



หน้า 1 ของจำนวน 10 หน้า

## รายละเอียดการประดิษฐ์

### ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษ

### สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

5           สาขาโพลิเมอร์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการตกแต่งผ้าจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย

### ภูมิหลังของศิลปะวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

10           ผลิตภัณฑ์สิ่งทอใช้ในบ้านเรือน หรือเคหะสิ่งทอ (home textiles) เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ใช้ตกแต่งอาคารบ้านเรือนที่พักอาศัย เช่น ผ้าปูที่นอน หมอน ผ้าคลุมเตียง ผ้าม่าน ผ้าปูโต๊ะ ผ้าปูเฟอร์นิเจอร์ ปรมปูพื้น เป็นต้น ซึ่งนอกจากการออกแบบลวดลาย สีสนของผลิตภัณฑ์เคหะสิ่งทอให้มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้ซื้อแล้ว ยังต้องมีการคำนึงถึงปัจจัยในด้านต่างๆ ได้แก่ ชนิดและขนาดของเส้นใยที่ใช้ โครงสร้างผ้า และสมบัติพิเศษอื่นๆ อีก เช่น สมบัติในการกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น

15           เส้นใยธรรมชาติ (natural fibers) ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ เช่น ได้แก่ ฝ้าย (cotton) กัญชง (hemp) แฟลกซ์ (flax) ป่าน (ramie) ปอกระเจา (kenaf) ปอแก้ว (jute) เฮมพ์ (hemp) จัดว่าเป็นเส้นใยที่มีการนำมาใช้ประโยชน์กันหลากหลายตั้งแต่อดีต โดยเฉพาะเส้นใยเฮมพ์ ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่โดดเด่น คือมีความแข็งแรง ทนทาน ระบายความอับชื้นได้ดี สามารถป้องกันรังสียูวีได้ ทำให้มีการนำเฮมพ์ไปใช้ผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ในบ้านเรือน เช่น เสื้อ กางเกง รองเท้า ผ้าพันคอ ผ้าม่าน ผ้าปูโต๊ะ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

20           ปัจจุบันการตกแต่งผ้าให้มีสมบัติกันน้ำหรือสะท้อนน้ำนั้น มีด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ การใช้พลาสติกปรับเปลี่ยนพื้นผิวของเส้นใย และการเคลือบผิวของเส้นใยด้วยสารเคมีที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic compounds) ได้แก่ สารกลุ่มไฮโดรคาร์บอน เช่น พาราฟินแวกซ์ (paraffin waxes) สารกลุ่มซิลิโคน (silicones) เช่น พอลิซิลอกเซน (polysiloxanes) และสารกลุ่มฟลูออโรเคมีคอล (fluorochemicals) เช่น โคลิโพลิเมอร์ของ perfluoroacrylate, methacrylate, urethane เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้

25           จะช่วยลดแรงตึงผิว (surface tension) ของเส้นใยให้มีค่าต่ำกว่าค่าแรงตึงผิวของน้ำ ที่มีค่าเท่ากับ 72

dynes/cm นอกจากนี้ความสามารถในการกันน้ำยังขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใย ขนาดรูปร่าง และโครงสร้างของผ้าด้วย

Xu *et al.* ใน Superhydrophobic Cotton Fabrics Prepared by One-step Water-based Sol-gel Coating ได้ทำการเตรียมซิลิกาไฮโดรโซล (silica hydrosol) จากปฏิกิริยาโคไฮโดรไลซิส/โคคอนเดนเซชัน (co-hydrolysis/co-condensation) ของสาร methyl trimethoxy silane และ hexadecyltrimethoxysilane ซึ่งสามารถนำไปใช้เคลือบบนผ้าฝ้ายที่มีสมบัติไม่ชอบน้ำ ที่มีค่า water contact angle ที่ 151.9° สำหรับหยดน้ำขนาด 5 ไมโครลิตร ( $\mu\text{L}$ )

