

## การใช้ดินสังเคราะห์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทน สร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน

ขจรศักดิ์ นาคปาน<sup>1</sup> สุภาวี ศิรินครภรณ์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการออกแบบ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

<sup>2</sup> อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบเครื่องประดับ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

### บทคัดย่อ

บทความวิชาการ เรื่อง การใช้ดินสังเคราะห์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทนสร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการออกแบบแฟชั่นหมุนเวียนและนำเสนอในฐานะต้นแบบความรู้เพื่อส่งเสริมธุรกิจสร้างสรรค์เกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่นเครื่องแต่งกาย วิธีการดำเนินการเริ่มจากการศึกษาวงจรความสมบูรณ์และการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติของดินในสถานะแร่ธาตุที่มีอยู่ทั่วไปผ่านกระบวนการทดลองให้กลายเป็นวัสดุเส้นใยและสิ่งทอธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่า นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนสามารถนำมาผลิตเครื่องแต่งกายที่สร้างสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นมิตรกับธรรมชาติ กอปรกับสำคัญของเครื่องแต่งกายในฐานะปัจจัยที่ตอบสนองความต้องการและสร้างความปลอดภัยแก่มนุษย์ เฉพาะอย่างยิ่ง การนำมาสร้างสรรค์เป็นเครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนช่วยตอบสนองการนอนหลับซึ่งเป็นสภาวะอริยาบถแห่งการหยุดพักซ่อมแซมความเหนื่อยล้าและฟื้นฟูความเสื่อมถอยของอวัยวะในร่างกาย

**คำสำคัญ:** นวัตกรรม/ ดิน/ วัสดุสิ่งทอทดแทน/ เศรษฐกิจสร้างสรรค์/ ชุดนอน

# Use of Synthesized Soil as Innovative Textile Substitute to Create Healthy Night Gown for the Way to Sustainable Happiness

Khajornsak Nakpan<sup>1</sup>, Supavee Sirinkraporn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ph.D. student in Design program, Faculty of Decorative Art, Silpakorn University

<sup>2</sup> Lecturer, Department of Jewelry Design, Faculty of Decorative Art, Silpakorn University

## Abstract

The project titled “Use of Synthesized Soil as Textile Substitute to Create Healthy Night Gown for the Way to Sustainable Happiness” design the circular fashion and presented as an innovation prototype for healthy fashion design. It is based on the study of a cycle and changes in qualities of soil. As an abundantly available resource, the soil is transformed into textile substitute with value-adding natural fiber. This result is products that reflect balance to nature and environmentally friendly. Besides, clothes are one of the four basic human needs. It manifests the satisfaction and protection of people. Apart from outcomes of the textile substitute material shows its appropriateness to be designed to make healthy nightgown. This is because sleeping is the best way to rest. It is a natural state in which consciousness level is reduced, a pause and revives energy and restores our internal organs.

**Keywords:** Innovation/ Soil/ Textile Substitute/ Creative Economy/ Nightgown

## บทนำ

สถานการณ์ของโลกปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษยชาติเป็นอย่างมาก วิกฤติการณ์โลกสะท้อนให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ยั่งยืนกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ ตามคำกล่าวของ วิลเลียม (William)<sup>1</sup> ที่กล่าวถึงกระแสนิยมแฟชั่น กลับกลายมาเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างมากจนเกินคำว่าพอดี แสดงถึงความเห็นแก่ตัว คุกคาม และทำลายธรรมชาติอย่างไร้ขีดจำกัด จากการสำรวจของหน่วยงานตรวจวัดโลกแห่งประเทศเดนมาร์ก หรือ The World Counts<sup>2</sup> เปิดเผยว่าอุตสาหกรรมแฟชั่นเครื่องแต่งกายที่มีมูลค่ามหาศาลนั้น พบว่าอุตสาหกรรมเหล่านี้ทำลายสิ่งแวดล้อมในทุกกระบวนการ ตั้งแต่ต้นทางการปลูกฝ้ายที่ต้องใช้น้ำในการเพาะปลูก จำนวนมหาศาล การใช้สารเคมีหรือยากำจัดศัตรูพืชที่ถูกนำมาใช้ดูแลรักษาพืชให้เส้นใยทั้งหลาย ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ส่วนการฟอกฝ้าย เป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดสารปนเปื้อนและตกค้างส่งผลให้คุณภาพน้ำเป็นอันตราย จนถึงปลายทางตามที่บริษัทพีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด<sup>3</sup> รายงานว่า ผลผลิตแห่งความต้องการอันเกินความพอดีนั้นกลับถูกทิ้งกลายเป็นปัญหา “ขยะแฟชั่น” กอปรกับปัจจุบันแนวโน้มค่านิยมแฟชั่นของมนุษย์สร้างความลุ่มหลงในสินค้าที่ทันต่อยุคสมัยและราคาถูก จึงทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจจับจ่าย และกระแสแฟชั่นที่นิยามว่า “แฟชั่นมาไวไปไว” (Fast Fashion) กลายเป็นการสร้างพฤติกรรม “ตกยุค ใส่แล้วทิ้ง” ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดการบริโภคอย่างสิ้นเปลืองและเพิ่มขยะ (ภาพที่ 1) ในฐานะนันกออกแบบ หนึ่งใน

