาน: เทคโนโลยีการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลเป็นวัตถุดิบคุณภาพสูงสำหรับภาคอุตสาหกรรม หน่วยงานให้รางวัล Geneva Invention (40th International Exhibition of Inventions of Geneva, Geneva, Switzerland, 1-4 April 2012) (2) รางวัลเหรียญทอง (Gold Medal) ผลงาน: เทคโนโลยีการผลิตวัสดุมูลค่าสูงจากเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล หน่วยงานให้รางวัล Korea Invention Promotion Association, Seoul International Innovation Fair 2011, Seoul, Korea) (3) รางวัลชนะเลิศการประกวด รางวัลความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2557 (7 th Sci & Tech Initiative and Sustainability Awards) ผลงาน: แคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นจากธรรมชาติและนวัตกรรมการประยุกต์ใช้ หน่วยงานให้รางวัล สมาคมวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย (สวคท.) ร่วมกับบริษัท ดาว เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด และบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด

5 ทรัพย์สินทางปัญญา	1 ร่างสิทธิบัตร เรื่อง แผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอย และกรรมวิธีการผลิต (calcium carbonate flakes from shells and method of producing the same)
6 การสร้างบุคคลกรนักวิจัยใหม่	1 นิสิตสำเร็จการศึกษาจากการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท 1 คน 2 นิสิตสำเร็จการศึกษาจากการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก 1 คน

โครงการวิจัยที่ 2 นวัตกรรมการสร้างระบบเอ็นแคปซูลชันและระบบการปลดปล่อยแบบควบคุมได้จากเกร็ดประกายมุกแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้ง จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล
Innovative Encapsulation and Controlled Release Systems Derived from Pearlescent Plates from Wasted Green-Mussel-Shell from Seafood Industry

หัวหน้าโครงการวิจัย: รศ. ชูชาติ ธรรมเจริญ

สรุปย่อผลการวิจัย: โครงการวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการสกัดแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้งเพื่อใช้เป็นวัสดุกักเก็บสารของแข็ง (Solid Encapsulate Material) และเป็นวัสดุควบคุมการปลดปล่อย (Controlled Released Materials) จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้ด้วยเทคนิคไมโครสโกปี (Microscopy) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope, SEM) พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้มีลักษณะเป็นชั้น ๆ ความกว้าง 1 ไมโครเมตร สลับกับช่องว่างขนาด 200 นาโนเมตร และมีความบริสุทธิ์สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนตนาเข้า ด้วยเครื่องวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน (Thermogravimetric Analysis, TGA) นอกจากนี้ยังทำการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเมทิลลีนบลูของแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้และประสิทธิภาพในการปลดปล่อยเมทิลลีนบลูที่ถูกกักเก็บไว้ในด้วยเทคนิคอุลตราไวโอเลตวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมตริ (UV-VIS spectrophotometer) จากผลการศึกษพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้สามารถดูดซับเมทิลลีนบลูได้สูงสุด คือ 0.094 มิลลิกรัมต่อตัวดูดซับ 1 กรัม โดยมีระยะในการปลดปล่อยมากกว่า 200 นาที นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้ในการดูดซับไอออนของโลหะหนัก ไอโซโทมการดูดซับสามารถศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลงเวลา ความเข้มข้นของไอออนโลหะ และอุณหภูมิ จากผลการทดลองทั้งหมดพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นตัวกักเก็บสารที่มีประสิทธิภาพสูงเช่น ปุ๋ย สีย้อม ยาฆ่าแมลง ยารักษาโรค อีกทั้งยังเป็นตัวดูดซับที่ดีในการดูดซับไอออนโลหะหนักในน้ำเสีย

ตาราง 2 ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 2 และตัวชี้วัด

ผลผลิตของโครงการย่อย	ตัวชี้วัด
1 กรรมวิธีการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่มะลิทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลและอุตสาหกรรมประมง	1 วิธีการผลิตแผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตความพรุนสูง โดยการเพิ่มปริมาณ Air Gap ระหว่างชั้นของแผ่นอะราโกไนต์
2 ผลิตภัณฑ์ต้นวัสดุกักเก็บสารของแข็ง	1 ตัวอย่างแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแผ่นที่มีความพรุนสูง สามารถกักเก็บสารออกฤทธิ์ที่ต้องการได้
3 ผลงานนวัตกรรมระดับนานาชาติและระดับชาติ	1 รางวัลผลงานนวัตกรรมระดับนานาชาติ 1 รางวัล (1) รางวัลเหรียญทองแดง (Bronze Medal) ผลงาน: เกล็ดประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มะลิที่มีสมบัติกักเก็บสาร

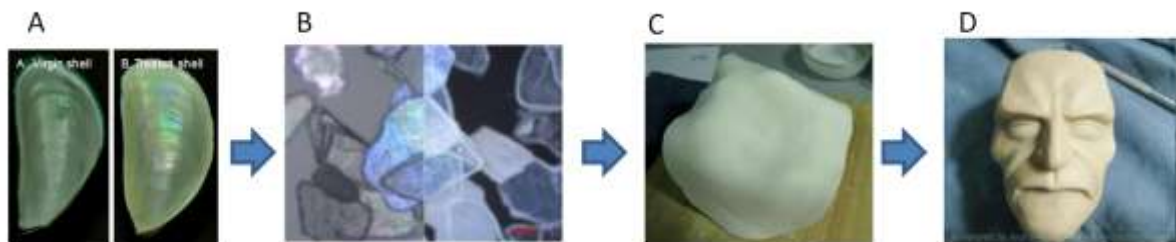
	ออกฤทธิ์และปลดปล่อยช้า (Nature Encapsulation Architecture) หน่วยงานให้รางวัล Geneva Invention (40 th International Exhibition of Inventions of Geneva, Geneva, Switzerland, 1-4 April 2012)
--	---