Ferrero *et al.* ใน Water and Oil-repellent Coatings of Perfluoro-polyacrylate Resins on Cotton Fibers: UV Curing in Comparison with Thermal Polymerization ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้รังสี UV ในการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยสาร perfluoro-alkyl-polyacrylate resins ซึ่งพบว่าสามารถทำให้ผ้ามีสมบัติกันน้ำและน้ำมันได้ใกล้เคียงกับวิธีการใช้ความร้อน โดยให้ค่า water contact angles มากกว่า 127° และ oil contact angle มากกว่า 118° ที่ %add-on ของเรซินเพียง 3%

หน้าที่หลักของสารหน่วงไฟที่ใช้ในการตกแต่งผ้า คือช่วยลดความร้อนหรือลดปริมาณของสารระเหยติดไฟที่เกิดขึ้น โดยการไปปรับเปลี่ยนกระบวนการสลายตัวด้วยความร้อน ทำให้เกิดปริมาณสารที่ระเหยง่ายลดน้อยลง แต่มีปริมาณชาร์ (char) เพิ่มมากขึ้น หรืออาจไปทำการแยกเอาเปลวไฟออกจากอากาศทำให้การเผาไหม้หยุดชะงักลง ตัวอย่างของสารหน่วงไฟที่นิยมใช้ในการตกแต่งผ้า คือ กลุ่มของสารประกอบออร์กาโนฟอสฟอรัส (organophosphorus compounds) ที่นับว่ามีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสารกลุ่มฮาโลเจน (halogen compounds) ที่อาจก่อให้เกิดก๊าซพิษที่เป็นอันตรายเมื่อมีการเผาไหม้เกิดขึ้น ปัจจุบันได้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนาการตกแต่งสารหน่วงไฟโดยเปลี่ยนจากการเคลือบมาเป็นการทำปฏิกิริยาเพื่อยึดเกาะสารหน่วงไฟ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีหมู่ของฟอสฟอรัสไว้กับหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) ของโครงสร้างเซลลูโลสในเส้นใยของผ้าเพื่อเพิ่มอายุการใช้งาน เช่น สารหน่วงไฟ N-methylol dialkyl phosphonopropionamide ซึ่งมีชื่อทางการค้าคือ Pyrovatex CP ซึ่งเป็นสารหน่วงไฟที่ใช้กันแพร่หลายสำหรับผ้าฝ้าย นอกจากนี้ยังมีสารพวก Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride (THPC) ซึ่งมีชื่อทางการค้าว่า ProbanCC โดยสาร Pyrovatex CP มักใช้กันทั่วไปในผ้าฝ้าย ในขณะที่ ProbanCC ซึ่งให้ความคงทนที่ดีกว่าจะใช้กับผ้าปูเตียงในสถานพยาบาล

Yang and Wu ใน Combination of A Hydroxylalkyl-Functional Organophorus Oligomer and A Multifunctional Carboxylic Acid As A Flame Retardant Finishing System for Cotton: Part I. The Chemical Reactions พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสในผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วย Pyrovatex CP ลดลงภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้องและภายหลังการอบไอน้ำมาเชื้อ สาเหตุอาจเกิดจากการแตกตัวของกลุ่ม methyl

ester ของ N-methylol dialkyl phosphonopropionamide (MDPPA) โดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ทำให้เกิดกลุ่ม  $-H_2CPO(OH)_2$  ซึ่งมีความเป็นกรด และทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสต่อไปอีก และทำให้เกิดการแตกของพันธะระหว่าง MDPPA และเซลลูโลสในเส้นใย นอกจากนี้ยังพบว่าการปล่อยสารจำพวกฟอสฟอรัสเป็นจำนวนมากจากสารจำพวก N-methylol เหล่านี้