การสร้างแนวความคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมความสมดุลแห่งระบบนิเวศวิทยา คือ การออกแบบ แฟชั่นหมุนเวียน (Circular Fashion) เพื่อสร้างความสอดคล้องต่อแนวคิด เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) อันได้มาจากคณะกรรมการยุโรป (European Commission) ที่มีการประกาศใช้แนวคิดดังกล่าว โดยมีรายละเอียดในการพิจารณาหาแนวทางการแก้ไขปัญหาประชากรโลก รวมถึงมิติเกี่ยวกับด้านการผลิตของอุตสาหกรรมในรูปแบบใหม่ การปรับพฤติกรรมของผู้บริโภค และการจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้น วัตถุประสงค์การศึกษาวิจัยจึงมุ่งเน้นการสร้างสรรค์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนจากการใช้ดิน สร้างประสิทธิภาพของกรรมวิธีการผลิตแฟชั่นหมุนเวียนโดยสังเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุอันประกอบด้วยเม็ดสีที่มีความคล้ายคลึงกับเม็ดสีเมลานินในผิวพรรณมนุษย์ รวมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุด้วยการออกแบบผลงานแฟชั่นเครื่องแต่งกายประเภทชุดนอน สุขภาพที่สร้างสรรค์จากวัสดุสิ่งทอทดแทนและมีคุณสมบัติเทียบเคียงวัสดุสิ่งทออันมีลักษณะทางกายภาพคล้ายผืนผ้า สามารถนำมาผลิตด้วยกรรมวิธีการตัดเย็บเครื่องแต่งกายตามมาตรฐานการทดสอบจากองค์กรที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เพื่อส่งเสริมสุขภาพการนอนโดยสร้างให้เกิดความสมดุลด้านร่างกายและจิตใจ นอกจากนี้ ผลงานวิจัยยังแสดงองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพที่มุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน สามารถตอบสนองแนวทางเกี่ยวกับเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Biology, Circular and

Green (BCG) ซึ่งได้ระบุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) กรอบทิศทาง

การพัฒนาของโลกที่องค์การสหประชาชาติเป็นผู้กำหนด



ภาพที่ 1 ภาพของขยะพลาสติกเหลือใช้จำนวนมาก

ที่มา: The Bangkok Insight Editorial Team. จากขยะสู่เสื้อ ‘Upcycling the Oceans, Thailand’ [internet]. 2020 [เข้าถึงเมื่อ 26 เมษายน 2563]. เข้าถึงจาก: <https://www.thebangkokinsight.com/65247/>.

### ระเบียบและกระบวนการสร้างสรรค์:

โครงการ “การใช้คืนสิ่งเคราะห์นวัตกรรมสิ่งทอดแทนสร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน” มุ่งเน้นการทดลองเพื่อให้ได้วัสดุชีวภาพที่มีคุณสมบัติของสียลายเซลล์เม็ดสีเมลานินในมนุษย์ การออกแบบและผลิตวงจรแฟชั่นหมุนเวียน และนำเสนอต้นแบบในฐานะความรู้ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสร้างสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจ

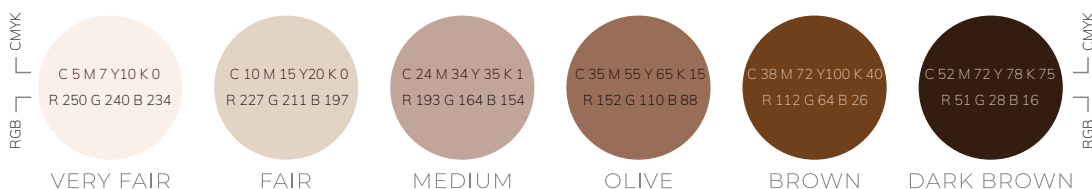
โครงการข้างต้นใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่เรียกว่า การวิจัยปฏิบัติการสร้างสรรค์ (Practice-led Research) มุ่งเน้น การให้ความสำคัญต่อกระบวนการศึกษาในรูปแบบของการปฏิบัติการและจัดอยู่ในวิธีวิจัยแบบลงมือปฏิบัติ จุดมุ่งหมายของวิธีดังกล่าวอยู่ที่การพัฒนากระบวนการศึกษาความรู้เชิงสร้างสรรค์ที่นำไปสู่ชุดความรู้ใหม่ที่มี

เอกลักษณ์ทางความคิดอันหมายถึงผลลัพธ์การวิจัยในรูปแบบของผลงานการออกแบบ ซึ่งผลลัพธ์การวิจัยครั้งนี้คือเครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพ โดยกระบวนการสร้างสรรค์เริ่มต้นจากศึกษาความรู้ข้อมูลเกี่ยวกับสีผิวพรรณของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสีผิวของมนุษย์ โครงสร้างสีผิวพรรณ และลักษณะสีผิวพรรณเฉพาะของมนุษย์ ส่วนที่ 2 แนวทฤษฎีในการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มของสีผิวของกลุ่มชนชาติต่าง ๆ เฉพาะอย่างยิ่ง สีผิวพรรณของผู้คนในราชอาณาจักรไทย และส่วนสุดท้าย คือ การศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับหลักจิตวิทยาของสี การรับรู้เรื่องสีของมนุษย์ และความหมายของสีที่มีผลต่อการรับรู้ด้านจิตใจ จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลพบวาลักษณะสีผิวพรรณเฉพาะของมนุษย์มีความแตกต่าง สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มผิวสี