โครงการวิจัยที่ 3 ดินจุฬา ดินปั้นประกายมุกคุณภาพสูงสำหรับงานศิลปะหัตถกรรมเครื่องประดับ
ตกแต่ง: นวัตกรรมดินปั้นสำหรับงานศิลปะแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภู์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม อาหาร
ทะเล

CHULA Clay: A Novel Moldable Pearlescent Clay for Creative Artworks,
Handicraft, Jewelry and Decoration: Innovative Art Clay Manufacturing from
Waste Green-Mussel-Shells

หัวหน้าโครงการวิจัย: ผศ. ดร. คณิศ วังษ์ระวี

สรุปย่อผลการวิจัย: เกร็ดแคลเซียมคาร์บอเนตมีขนาดในช่วง 5-50 ไมโครเมตร มีรูปผลึกเป็นแบบอะราโกไนต์ และมีประกายมุกสามารถสกัดแยกได้จากเปลือกหอยแมลงภู์ด้วยวิธีการทางเคมี เกร็ดแคลเซียมคาร์บอเนตดังกล่าวได้ถูกนำมาเป็นส่วนประกอบหลักในการสร้างดินปั้น ชื่อว่า “ดินจุฬา” โดยดินจุฬา ที่พัฒนาขึ้นมีอยู่ 2 สูตร คือดินจุฬา สูตร 1 ซึ่งมีเนื้อดินละเอียดเหมาะสำหรับการขึ้นรูปงานศิลปะขนาดเล็กที่มีความละเอียด และดินจุฬา สูตร 2 ซึ่งมีเนื้อดินหยาบเป็นประกายเหมาะสำหรับการขึ้นรูปงานศิลปะขนาดใหญ่ โดยดินจุฬา ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 2 สูตรนั้นมีอัตราการแห้งช้ากว่าดินปั้นทั่วไป (M&G และ Clay work) และมีส่วนประกอบหลักเพียงแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคชั้นงาน สิ่งประดิษฐ์นี้นับเป็นการเพิ่มมูลค่าของขยะที่ได้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้มีความสามารถในเชิงศิลปะได้นำไปประยุกต์เพื่อประติมากรรมศิลปะในเชิงการศึกษาหรือสร้างอาชีพเพื่อใช้หารายได้ต่อไป



รูปที่ 7 แนวทางการดำเนินงานของโครงการวิจัย (A) เปลือกหอยแมลงภู์เหลือใช้ (B) เกร็ดแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดได้จากเปลือกหอยแมลงภู์เหลือใช้ (C) เกร็ดแคลเซียมคาร์บอเนตผสมกับตัวสารบายเดอร์เพื่อทำเป็น “ดินจุฬา” (D) นำ “ดินจุฬา” ไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานศิลปะ



ดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1



ดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1
เมื่อขึ้นรูป



ดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1
ชิ้นงานสำเร็จ

รูปที่ 8 รูปภาพของดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1 และชิ้นงานสำเร็จจากดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1



ดินปั้นจุฬาฯ สูตร 2



ดินปั้นจุฬาฯ สูตร 2
เมื่อขึ้นรูป



ดินปั้นจุฬาฯ สูตร 2
ชิ้นงานสำเร็จ

รูปที่ 9 รูปภาพของดินปั้นจุฬาฯ สูตร 2 และชิ้นงานสำเร็จจากดินปั้นจุฬาฯ สูตร 2

ตาราง 3 ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 3 และตัวชี้วัด

ผลผลิตของโครงการย่อย	ตัวชี้วัด
1 กรรมวิธีกาผลิตดินปั้นจากเปลือกหอย แผลงภูเหื้อทึงจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล	1 กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการผลิตดินปั้นที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิต 2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ดินจุฬาฯ สูตร 1 และ สูตร 2 พร้อมใช้ และชิ้นงานศิลปะต้นแบบที่ปั้นจากดินจุฬาฯ
2 ผลิตภัณฑ์ต้นน้ำดินปั้นจุฬาฯ	1 ตัวอย่างดินปั้นจุฬาฯ สูตร 1 และ 2 ที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับสร้างเครื่องประดับและงานศิลปหัตถกรรมในโครงการวิจัยย่อยที่ 4
3 การสร้างบุคคลกรนักวิจัยใหม่	1 นิสิตสำเร็จการศึกษาจากการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท 1 คน

โครงการวิจัยที่ 4 นวัตกรรมการพัฒนาต้นแบบและถ่ายทอดกระบวนการสร้างสรรค์เครื่องประดับและงานศิลปะหัตถกรรมจาก “ดินจุฬาฯ”

Innovative Prototypes Development and Knowledge Transfer for the Production of Jewelry and Handicraft from “CHULA Clay”

หัวหน้าโครงการวิจัย: ดร. โสมฉาย บุญญานันต์

สรุปย่อผลงานวิจัย นวัตกรรมการพัฒนาต้นแบบและถ่ายทอดกระบวนการสร้างสรรค์เครื่องประดับและงานศิลปะหัตถกรรมจากดินจุฬาฯ เป็นโครงการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ปลายน้ำของแผนงานวิจัยนวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู่มะลิที่จากอุตสาหกรรมอาหารทะเลโดยการแปรรูปเป็น “ดินจุฬาฯ” ซึ่งเป็นวัสดุสำหรับปั้นที่มีคุณลักษณะพิเศษที่โดดเด่นกว่าวัสดุที่ใช้ปั้นที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน คือ มีเกร็ดประกายมุก สามารถแต่งสี และกลั่นได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากดินจุฬาฯ เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สร้างคุณค่าประเภทเครื่องประดับ และศิลปะหัตถกรรมที่มีมูลค่าสูงอันจะเป็นประโยชน์ต่อวงการศิลปหัตถกรรมเครื่องประดับ และวงการศึกษาศาสตร์ของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยจะเป็นทางเลือกใหม่ด้านวัสดุการสร้างสรรค์งานปั้นคุณภาพสูงที่มีความแวววาวและกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวในราคาที่หาซื้อได้ เหมาะสำหรับนักออกแบบเครื่องประดับ ช่างฝีมือ ครูศิลปะ นักเรียน นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป ทีมวิจัยได้พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์งานสร้างสรรค์ เครื่องประดับ และงานศิลปะหัตถกรรมจากดินจุฬาฯ โดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปผลงาน และการตกแต่งผลงานที่หลากหลาย จัดงานนิทรรศการแสดงผลงานต้นแบบ เพื่อเผยแพร่นวัตกรรมต้นแบบสู่สาธารณชน และ ถ่ายทอดกระบวนการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะจากดินจุฬาฯ โดยบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนวิชาออกแบบ และจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการระยะสั้นให้แก่ประชาชนที่สนใจทั่วไป และได้สร้างเครือข่ายทางสังคมออนไลน์เพื่อประชาสัมพันธ์นวัตกรรม กิจกรรมการอบรม และเป็นพื้นที่สำหรับแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สนใจในนวัตกรรม ผลผลิตจากโครงการวิจัยประกอบด้วย (1) สูตรดินจุฬาฯ, (2) งานต้นแบบเครื่องประดับจากดินจุฬาฯ, (3) การจัดแสดงนิทรรศการเพื่อนำเสนอผลงานต้นแบบจำนวน 2 ครั้ง, (4) การจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดกระบวนการสร้างสรรค์เครื่องประดับและงานศิลปะหัตถกรรมจากดินจุฬาฯ แก่บุคคลที่สนใจ, (5) รางวัลนวัตกรรมระดับนานาชาติจำนวน 2 รางวัล



รูปที่ 10 ภาพผลงานต้นแบบการสร้างสรรค์เครื่องประดับจากดินจุฬาฯจำนวน 4 ชุด

ตาราง 4 ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 4 และตัวชี้วัด

ผลผลิตของโครงการย่อย	ตัวชี้วัด
1 กรรมวิธีการเตรียมดินจุ่ม	1 กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแปรรูปดินจุ่ม ที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิต
2 ต้นแบบดินจุ่ม สำหรับการ ใช้งานต่างๆ ที่หลากหลาย	1 ต้นแบบดินจุ่ม พร้อมใช้ และ วิธีการเตรียมและแปรรูปดินจุ่ม 2 หลักสูตรและคู่มือการอบบการทำให้เครื่องประดับจากดินจุ่ม 3 งานต้นแบบเครื่องประดับจากดินจุ่ม
3 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	1 การจัดแสดงนิทรรศการเพื่อนำเสนอผลงานต้นแบบจำนวน 2 ครั้ง
4 ผลงานนวัตกรรมระดับ นานาชาติและระดับชาติ	1 รางวัลผลงานนวัตกรรมระดับนานาชาติ รางวัลเหรียญทอง (Gold Medal) 2 รางวัล หน่วยงานให้รางวัล Geneva Invention (40th International Exhibition of Inventions of Geneva, Geneva, Switzerland, 1-4 April 2012)

โครงการวิจัยที่ 5 นวัตกรรมการนำสีประกายมุกที่พัฒนาจากเกร็ดประกายมุกแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภู่เพื่อพัฒนากิจกรรมศิลปะและคุณค่าความงามในผลงานศิลปะ
 Innovative Processes of Using Pearlescent Pigment from Pearlescent Plates from Green-Mussel-Shells to Enhance Art Activities and Aesthetical Value in Art Work

หัวหน้าโครงการวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร. ปุณณรัตน์ พิซไพบุลย์