(Undertone) ซึ่งเป็นสีพื้นฐานของแต่ละบุคคล (Base Color) และมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยสีผิวพรรณของมนุษย์สามารถจำแนกได้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีเหลืองหรือวอร์ม ะร้อน (Yellow Undertone หรือ Warm) หมายถึง กลุ่มสีผิวพรรณของมนุษย์ที่มีความเป็นสีน้ำเงินน้อย โดยแสดงค่าความเป็นสีเหลืองค่อนข้างมาก หรือในวงการเครื่องสำอางจะเรียกสีผิวพรรณประเภทนี้ว่า โอคร (Ocre Type) เช่น กลุ่มคนเอเชียจะเป็นชนชาติที่มีผิวพรรณที่สีผิวเหลืองจะมีระดับความสว่างสีค่อนข้างต่ำ (Low Lightness) และกลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีน้ำเงินหรือวอร์มเย็น (Blue Undertone หรือ Cool) หมายถึง กลุ่มสีผิวพรรณของมนุษย์ที่มีความเป็นสีเหลืองน้อยโดยแสดงค่าความเป็นสีน้ำเงินค่อนข้างมาก นอกจากนี้หน่วยงานป้องกันรังสีและความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ของประเทศออสเตรเลีย (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency<sup>4)</sup>) ได้มีการจัดพิมพ์เอกสารเพื่อแสดงรายละเอียดการกำหนดระดับค่าความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์แบ่งโดยทฤษฎีของฟิตซ์แพททริก (Fitzpatrick Skin Prototype) เป็นทฤษฎีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและมีมาตรฐานระดับสากล ซึ่งระบุระดับความเข้มของสีผิวพรรณออกเป็นค่าระดับจำนวน 6 ระดับสี (ภาพที่ 2) ผู้วิจัยจึงแปลและเรียบเรียงดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ ระดับที่ 1 ผิวขาวสว่างมาก (Pale white skin) หมายถึง ผิวบอบบางและกระจ่างใสมากที่สุด เช่น กลุ่มคนทางตอนเหนือของยุโรปและคนอังกฤษ สีผิวพรรณระดับที่ 2 ผิวขาว (White Skin) หมายถึง ผิวบอบบาง ใหม้แดดง่าย และผิว

สามารถเปลี่ยนเป็นสีแทนได้เล็กน้อย ได้แก่ กลุ่มคนคอเคเซียนแถบยุโรป สแกนดิเนเวีย อเมริกา และแคนาดา ระดับที่ 3 ผิวขาวเหลือง (Light brown Skin) ผิวไวต่อแสง บางครั้งพบไหม้แดด ผิวสามารถเปลี่ยนเป็นสีแทนได้ พบได้จากกลุ่มคนยุโรปกลางและยุโรปตอนใต้ สีผิวพรรณ ระดับที่ 4 หรือผิวสองสี (Moderate Brown Skin) มีความไวต่อแสงน้อย อาจไหม้แดดเล็กน้อยและหลังตากแดดมักเปลี่ยนเป็นสีแทน พบมากในกลุ่มคนชาวเมดิเตอร์เรเนียน ลาติน และเอเชีย ส่วนระดับที่ 5 ผิวสีน้ำตาล (Dark Brown Skin) มีคุณสมบัติทนต่อแสงแดด ไม่ไหม้แดด และมักเปลี่ยนเป็นสีแทน มักเป็นสีผิวพรรณของกลุ่มคนตะวันออกของอินเดีย คนอเมริกาโดยกำเนิด ลาติน และแอฟริกา ระดับสุดท้าย ระดับที่ 6 คือ ผิวสีเข้มมาก (Deeply pigmented dark brown to black Skin) หมายถึง ผิวทนแดด ไม่ไหม้ เนื่องจากมีเม็ดสีหนาแน่น พบในกลุ่มคนชาวอะบอริจินและแอฟริกา จากกระบวนการสืบค้นข้อมูลช่วงแรก ข้อมูลทั้งหมดจะถูกประมวลเป็นองค์ความรู้เรื่องสีผิวพรรณของคนไทย ระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ เพื่อใช้เป็นข้อสนับสนุนแนวทางการทดลองเพื่อค้นหาวัฏกรรมรวมถึงสีของวัสดุ (ภาพที่ 3)

## FITZPATRICK SCALE



ภาพที่ 2 แสดงการกำหนดระดับค่าความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ โดยทฤษฎีของฟิตซ์แพทริก สามารถสืบค้นข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก <https://www.facebook.com/khajornsak.n/posts/457712682251805>.

## SKIN COLOR CLASSIFICATION



ภาพที่ 3 แสดงกลุ่มสีข้างเคียงกับค่าความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ในแต่ละระดับอ้างอิงตามทฤษฎีของฟิตซ์แพทริก สามารถสืบค้นข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก <https://www.facebook.com/khajornsak.n/posts/457712682251805>

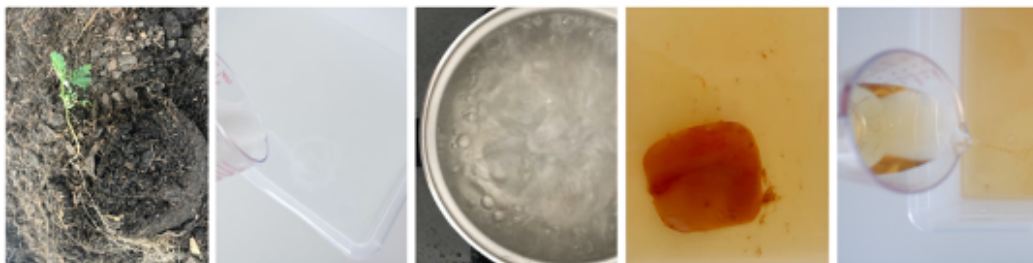
สำหรับกระบวนการสร้างสรรค์ในลำดับถัดไป คือ การสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทนจากดินโดย ขยายผลจากการศึกษาวงจรความสมบูรณ์และการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติของดินในสถานะแร่ธาตุผ่านกระบวนการทดลองให้กลายเป็นเป็น วัสดุเส้นใยและสิ่งทอธรรมชาติที่มีคุณค่า นวัตกรรมการผลิตเส้นใยและสิ่งทอในปัจจุบันจึง คำนึงถึงคุณสมบัติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดย ส่วนใหญ่มาจากการแปรรูปวัตถุดิบจากธรรมชาติ รวมถึงเส้นใยและสีธรรมชาติ จึงเห็นได้ว่าการอาศัยข้อมูลความรู้จากการทบทวน