สรุปย่อผลงานวิจัย งานวิจัยนี้เป็นการนำผลจากงานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมการสร้างมูลค่าให้แก่เปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลโดยการแปรรูปเป็นเกล็ดประกายมุกและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องในลักษณะสีน้ำเกล็ดมุกเพื่อนำมาสร้างเป็นภาพจิตรกรรมโดยการกำหนดคุณสมบัติของเนื้อสีละลายน้ำที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการนำมาผสมกับเกล็ดมุกขนาด 150 – 100 เมช เพื่อให้เกิดเป็นสีเกล็ดมุกละลายน้ำ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติสีละลายน้ำที่ใช้ในงานจิตรกรรม สามารถนำมากำหนดคุณสมบัติของเนื้อสีละลายน้ำที่เหมาะสมกับการนำมาผสมร่วมกับเกล็ดมุกตามคุณสมบัติดังต่อไปนี้ 1) ละลายน้ำได้ดี เพื่อให้เหมาะแก่การใช้งานง่ายกับกิจกรรมทุกระดับการศึกษาและศิลปิน 2) สามารถกระจายอนุภาคในเนื้อสีได้อย่างสม่ำเสมอ ทัวถึง ไม่ตกตะกอนหรือจับตัวเป็นก้อนในภาชนะบรรจุและในระหว่างการระบาย 3)สามารถสั่นไหลและรุกรานกัน เกิดการผสมของเนื้อสีเองได้ดี 4) มีความโปร่งใส เพื่อยอมให้แสงสว่างผ่านลงในเนื้อสี ขณะเดียวกันยอมให้แสงสะท้อนจากเกล็ดมุกปรากฏออกมาได้ 5)สามารถยิดเกาะเกล็ดมุกไว้ในเนื้อสีได้แน่นทนทานเกล็ดมุกไม่ร่วงหลุดจากรอยสีที่ระบายแห้งแล้ว 6) ปลอดภัยแก่ผู้ใช้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ยุโรป (CE) และอเมริกา (ASTM) ทั้งนี้ได้กำหนดภาชนะบรรจุสีเป็นขวดพลาสติกอ่อน สีที่สามารถมองเห็นเนื้อสีและบีบสีออกจากปากขวดโดยมีฝาปิดเกลียวมิดชิด บรรจุขวดละ 15 มิลลิลิตร รวม 12 สีในหนึ่งชุดเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบเป็นกล่องกระดาษวางขวดได้สองแถว ๆ ละ 6 ขวดสามารถมองเห็นขวดสีทั้ง 12 สีได้ชัดเจนผ่านกล่องพลาสติกอะคริลิกใส จากนั้นผู้วิจัยได้นำไปให้ศิลปินผู้เชี่ยวชาญสีน้ำจำนวน 3 ท่านทดลองใช้ เพื่อให้ข้อเสนอแนะเป็นข้อมูลการปรับปรุงสี ก่อนการผลิตในเชิงปริมาณสำหรับการนำไปใช้เพื่ออบรมถ่ายทอดความรู้แก่สาธารณะชนจำนวน 38 คน และทดลองใช้กับนักเรียนสาธิตจุฬา ฝ่ายประถม ในโครงการเสริมศักยภาพศิลปะ อีกจำนวน 8 คน ได้ชิ้นผลงานทั้งสิ้นรวม 70 ผลงาน นำมาจัดแสดงนิทรรศการ ณ ห้องโถงรูปไข่ อาคารจตุรัสจามจุรี และประชาสัมพันธ์โดยสื่อมวลชนในวงกว้าง ผลการทดลองสีเกล็ดมุกที่พัฒนาขึ้น พบว่าสีเกล็ดมุกมีคุณสมบัติสำคัญดังต่อไปนี้

- 1) สีมีความสดใสทั้ง 12 เฉด สามารถผสมให้เกิดเฉดสีใหม่ได้รวมทั้งยังมีคุณสมบัติรุกรานผสมกันได้ดีบนกระดาษเปียก แต่น้อยกว่าสีน้ำเนื่องจากเนื้อสีเกล็ดมุกมีความข้นและทึบกว่า
- 2) สีเกล็ดมุกมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี เช่นเดียวกับสีน้ำทั่วไป แต่เมื่อแห้งแล้วจะละลายน้ำได้ยาก จึงสามารถระบายสีทับบนพื้นสีเดิมที่แห้งแล้วได้ ภาพจิตรกรรมที่ระบายแห้งแล้วจะมีมีความคงทนกว่าสีน้ำ
- 3) เกล็ดมุกปรากฏเห็นได้เมื่อสีแห้ง ในระหว่างการระบายสีจะสังเกตเห็นเกล็ดมุกได้ยาก
- 4) การสะท้อนแสงของเกล็ดมุกส่วนใหญ่จะทำมุมสะท้อนใกล้เคียงกันทุกเกล็ด เนื่องจากอนุภาคเกล็ดมุกมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบที่เรียงตัวเป็นระนาบเดียวกันบนพื้นผิวที่หน้าวัสดุ ต้องอยู่ในมุมสะท้อนที่เหมาะสมจึงจะมองเห็นปรากฏการณ์ระยิบระยับ การระบายบนวัตถุที่มีมุมระนาบต่างก็ก็สามารถให้แสงสะท้อนที่แตกต่างกันไปได้
- 5) เกล็ดมุกในเนื้อสีแห้งเปล่งแสงสะท้อนได้ชัดเจนบนกระดาษสีเข้มหรือสีดำ ได้ดีกว่ากระดาษสีขาว

ผลการพัฒนาสีเกล็ดมุกนี้ นำไปสู่การได้มาซึ่งวัสดุสร้างสรรค์งานศิลปะ ที่มีลักษณะพิเศษจากสีมุก โดยทั่วไปที่นำเข้าจากต่างประเทศนั้นคือ ประการแรก สีเกล็ดมุกมีสีสันทึบสวยงามตามคุณสมบัติของสีละลายน้ำ ประการที่สอง สีเกล็ดมุกที่พัฒนาขึ้นยังให้ความระยิบระยับเปล่งแสงสะท้อนจากเกล็ดมุกจำนวนมากได้สวยงามตื่นตาเมื่อพบเห็น ประการที่สาม ผลงานที่สร้างสรรค์จากสีเกล็ดมุกมีความทนทาน ไม่ละลายน้ำและสีสามารถยึดเกาะเกล็ดมุกได้แข็งแรง ประการที่สี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดสารไมก้า(Mica Free) ซึ่งสารไมก้าไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้ใช้และคนงานผู้ผลิตสีมุก ประกอบกับลดการนำเข้าแร่หินไมก้าจากต่างประเทศ ช่วยลดการขาดดุลการค้าของประเทศ ประการสุดท้าย เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากนำเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลมาแปรรูปเป็นเกล็ดมุก จึงเป็นการลดขยะจำนวนมาก ให้แปลงเป็นสื่อสร้างสรรค์ศิลปะที่สวยงาม สีเกล็ดมุกที่พัฒนาขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีคุณภาพทัดเทียมต่างประเทศซึ่งจะเป็นสื่อสร้างสรรค์ทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้ใช้ทั้งระดับนักเรียน นักศึกษา และศิลปินระดับอาชีพ ได้ดีต่อไป