วรรณกรรมในส่วนของนวัตกรรมวัสดุชีวภาพมี ส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้แนวทางการทดลอง ครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จ ผู้เขียนค้นพบ ผลงานวิจัยหลายชิ้นที่มีตัวแปรสำคัญชนิด เดียวกัน คือ แบคทีเรีย ซึ่งหมายถึง สิ่งมีชีวิต ประเภทใหญ่ประเภทหนึ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ ส่วนมากเป็นเซลล์เดี่ยว มีขนาดเล็ก ไม่สามารถ มองเห็นด้วยตาเปล่า และมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน แบคทีเรียในดินยังสามารถเข้ามาเป็นชีวมวลตั้งต้น ในการสังเคราะห์เส้นใยที่มีศักยภาพในการ นำไปใช้สร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มเพื่อสิ่งแวดล้อม

ต่อไปในอนาคต ดังตัวอย่างของผลงานวิจัยเรื่อง Melanin-Like Pigment Synthesis by Soil Bacillus Weiheinstephanensis Isolates from Northeastern Poland ของกลุ่มนักวิจัย ได้แก่ Justyna และคณะ<sup>5</sup> เมื่อปี ค.ศ. 2015 พวกเขาได้ค้นพบสารสังเคราะห์จากแบคทีเรียในเนื้อดินที่มีคุณสมบัติคล้ายเซลล์เมลานินในมนุษย์ ซึ่งดินดังกล่าวมาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของโปแลนด์ ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของเม็ดสีและกลไกการสังเคราะห์ที่สัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรมและฟีโนไทป์ จึงจะปรากฏผลวิจัยว่าสมบัติของดินชนิดนี้มีอนุภาคเม็ดสีคล้ายเมลานินอย่างสมบูรณ์ หรือ ตามที่ Cecilia<sup>6</sup> อธิบายถึงผลงานวิจัยของ Suzanne Lee เรื่องวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงวัสดุด้วยหลักการทางชีววิทยาที่สร้างสรรค์แนวความคิดโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดแบคทีเรียจากน้ำชา ซึ่งผลวิจัยมุ่งเน้นวิธีการค้นหาวัสตูใหม่เพื่อนำมาใช้ทดแทนวัสดุเส้นใยและสิ่งทอสำหรับเครื่องนุ่งห่ม ผลลัพธ์ของวิจัยเป็นทางเลือกในการนำไปสู่การใช้ทรัพยากรให้สิ้นเปลืองน้อยที่สุดและเกิดความยั่งยืนในโลกอนาคต

กระบวนการสร้างสรรค์ที่สำคัญที่สุด คือ ส่วนของการทดลองเพื่อให้ได้ผลลัพธ์การสร้างสรรค์เริ่มต้นด้วยวิธีการเตรียมการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเพื่อแสดงผลการสังเคราะห์และ

เจริญเติบโตของแบคทีเรียในดินและพัฒนารูปลักษณะจนเกิดปฏิกิริยาการควบแน่นบนผิวน้ำ เกิดจากการที่ผู้เขียนนำสารตั้งต้นดิน น้ำบริสุทธิ์ สารให้ความหวาน สารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย และกรดอะซิติก (ภาพที่ 4) มาผสมเข้าด้วยกันและบรรจุลงในภาชนะเพาะเลี้ยง ภาชนะเพาะเลี้ยงมีขนาดกว้าง 74 เซนติเมตร ยาว 125 เซนติเมตร และสูง 35 เซนติเมตร มีฝาปิดพร้อมรูเพื่อระบายอากาศ สังเกตได้ว่า การเจริญเติบโตของแบคทีเรียในดินนั้นเกิดจากกระบวนการสันดาป (Metabolism) ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีของกลุ่มเซลล์ในสิ่งมีชีวิตเพื่อดำรงชีวิต เป็นการเปลี่ยนอาหารให้เป็นพลังงานในการดำเนินกระบวนการของเซลล์ตลอดจนการแปลงเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก และคาร์โบไฮเดรตบางชนิด และการจัดของเสียไนโตรเจน โดยมีปฏิกิริยาที่อาศัยเอนไซม์เป็นตัวเร่งเพื่อให้สิ่งมีชีวิตเติบโตและเจริญพันธุ์ด้วยการหายใจนำออกซิเจนเข้าไป ซึ่งอุณหภูมิเหมาะสมที่เชื้อสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จะอยู่ในระหว่างอุณหภูมิระดับ 25-30 องศาเซลเซียส มีค่าความสมดุลของความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต มีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.4-6.3 ดังนั้น ผู้เขียนจึงแบ่งขั้นตอนในกระบวนการทดลองเพื่อการสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนบรรลุผลสำเร็จ



ภาพที่ 4 ภาพแสดงสารตั้งต้นดินและสารประกอบการทดลองนวัตกรรม เรียงไปตามลำดับจากภาพแรกด้านซ้าย ได้แก่ สารให้ความหวาน น้ำบริสุทธิ์ สารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย (สโก็ปี) และกรดอะซิติก

### ผลการสร้างสรรค์

กระบวนการทดลองเพื่อการสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนบรรจุผลสำเร็จแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (ดูภาพรวมขั้นตอนการทดลองได้จาก ภาพที่ 5) ได้แก่ “ขั้นตอนการกำเนิดรูป” ใช้ระยะเวลาประมาณ 1-4 วัน พบว่าสารตั้งต้นเกิดปฏิกิริยากาเนิดรูปออกมา มีลักษณะเป็นเส้นใย ซึ่งเส้นใยต่างยึดเกาะกัน กระทั่งพัฒนารูปทรงออกมาเป็นแผ่นบาง และก่อรูปกระจายแผ่เป็นผลึกอยู่ภายในภาชนะเพาะเลี้ยง สามารถสังเกตขนาดความหนาได้ประมาณ 0.10-0.50 มิลลิเมตร หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการกำเนิดรูป ใช้ระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน วัสดุในภาชนะเพาะเลี้ยงจะลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ มีรูปลักษณะเป็นผลึกที่ยึดเกาะกันเป็นแผ่น ค่อนข้างแข็งแรง มีขนาดความหนาเพิ่มเติมจากระยะเริ่มต้นกำเนิดรูป ประมาณ 0.50 มิลลิเมตร สรุปลักษณะของผลลัพธ์สิ้นสุดที่ขนาดประมาณ 1.00 มิลลิเมตร

หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการกำเนิดรูปซึ่งถือเป็น “ขั้นตอนการควบแน่น” ระยะเวลาประมาณ 5-40 วัน ผลลัพธ์ปรากฏรูปทรงที่ชัดเจนเป็นไปตามรูปร่างของภาชนะเพาะเลี้ยง

ลักษณะทางกายภาพภายนอกของวัสดุสามารถสังเกตเห็นเป็นสีน้ำตาลอ่อน มีความโปร่งใส และก่อตัวเป็นเซลล์โลสแผ่นอยู่บนผิวน้ำ ประมาณวันที่ 36-40 พบว่าผลลัพธ์ของกระบวนการสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุด้วยการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย สามารถก่อตัวควบแน่นเป็นวัสดุเซลล์โลสแผ่นที่สมบูรณ์ ลักษณะทางกายภาพภายนอกปรากฏเป็นรูปร่างรูปทรงที่ชัดเจนเปิดเผยให้เห็นพื้นผิวที่มีลวดลายคล้ายผิวหนังของมนุษย์ สัมผัสอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น และมีกลิ่นฉุน นอกจากนี้ ยังสามารถสังเกตเห็น ความโปร่งแสงอันเกิดจากการทับซ้อนของแผ่นเซลล์โลสใส จนได้รูปลักษณะเป็นผลลัพธ์สีน้ำตาลอ่อน

ลำดับต่อมา คือ “ขั้นตอนการลดรูป” พบการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ปรากฏในรูปเซลล์โลสแผ่นที่ควบแน่น นำมาผึ่งแดดเพื่อให้น้ำระเหยโดยและเกิดการลดรูป ระยะเวลาเริ่มต้นรอการระเหยใช้ระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 1-3 วัน ระหว่างขั้นตอนการลดรูปของวัสดุที่ยังไม่สมบูรณ์จะปรากฏสิ่งต่าง ๆ ให้เห็นภายนอก ได้แก่ สีน้ำตาลอ่อน-น้ำตาลเข้ม มีขนาดความกว้างประมาณ 70 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 120 เซนติเมตร และความหนา

ประมาณ 0.3–0.5 เซนติเมตร และน้ำหนักอยู่ระหว่าง 400–600 กรัม

ส่วนขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการสร้างสรรค์ถือเป็น “ขั้นตอนการตรวจสอบคุณสมบัติความแข็งแรง” (ภาพที่ 6) ซึ่งนอกเหนือจากการประเมินทางสายตาและสัมผัสด้วยวิธีพื้นฐานแล้ว ได้นำวัสดุสิ่งทอทดแทนเข้ารับการประเมินด้วยระบบมาตรฐานการทดสอบที่เรียกว่า เจไอเอส JIS (Japanese Industrial Standards<sup>7</sup>) ประเทศญี่ปุ่น หลักการประเมินประกอบด้วยการทดสอบสมบัติ เริ่มต้นด้วยการดึงยืด วัสดุมีความคงทนและยืดหยุ่น

ค่อนข้างน้อยจึงเกิดการฉีกขาดแต่ผิวสัมผัสยังคงแข็งแรง มีความคงทนยืดหยุ่น และเหนียวทนทานต่อการฉีกหรือตัดเย็บ ภายหลังการซักพบว่าสีไม่ตกหรือซีดจาง รวมทั้ง มีความทนทานต่อเหงื่อและคราบโคล หากพบค่าความเป็นกรดสูงเล็กน้อยแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานสั่นกว่าวัสดุสิ่งทอทั่วไป แต่วัสดุปรากฏคุณสมบัติที่โดดเด่น คือ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไร้สารเคมี และสารพิษตกค้าง สามารถย่อยสลายโดยปราศจากขยะหลงเหลือ



ภาพที่ 5 ภาพแสดงขั้นตอนการทดลองจนสู่ผลลัพธ์ เริ่มต้นจากการเตรียมสารตั้งต้นและสารประกอบซึ่งบรรจุลงในถุงผ้าฝ้ายดังที่ปรากฏในภาพแรกด้านซ้าย เรียงลำดับกันมาโดยนับจากขั้นตอนการกำเนิดรูป ควบแน่น และลดรูป



ภาพที่ 6 วัสดุสิ่งทอทดแทนเข้ารับการประเมินด้วยระบบมาตรฐานการทดสอบเจไอเอสประเทศญี่ปุ่น ประกอบด้วยหลักการทดสอบความคงทนยืดหยุ่น ความเหนียวทนทานต่อการฉีกหรือตัดเย็บ การซักล้าง และค่ากรดต่าง เรียงจากภาพซ้ายตามลำดับ



ภาพที่ 7 ภาพผลลัพธ์ของวัสดุทดแทนสิ่งทอแห่งอนาคตก่อนนำไปแปรรูปเพื่อพร้อมนำไปผลิตเครื่องแต่งกายต่อไป