รูปที่ 11 ภาพต้นแบบสีเกล็ดมุกของ อาจารย์บันชา ศรีวงศ์ราช



รูปที่ 12 ข่าวดังโทรทัศน์ช่อง TPBS รายการ Green Plus ออกอากาศในวันที่ 23 มีนาคม. 2557

ตาราง 5 ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 5 และตัวชี้วัด

ผลผลิตของโครงการย่อย	ตัวชี้วัด
1 กรรมวิธีการผลิตสีเกล็ดมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่	1 กรรมวิธีการตรึงสีลงบนเปลือกหอยแมลงภู่ 2 การคัดเลือกสีและสีที่เหมาะสม 3 กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสีเกล็ดมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่ 4 ต้นแบบผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคลือบคาร์บอนเต้าน้ำแบบแผ่น ต้นน้ำพร้อมใช้
2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์สีเกล็ดมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่	1 ต้นแบบสีน้ำประกายมุก 2 ต้นแบบสีน้ำมันประกายมุก
3 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	1 การอบรมสัมมนา Art Go Green จำนวน 2 ครั้ง 2 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้สีเกล็ดมุกของผู้ร่วมสัมมนา 3 แบบประเมินความพึงพอใจการจัดกิจกรรม 4 ภาพวาดด้วยสีเกล็ดมุก วาดโดยศิลปินรับเชิญและผู้ร่วมอบรมสัมมนา 5 โปสเตอร์ประชาสัมพันธ์โครงการอบรมสัมมนา 6 คณະนิสิตที่มีประสบการณ์ในการจัดสัมมนาอบรมเชิงปฏิบัติการ 7 การประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ออกสื่อ - หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ วันอังคารที่ 4 มีนาคม 2557 คอลัมน์จุดประกาย - หนังสือพิมพ์แนวหน้า วันอังคารที่ 4 มีนาคม 2557 คอลัมน์ มุมนี้มีนัด: ศิลปะจากเปลือกหอย - หนังสือพิมพ์ ASTV ผู้จัดการรายวัน วันพุธที่ 5 มีนาคม 2557 หัวข้อข่าว: จาก"เปลือกหอยแมลงภู่ไร้ค่า"สู่"สีเกล็ดมุก และดินจุฬา" - หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์ วันพฤหัสบดี 6 มีนาคม 2557 หัวข้อข่าว: นวัตกรรม'สีเกล็ดมุก' ทางเลือกงานศิลป์สีเขียว - หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์ วันพฤหัสบดี 6 มีนาคม 2557 หัวข้อข่าว: คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ ครั้งแรกกับผลงานศิลปะสร้างสรรค์ด้วยนวัตกรรมสีเกล็ดมุกจาก - หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ วันพฤหัสบดีที่ 6 มีนาคม 2557 หัวข้อข่าว: ปฏิทินกิจกรรม - หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ วันอาทิตย์ที่ 2 มีนาคม 2557 คอลัมน์หน้าต่างงานศิลป์ นวัตกรรมสีเกล็ดมุกจากเปลือกหอย - หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ วันพุธที่ 6 มีนาคม 2557 คอลัมน์ ตรีศูล - ข่าวทางโทรทัศน์ช่อง TPBS รายการ Green Plus ออกอากาศในวันที่ 23 มีนาคม 2557
4 ผลงานนวัตกรรมระดับนานาชาติและระดับชาติ	1 รางวัลผลงานนวัตกรรมระดับนานาชาติ 3 รางวัล (1) รางวัลเหรียญทองเกียรติยศ

	หน่วยงานให้รางวัล Geneva Invention (40th International Exhibition of Inventions of Geneva, Geneva, Switzerland, 1-4 April 2014) (2) รางวัล Special Prize KIPA Award หน่วยงานให้รางวัล Korea Invention Promotion Association, 2014 (3) รางวัล Education for International Understanding Best Practice Award หน่วยงานให้รางวัล Asia-Pacific Centre of Education for International Understand under auspices of UNESCO
6 การสร้างบุคคลกรนักวิจัยใหม่	1 นิสิตกำลังศึกษาระดับปริญญาเอก 1 คน

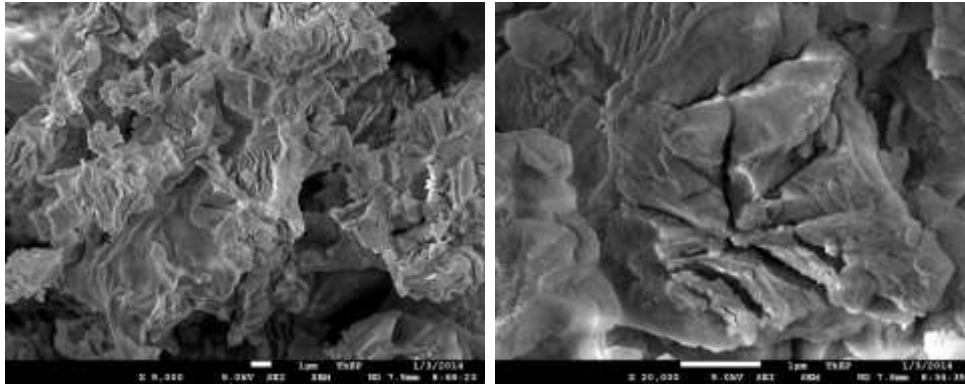
โครงการวิจัยที่ 6 นวัตกรรมการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์คุณภาพสูง
สำหรับการผลิตไบโอดีเซลและสกัดแยกกลีเซอรอลจากไบโอดีเซลด้วยชั้นโครงสร้าง
แคลเซียมคาร์บอเนต/แคลเซียมออกไซด์ที่มีรูพรุนสูงแปรรูปจากเปลือกหอยแมลงภู่ เหลือ
ทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล

Innovative Processes for Biodiesel Production and Selective Separation of
Glycerol from Biodiesel by Porous Calcium Carbonate/Calcium Oxide
Manufactured from Wasted Green-Mussel-Shells from Seafood Industry

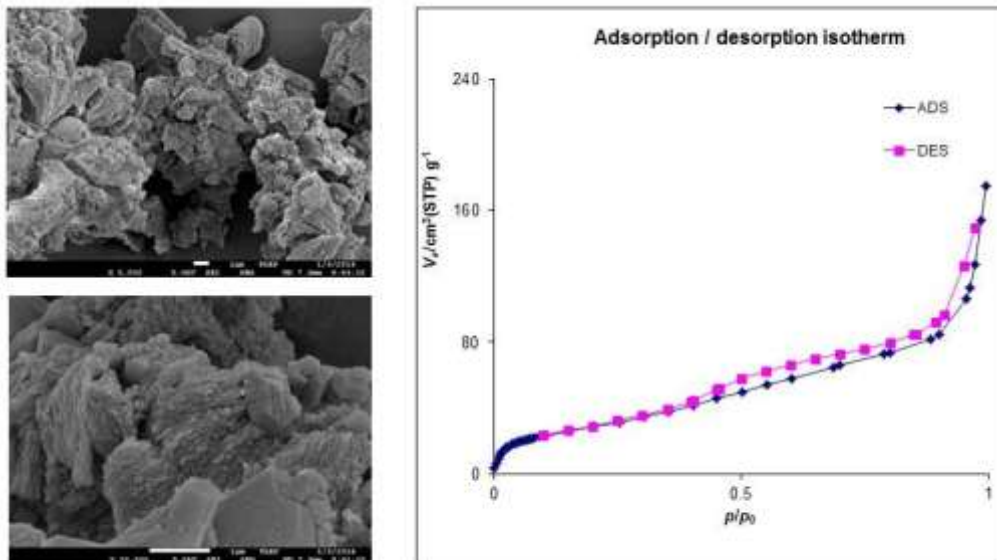
หัวหน้าโครงการวิจัย: ดร. นำพล อินสิน

สรุปย่อผลงานวิจัย ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีราคาถูกและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้ถูกเตรียมขึ้นจากเปลือก
หอยแมลงภู่เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม
ตัวเร่งปฏิกิริยานี้ ได้มาจากการนำเปลือกหอยแมลงภู่ที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตไปเผาที่อุณหภูมิ 900
°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จนเปลี่ยนไปเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนตและตัวเร่ง
ปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ได้ผ่านการพิสูจน์เอกลักษณ์โดยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ เทคนิค
อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และการวิเคราะห์พื้นที่ผิวแบบ
Brunauer-Emmett-Teller (BET) จากการทดลองพบว่าได้ผลิตผลไบโอดีเซลสูงถึง 98.04 % และร้อยละการ
เปลี่ยนสารตั้งต้นสูงถึง 96.46 % เมื่อใช้สภาวะในการเกิดปฏิกิริยา คือ อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อ
น้ำมันปาล์มเท่ากับ 6:1 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาเท่ากับ 5.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 64°C และ
อัตราในการกวนที่ 500 รอบต่อนาที นอกจากนี้ ยังพบว่าความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาจะสูงที่สุดเมื่อใช้
เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ร้อยละการเปลี่ยนสารตั้งต้นจากไตรกลีเซอไรด์จากน้ำมัน
ปาล์มเป็นไบโอดีเซลสามารถตรวจวัดได้โดยการวิเคราะห์โปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรแนนซ์ นอกจากนี้
ตัวเร่งปฏิกิริยานี้ สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้สูงถึง 7 ครั้ง โดยมีประสิทธิภาพลดลงเพียงเล็กน้อย และยังให้ร้อย
ละการเปลี่ยนสารตั้งต้นสูงกว่า 90% แผ่นแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแมลงภู่ที่ผลิตได้สามารถใช้เป็น
วัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในโครงการย่อยอื่นภายใต้แผนงานวิจัย **นวัตกรรมการสร้างมูลค่า
ให้แก่เปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเล** โดยการแปรรูปเป็นเกร็ดประกายมุกและ
ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง เช่น (1) สารกักเก็บกลิ่นหอม (2) วัสดุรองรับสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการผลิตไบ

โอดีเซล (3) สารตั้งต้นสำหรับผลิตดินจุฬาฯ (ดินปั้นประกายมุกคุณภาพสูงสำหรับงานศิลปะหัตถกรรมและเครื่องประดับตกแต่ง) (4) เกล็ดประกายมุกสำหรับการผลิตสีประกายมุก (5) ใช้เป็นวัสดุสำหรับการผลิต Security Marker (6) สารเติมแต่งสำหรับพอลิเมอร์โปร่งแสง (7) ทราเยอะราโกไนต์ ผลผลิตจากโครงการวิจัยประกอบด้วย (1) ผลงานนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ 2 ครั้ง, (2) นักวิจัยใหม่ซึ่งเป็นนิสิตที่สำเร็จการศึกษาจากการทำวิจัยในโครงการ เป็นนิสิตปริญญาโท 1 คน



รูปที่ 13 ลักษณะสัณฐานของแคลเซียมออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้จากเปลือกหอยแมลงภู๋เหลือทิ้งที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900 °C 5 ชั่วโมง