### อภิปรายผลการสร้างสรรค์

ผลการสร้างสรรค์นวัตกรรมการใช้ดินเพื่อสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทนแห่งอนาคตที่มีคุณสมบัติเทียบเคียงวัสดุสิ่งทออันมีลักษณะทางกายภาพคล้ายผ้า (ภาพที่ 7) สามารถนำมาผลิตด้วยกรรมวิธีการตัดเย็บเครื่องแต่งกายตามปกติมาตรฐานการทดสอบเจโอเอสประเทศญี่ปุ่น เสริมสร้างระบบห่วงโซ่ในเวทีด้วยวงจรการออกแบบหมุนเวียน ซึ่งหมายถึงการจัดการลดปริมาณของเสียจากการผลิตและบริโภค (Zero-Waste) ตลอดจนสูญเสียกลับคืนสู่ธรรมชาติ อนึ่ง การย่อยสลายของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ได้จากดินนับว่าเป็นการย่อยสลายทางชีวภาพและเป็นวิธีการรักษาฐานทรัพยากรของประเทศและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องด้วยสารตั้งต้นในการผลิตล้วนมาจากธรรมชาติ ผลผลิตที่ได้จึงถือเป็นวัสดุชีวภาพและต้องอาศัยจุลินทรีย์ธรรมชาติทำงานร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม อาทิ แสงแดด น้ำ และออกซิเจน เพื่อเสริมสร้างให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงรูป ส่วนระยะเวลาในการย่อยสลายทางชีวภาพนั้นอ้างอิงผลสำรวจจากโรงเรียน

วิทยาศาสตร์มหาสมุทรและเทคโนโลยีพื้นโลก มหาวิทยาลัยฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา<sup>8</sup> ที่ทำการเก็บบันทึกผลสำรวจผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ หลากหลายชนิดซึ่งล้วนเป็นขยะในทะเล ผลสำรวจแสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ปฏิกิริยาและกระบวนการทำงานร่วมกันระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ รวมทั้งระบุถึงกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจากพืชและปราศจากสารเคมีจะใช้เวลาย่อยสลายภายใน 5 เดือน

นอกจากนี้ การออกแบบเครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุภาพ (ภาพที่ 9) แสดงคุณลักษณะของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ก่อตัวขึ้นจากเส้นใยชีวภาพอันได้มาจากแบคทีเรียชั้นดีของดินและการปรากฏสีน้ำตาลเฉกเช่นเม็ดสีเมลานินที่เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเซลล์ของมนุษย์ทำหน้าที่กำหนดระดับความเข้มของสีผิวพรรณ ผลิตภัณฑ์จึงปรากฏค่าความเป็นสีที่เทียบเคียงได้กับสีผิวของมนุษย์ได้อย่างชัดเจนสามารถสื่อสารถึงสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์และเครื่องแต่งกายจากความสำคัญข้างต้น ผู้เขียนสามารถระบุระดับค่าสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนให้เป็นไปตามแบบแผนการระบุค่าสีที่เป็นมาตรฐานสากล โดย

ใช้เกณฑ์การประเมินค่าความสว่างของสีวัสดุด้วยทฤษฎีวงจรมันเซลล์ (Munsell Colour Theory) และเปรียบเทียบกับระดับค่าความสดของสีวัสดุและสีผิวพรรณมนุษย์ด้วยทฤษฎีพิทช์แพททริก (ภาพที่ 8) เพื่อระบุระดับค่าความเป็นสี ความสว่าง และความสดของสีวัสดุให้เป็นค่าตัวเลขที่ถูกต้องตรงตามแบบแผนนิยม ซึ่งอธิบายด้วยการเรียงตามลำดับค่าความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

1) สีผิวพรรณระดับที่ 1 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 10 (YR) เช่นเดียวกับค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทน ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 8 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ ซึ่งแตกต่างวัสดุที่อยู่ในระดับที่ 7 สุดท้ายคือค่าความสดของสีผิวพรรณและวัสดุอยู่ในค่าระดับเดียวกัน (4) ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

2) สีผิวพรรณระดับที่ 2 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 10 (YR) เช่นเดียวกับค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทน ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 7 และค่าสว่างของสีวัสดุอยู่ที่ 6 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความสดของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 4 ในขณะที่ค่าความสดของวัสดุอยู่ในระดับที่ 6 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

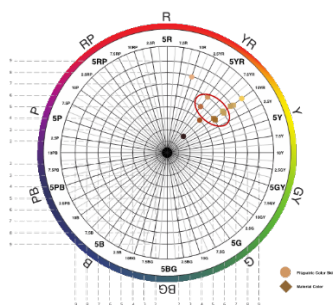
3) สีผิวพรรณระดับที่ 3 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 6 และวัสดุอยู่ที่ 7 ของ

จำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความสดของสีผิวพรรณและวัสดุอยู่ในค่าระดับเดียวกัน (4) ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

4) สีผิวพรรณระดับที่ 4 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณและวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในระดับตรงกันที่ 5 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ และค่าความสดของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 6 แตกต่างจากค่าความสดของสีวัสดุคือ 4 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

5) สีผิวพรรณระดับที่ 5 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 7.5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 4 และวัสดุอยู่ที่ 6 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความสดของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 6 ในขณะที่ค่าความสดของวัสดุอยู่ในระดับที่ 4 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

6) สีผิวพรรณระดับที่ 6 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 7.5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 2 และวัสดุอยู่ที่ 6 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความสดของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 4 ในขณะที่ค่าความสดของวัสดุอยู่ในระดับที่ 6 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ



ภาพที่ 8 ภาพการระบุระดับค่าความเป็นสี ความสว่าง และความสดของสี เพื่อเปรียบเทียบระดับค่าตัวเลขระหว่างสีผิวพรรณมนุษย์และวัสดุสิ่งทอทดแทน อ้างอิงโดยเกณฑ์การประเมินด้วยทฤษฎีวงจรสีมันเซล และทฤษฎีพีทซ์แพททริก



ภาพที่ 9 ผลงานสำเร็จของต้นแบบการออกแบบเครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนส่งเสริมสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน ได้ผ่านการพิจารณาคัดเลือกรับรางวัลรอบรองชนะเลิศจากโครงการรางวัลสินค้าไทยที่มีการออกแบบดีหรือดีมาร์ค (Design Excellence Award 2020 (DEmark Award)) จัดโดยกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ที่ผ่านมา

## สรุป

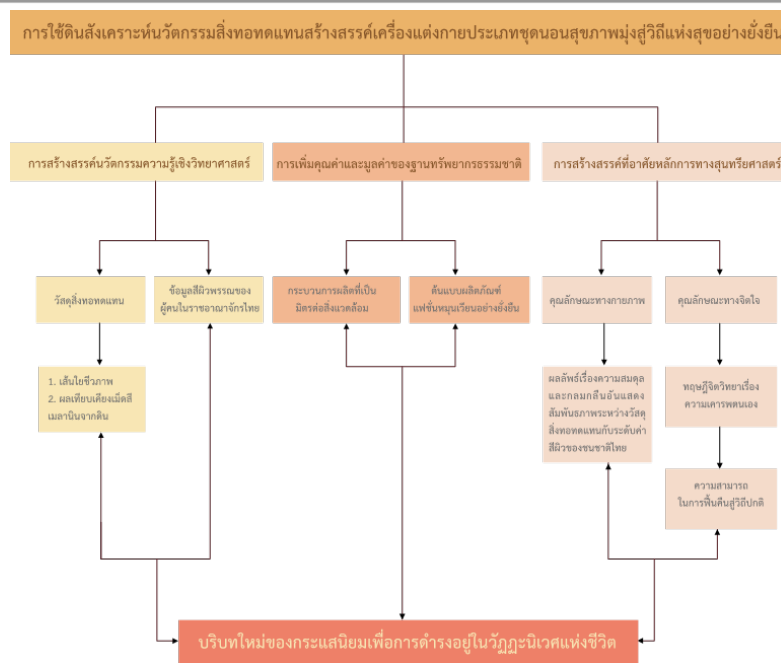
ปัจจุบันพฤติกรรมและวิถีชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มนุษย์ให้ความสำคัญต่อการบริโภคที่หลากหลาย มุ่งเน้นสัดส่วนการผลิตจำนวนมาก เกิดเป็นความหลงใหลในกระแสวัตถุนิยมที่ครอบงำมนุษย์เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์อย่างมากจนเกินคำว่าพอดี

เฉพะอย่างยิ่ง ความเห็นแก่ตัว คุกคาม และทำลายธรรมชาติอย่างไร้ขีดจำกัด ด้วยเหตุนี้ ผู้เขียนรู้สึกตระหนักถึงความสำคัญของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ<sup>9</sup> ระบุถึงยุทธศาสตร์การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมใน

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12<sup>10</sup> (ยุทธศาสตร์ที่ 8) เนื่องด้วยความรู้ดังกล่าวถือเป็นข้อเสนอแนะเพื่อสร้างความส่งเสริมให้การพัฒนาในด้านสิ่งแวดล้อมเกิดผลสัมฤทธิ์ กรณีศึกษาผลงานนวัตกรรมการใช้ดินเพื่อสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทนและสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต โดยขยายผลจากการศึกษาวงจรความสมบูรณ์และการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติของ “ดิน” ในสถานะแร่ธาตุที่มีอยู่ดาษดื่นทั่วไปผ่านกระบวนการทดลองสังเคราะห์เส้นใยธรรมชาติและเมลานินจากแบคทีเรียชนิดดี ให้กลายเป็นเป็นวัสดุสิ่งทอทดแทนหรือเซลลูโลสชีวภาพที่มีคุณค่า เป็นเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างหรือมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผลลัพธ์คือวัสดุสิ่งทอทดแทนมีความเป็นมิตรกับร่างกายสามารถย่อยสลายและกลับคืนสู่ธรรมชาติ นอกเหนือจากยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่ 8 โครงการยังมีความสอดคล้องต่อแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ แผนที่ 4 ด้วยผู้เขียนต้องการออกแบบสร้างสรรค์ต้นแบบผลิตภัณฑ์ วงจรการออกแบบแฟชั่นหมุนเวียน และมีความเชื่อมั่นว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีมีใช้มีหน้าที่เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานหรืออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตของมนุษย์เท่านั้น หากผลิตภัณฑ์จักต้องได้รับการพิจารณา วิเคราะห์ และออกแบบอย่างเข้าใจถึงองค์ประกอบต่าง ๆ อาทิ นักออกแบบ ผู้ผลิต ผู้ประกอบการ หรือผู้บริโภค เพื่อสร้างระบบการหมุนเวียนให้เป็นไปตามเป้าหมาย

เดียวกัน คือ เป้าหมายของการนำกลับมาใช้ใหม่ ไม่มีกระบวนการใดทิ้งทรัพยากรให้หลงเหลือจนเกิดเป็นขยะ และสูญสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติ นับตั้งแต่กระบวนการต่าง ๆ เช่น การออกแบบผลิต ขนส่ง หรือจัดจำหน่าย อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

นอกเหนือจากนี้ องค์ความรู้ต้นแบบเครื่องแต่งกายจากวัสดุสิ่งทอชีวภาพ “การใช้ดินสังเคราะห์แทนวัสดุสิ่งทอทดแทนสร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน” ซึ่งสามารถพัฒนาไปสู่การเป็นกระแสนิยมเพื่อการดำรงอยู่ในวิถีสันติแห่งชีวิตในอนาคต โดยแสดงออกถึงองค์ความรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) กรอบทิศทางการพัฒนาของโลกที่องค์การสหประชาชาติเป็นผู้กำหนด และการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพเพื่อตอบสนองโมเดลเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว หรือ Biology, Circular and Green (BCG) ยังถือเป็นกรณีศึกษาการวางรากฐานการพัฒนาการเพิ่มมูลค่าอุตสาหกรรมเป้าหมายด้วยการเสริมสร้างเศรษฐกิจให้เจริญเติบโตอย่างมีเสถียรภาพและสนับสนุนแรงงานศักยภาพสูงแห่งอนาคตในศตวรรษที่ 21 (Knowledge Worker) เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการยกระดับความสามารถในการแข่งขันหรือขยายโอกาสทางการค้าด้านธุรกิจเครื่องนุ่งห่มในเวทีโลก ดังผลสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบของแผนผังภาพที่ 1