รูปที่ 14 ลักษณะสัณฐานและไอโซเทอร์มของแคลเซียมออกไซด์ที่ผ่านการปรับปรุง

ตาราง 6 ผลผลิตของโครงการวิจัยย่อยที่ 6 และตัวชี้วัด

ผลผลิตของโครงการย่อย	ตัวชี้วัด
1 กรรมวิธีการแปรรูปเปลือก หอยแมลงภู่เหลือทิ้งเป็นตัวเร่ง ปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์สำหรับ ผลิตไบโอดีเซล	1 กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแปรรูปที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ ภาคการผลิต 2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ต้นน้ำตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียม ออกไซด์สำหรับผลิตไบโอดีเซล
2 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบตัวเร่งปฏิกิริยา แคลเซียมออกไซด์สำหรับผลิตไบ โอดีเซลที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่า ตัวเร่งปฏิกิริยาเกรดการค้าและ เกรดวิเคราะห์	1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์สำหรับผลิตไบ โอดีเซลที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าตัวเร่งปฏิกิริยาเกรดการค้าและ เกรดวิเคราะห์ที่มีขายทั่วไป
3 การสร้างบุคคลกรนักวิจัยใหม่	1 นิสิตสำเร็จการศึกษาจากการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท 1 คน

ตาราง 7 สรุปผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยตามแผนการบริหารงานและแผนการดำเนินงาน
ตลอดแผนงานวิจัย

กิจกรรมในโครงการวิจัย	ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัย		ประเมิน ผลสำเร็จ
	ผลผลิต	ผล สำเร็จ	
1 ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแหล่ง วัตถุดิบเปลือกหอยแมลงภูในประเทศ ด้านปริมาณ คุณภาพ ระบบโลจิสติก ความผันผวนของราคาและอัตราการ ผลิต	- ข้อมูลสนับสนุนการวางแผนการแปรรูป และการ ผลิตผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง	P	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
2 ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับธุรกิจที่ใช้ ประโยชน์จาก แคลเซียมคาร์บอเนต การประยุกต์ใช้เกล็ดประกายมุก ใน อุตสาหกรรม สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับ การผลิตเกล็ดประกายมุกเชิงพาณิชย์	- ข้อมูลสนับสนุนการวางแผนการแปรรูป และการ ผลิตผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง - ข้อมูลสนับสนุนการวางแผนการผลิต และสร้าง ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ - องค์ความรู้และข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับโครงสร้าง และองค์ประกอบของเปลือกหอยและผงแคลเซียม คาร์บอเนตที่ผลิตได้	P	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
3 ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องมือ / อุปกรณ์ / เครื่องปฏิกรณ์ ต้นแบบ สำหรับการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู	- ประสพการณ์และความชำนาญในการ ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือวิจัย - กรรมวิธีที่เหมาะสมในการแปรรูปเปลือก หอยแมลงภูให้เป็นเกล็ดประกายมุกและผล แคลเซียมคาร์บอเนต	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
4 พัฒนาการรวมวิธีการแปรรูปเปลือก หอยแมลงภูโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ที่ พัฒนาขึ้น ปรับเงื่อนไขการผลิตเพื่อหา สภาวะที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการ ผลิต	- กรรมวิธีที่เหมาะสมในการแปรรูปเปลือก หอยแมลงภูให้เป็นเกล็ดประกายมุกและผง แคลเซียมคาร์บอเนต - ร่างสิทธิบัตร - ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการระดับ นานาชาติ - นิสิตสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 1 คน - นิสิตสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก 1 คน - ผลงานนวัตกรรมได้รับรางวัลนวัตกรรมระดับ นานาชาติ 2 รางวัล	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
5 พัฒนาการรวมวิธีการคัดแยกผลิตภัณฑ์ รูปแบบต่างๆ ที่ได้จากการแปรรูป เช่น ผงแคลเซียมคาร์บอเนต เกล็ดประกาย มุก แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแผ่นซ้อน เป็นชั้น	- ผลิตภัณฑ์ต้นน้ำเกล็ดประกายมุกและผงแคลเซียม คาร์บอเนตสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ต้นแบบ - กรรมวิธีที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพ เช่น การเพิ่มความเป็นประกายแวววาว - วิธีการผลิตและคัดแยกเกล็ดประกายมุกและผง แคลเซียมคาร์บอเนตให้เหมาะสมกับการใช้งานแต่ ละประเภท	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
6 พัฒนาการรวมวิธีการทำเกล็ดประกายมุก ให้เป็นประกาย แวววาว	- เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเปลือกหอย - ผลิตภัณฑ์ต้นน้ำเกล็ดประกายมุกและผงแคลเซียม คาร์บอเนตสำหรับทำดินจุฬาฯ และ สีประกายมุก	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย

7 พัฒนาการวิธีการสร้างช่องว่างระหว่างแผ่นของเกล็ด ประกายมุกและแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแผ่นซ้อนกันเป็นชั้น	- ผลิตภัณฑ์ต้นน้ำเกล็ดประกายมุกที่สามารถควบคุมความเป็นประกายแวววาวได้ - ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติที่อธิบายอิทธิพลของความหนาของชั้นอากาศระหว่างแผ่นอะราโกไนต์ที่มีต่อความเป็นประกายแวววาวและการเกิดสีของเกล็ดประกายมุก - ผลงานวิจัยนำเสนอในการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ	G	เป็นไปตามแผนการวิจัย
8 พัฒนาการวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์พลอยได้ (แคลเซียมคลอไรด์) จากกระบวนการเกล็ดประกายมุก	- ทดลองใช้ผงแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแมลงภู่ในการผลิต Hydroxy Apatite	I	เป็นไปตามแผนการวิจัย
9 พัฒนาการวิธีการทำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ให้มีความบริสุทธิ์ เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย	- ต้นแบบผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตดินจุฬาและสีเกล็ดมุก	G	เป็นไปตามแผนการวิจัย
10 กระบวนการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากแคลเซียมคาร์บอเนตที่สกัดจากเปลือกหอยแมลงภู่	- วิธีการผลิตแคลเซียมออกไซด์ที่มีขนาดเล็กระดับนาโนเมตรและมีพื้นที่ผิวสูงสำหรับทำเป็นวัสดุรองรับตัวเร่งปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซล - เงื่อนไขที่เหมาะสมในการแปรรูปผลแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแมลงภู่ให้เป็นแคลเซียมออกไซด์เพื่อทำเป็นวัสดุรองรับตัวเร่งปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซล	G	เป็นไปตามแผนการวิจัย
11 การประยุกต์และประดิษฐ์แท่งตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำมาจากแคลเซียมออกไซด์ในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล	- ต้นแบบแท่งตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซลที่มีความบริสุทธิ์สูง พร้อมการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน - นิสิตสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 1 คน	G	เป็นไปตามแผนการวิจัย
12 ทดลองขึ้นรูปดินจุฬาที่เหมาะสมกับการสร้างสรรค์เครื่องประดับในรูปแบบต่างๆ	- ตัวอย่างชิ้นงานศิลปะเพื่อการเผยแพร่ - อุปกรณ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อการจัดอบรมสัมมนา - หลักสูตรการจัดอบรมสัมมนาการทำเครื่องประดับจากดินจุฬา	I	เป็นไปตามแผนการวิจัย
13 พัฒนาระบบการออกแบบเครื่องประดับจากดินจุฬาโดยศึกษาวิเคราะห์ และสังเคราะห์จากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งด้านการตลาด กลุ่มเป้าหมาย ความมีเอกลักษณ์โดดเด่นและความสวยงาม	- อุปกรณ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อการจัดอบรมสัมมนา - หลักสูตรการจัดอบรมสัมมนาการทำเครื่องประดับจากดินจุฬา - แนวทางการพัฒนางานศิลปะและรูปแบบและกระบวนการการแนวทางการพัฒนางานศิลปะ	I	เป็นไปตามแผนการวิจัย
14 ขั้นตอนการทำวัสดุต้นแบบ โดยการนำเปลือกหอยแมลงภู่มาผสมกับตัวสารบายเดอร์ ทำให้มีลักษณะเป็นดินที่มีประกายมุก	- ได้ดินจุฬาขึ้นรูปงานประดิษฐ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าดินที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพราะมีความสวยงามเป็นประกาย กว่าอีกทั้งยังมีราคาต้นทุนที่ต่ำกว่ามาก	I	เป็นไปตามแผนการวิจัย

	- ต้นแบบดินจุฬาฯ ที่คุณภาพเทียบเท่ากับดินปั้น นำเข้าจากต่างประเทศ ต้นแบบดินจุฬาฯ พร้อมใช้ งาน		
15 การทดลองนำดินจุฬาฯ ขึ้นรูป งาน ประติมากรรมเครื่องประดับของ ตกแต่ง	- ได้ข้อมูลพื้นฐานถึงข้อดีข้อเสียของดิน ชนิดนี้ว่าใช้ ยากหรือง่ายเพียงใด - ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำหรับจัดแสดงและจัดอบรม สัมมนา	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
16 การทดลองนำดินจุฬาฯ ให้กลุ่ม นักเรียนนักศึกษา กลุ่มแม่บ้านใน กรุงเทพ และกลุ่มหัตถกรรมได้ ทดลองในการขึ้นรูปงานประดิษฐ์ ดอกไม้ประดับที่ทางกลุ่มหัตถกรรมได้ มีการทำเป็นอาชีพอยู่แล้ว	- รู้ปัญหาของดินจุฬาฯ ในการใช้งานจริงและรู้ความ ต้องการของผู้ใช้ - ความสำเร็จและผลสำเร็จของหลักสูตรอบรมการ ปั้นเครื่องประดับจากดินจุฬาฯ - ตัวอย่างชิ้นงาน - ปัญหาในการปั้นและอุปกรณ์ที่ต้องการเพิ่มเติมใน การปั้นเครื่องประดับจากดินจุฬาฯ - สามารถพัฒนาดินประกายมุขให้เหมาะสมต่อการ ใช้งานจริงในหลายรูปแบบ เช่น ออกแบบให้ง่ายต่อ การใช้ปั้นขึ้นรูปเป็นงานหัตถกรรม ออกแบบชนิด ของดินให้สามารถกันน้ำและความเงาเป็นประกาย มากขึ้นเมื่อแห้งและนำไปอบด้วยความร้อน	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
17 พัฒนาต้นแบบเครื่องประดับและ ศิลปหัตถกรรมจากดินจุฬาฯ	- วิธีการทำเครื่องประดับจากดินจุฬาฯ - คู่มือการปั้นดินเครื่องประดับจากดินจุฬาฯ - หลักสูตรการอบรมสัมมนา	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
18 ออกแบบหลักสูตรการฝึกอบรมการ สร้างสรรค์เครื่องประดับและศิลปหัตถ กรรมจากดินจุฬาฯ	- ต้นแบบหลักสูตรสำหรับฝึกอบรมการสร้าง เครื่องประดับจากดินจุฬาฯ	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
19 จัดอบรมให้กับผู้ที่สนใจ จัดแสดงผล งานการออกแบบสร้างสรรค์ เครื่องประดับและศิลปหัตถกรรมจาก ดินจุฬาฯ	เครื่องประดับรูปแบบต่างๆ และความร่วมมือระหว่างระหว่างสถานศึกษา กับ ศิลปิน	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย
20 ส่งผลงานประกวดรางวัลนวัตกรรม ระดับนานาชาติ	- รางวัลนวัตกรรมระดับนานาชาติ จำนวน 6 รางวัล	G	เป็นไปตาม แผนการวิจัย