**แผนผังภาพที่ 1** ผลสรุปองค์ความรู้ “การใช้ดินสั้งเคราะห์นวัตกรรมการสิงทอทดแทนสร้างสรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน”

### ข้อเสนอแนะ:

การประยุกต์กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเพื่อค้นพบวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติโดดเด่นของโครงการนี้ มีส่วนในการฟื้นฟูรากฐานการเจริญเติบโตของประเทศ เสริมสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการอนุรักษ์โดยคำนึงถึงการใช้สอยอย่างมีขีดจำกัดและจัดการต้นทุนทางธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคตอย่างเป็นธรรม นับเป็นการสร้างความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงอันเป็นที่มาของการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของทรัพยากรมนุษย์ที่ดี อาจกล่าวได้ว่าข้อเสนอแนะที่ได้ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากโครงการ ฯ แสดงศักยภาพและสนับสนุนต่อสรุปยุทธศาสตร์ที่ 5 การเสริมสร้างความมั่นคง

แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน ของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12<sup>11</sup> ที่มุ่งยกระดับการแข่งขันภาคการผลิตด้วยการนำนวัตกรรมงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์เพื่อพัฒนาสู่ฐานเศรษฐกิจใหม่ สำคัญอย่างยิ่ง คือ สามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบสินค้าแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันของประเทศได้อย่างยั่งยืน ด้วยเหตุผลที่ว่าวัสดุทดแทนสิ่งทอชนิดนี้เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ขับเคลื่อนการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมของการบริโภคผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มต้นจากกระบวนการการออกแบบจนถึงการผลิตสินค้าให้ได้มาตรฐานการผลิตด้วยเทคโนโลยีที่สะอาด การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิด

ประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจน ส่งเสริมให้ภาคธุรกิจลดการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ

ดังนั้น เครื่องนุ่งห่มของมนุษย์แห่งอนาคตสมควรแสดงศักยภาพในการบูรณาการความรู้ระหว่างปรัชญาสุนทรียศาสตร์กับนวัตกรรมก่อให้เกิดประสิทธิผลของการออกแบบวัสดุสิ่งทอทดแทนอันมีส่วนสำคัญต่อการเสริมสร้างความตระหนักถึงการอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างเกื้อกูลกับผู้อื่นรวมถึงธรรมชาติ นำพามนุษย์ไปสู่วิถีการดำรงชีวิตที่ปลอดภัย เป็นการเพิ่มคุณค่าของปัญหาการสร้างสรรค์ และการแสวงหาหรือปรารถนาในวิถีทางแห่งการตอบสนองความต้องการอันไปสู่ค่านิยมที่เรียกว่า “ความสุข” ย่อมเพิ่มพูนสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับวัสดุทดแทนสิ่งทอ ตลอดจนส่งเสริมให้มนุษย์รักษาวิถีสันติเป็นนิเวศวิทยา (Ecology) อย่างแท้จริงซึ่งมนุษยชาติสามารถนำเนื้อหาสาระดังกล่าวมาใช้เป็นแก่นแท้แห่งการมีชีวิต

### เอกสารอ้างอิง

1. William W, A guide through the district of the lakes in the north of England with a description of the scenery, & c. for the use of tourists and residents. (5th ed). UK: Hudson and Nicholson; 2018.
2. The World Counts. Tons of water used in cotton production [internet]. 2020 [cited 2020 March 15]. Available from: <https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/clothing/cotton-farming-water-consumption>.
3. บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด. โลฟสไตล์เปลี่ยนโลก [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 15 มีนาคม 2563]. เข้าถึงจาก : <https://gccircularliving.pttgcgroup.com/th/blogs/106/circular-fashion-series-1-ขยะจาก-fast-fashion>.
4. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Fitzpatrick Skin Type [internet]. 2017. [cited 2020 November 30]. Available from: [https://www.arpsa.gov.au/sites/default/files/legacy/pubs/RadiationProtection/FitzpatrickSkinType.pdf?acsf\\_files\\_redirect](https://www.arpsa.gov.au/sites/default/files/legacy/pubs/RadiationProtection/FitzpatrickSkinType.pdf?acsf_files_redirect).
5. Justyna MD, Monika Z, Beata K, Krzysztof F and Izabela S. Melanin-Like Pigment Synthesis by Soil Bacillus weihenstephanensis Isolates from Northeastern Poland”. Plos One [internet]. 2015. [cited 2019 November 11]. DOI:10.1371/journal.pone.0125428
6. Cecilia C. Bioplastics made from upcycled food waste. Prospects for their use in the field of design. The Design Journal. 2017; 20: sup1: 1596s-1610s; DOI: 10.1080/14606925.2017.1352684.
7. Japanese Industrial Standards. มาตรฐานด้านอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2563]. เข้าถึงจาก :

<https://www.sankyoalumithailand.com>

8. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 15 มีนาคม 2563]. เข้าถึงจาก : [https://www.nesdc.go.th/ewt\\_w3c/main.php?filename=develop\\_issue](https://www.nesdc.go.th/ewt_w3c/main.php?filename=develop_issue)
9. ยุทธศาสตร์การพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12. การพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 15 มีนาคม 2563]. เข้าถึงจาก : <https://www.nstda.or.th/th/nstda-knowledge/12251-st-research-innovation-development-strategy-in-national-economic-social-development-plan-12>
10. สรุปรายยุทธศาสตร์ที่ 5 การเสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน ของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12. ยุทธศาสตร์ที่ 5 การเสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 15 มีนาคม 2563]. เข้าถึงจาก : <https://www.nstda.or.th/th/nstda-knowledge/11428-strategy-5>.