Nakanishi *et. al.* ใน Durable Flame-retardant Finished Cotton Fabrics Characterized by Thermal Degradation Behaviors ศึกษาประสิทธิภาพของสารหน่วงไฟบนผ้าฝ้าย โดยเปรียบเทียบระหว่างสารหน่วงไฟ Pyrovatex CP และ Tetrakis hydroxymethyl phosphonium sulfate (THPS) ที่เป็นแบบมอนอเมอร์ และที่เป็นแบบเป็นสารประกอบอยู่กับยูเรีย (Proban) จากการเปรียบเทียบพบว่าทั้งสามระบบมีสมบัติการหน่วงไฟที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ความแข็งแรง (tensile strength) ภายหลังจากตกแต่งพบว่าระบบที่มีการยัดบนผ้าด้วยความร้อน (thermofixed) คือ THPS มอนอเมอร์และ Pyrovatex CP มีค่าความแข็งแรงลดลงประมาณ 10% และ 20% ตามลำดับ ระบบ THPS ที่ใช้ร่วมกับ Proban จะมีสมบัติโดยรวมที่ดีกว่า อย่างไรก็ตามในด้านความสะดวกของการใช้ในระบบที่มีขนาดใหญ่ในเชิงอุตสาหกรรม สองระบบแรกจะง่ายกว่าระบบของ Proban ซึ่งต้องมีการใช้ก๊าซแอมโมเนียภายใต้ความดันในกระบวนการตกแต่ง

การตกแต่งสิ่งทอให้มีสมบัติด้านเชื้อแบคทีเรีย โดยส่วนใหญ่จะใช้สารประกอบออกไซด์ของโลหะที่มีขนาดอนุภาคระดับนาโน ได้แก่ ซิลเวอร์ออกไซด์ (silver oxide,  $Ag_2O$ ) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide,  $TiO_2$ ) และสังกะสีออกไซด์ (zinc oxide,  $ZnO$ ) ในการตกแต่งลงบนผ้า โดยวิธีการจุ่มอัด (padding) หรือพ่นเคลือบ (spray coating) ทำให้สามารถด้านหรือฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้หลากหลายชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Pneumococcus sp.*, *Escherichia coli* เป็นต้น หรือโดยอาศัยความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (photocatalytic activity) ของสารไทเทเนียมไดออกไซด์ และสังกะสีออกไซด์ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงในช่วงพลังงานที่เหมาะสม (ที่ความยาวคลื่นสั้นกว่า 387.5 และ 368 นาโนเมตร สำหรับไทเทเนียมไดออกไซด์ และสังกะสีออกไซด์ ตามลำดับ) จะทำให้เกิดอนุภาคของซูเปอร์ออกไซด์ไอออน (superoxide ions,  $O_2^-$ ) และไฮดรอกซิลแรดิคัล (hydroxyl radicals,  $OH^-$ ) ที่จะทำการย่อยสลายสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น ไขมัน กรดไขมัน กลิ่นเหม็นให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ นอกจากนี้สารเหล่านี้ยังมีสมบัติในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตอีกด้วย

Subash *et al.* ใน Preparation, Characterization, and Functional Analysis of Zinc Oxide Nanoparticle-coated Cotton Fabric for Antibacterial Efficacy เตรียมอนุภาคนาโนสังกะสีออกไซด์ (zinc oxide nanoparticles) จากแป้งที่ละลาย (soluble starch) ที่ทำหน้าที่เป็น stabilizing agent ซึ่งใช้ในเตร็ด

(zinc nitrate) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งพบว่าเมื่อเคลือบผ้าฝ้ายด้วยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เตรียมขึ้นที่ 2% แล้วผ้าฝ้ายสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ได้ถึง 99.9% และ 80% ตามลำดับ แต่เมื่อทำการซักผ้า 5 ครั้งแล้วความสามารถในการต้านเชื้อจะลดลงเป็น 98% และ 75%

5 Khoddami *et al.* ใน Simultaneous Application of Silver Nanoparticles with Different Crease Resistant Finishes ใช้อนุภาคนาโนของซิลเวอร์ (silver nanoparticles) ร่วมกับสารเรซินกันยับเชิงการค้า Fixapret ECO และ Cellofix ME ในการตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยวิธีจุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry method) ซึ่งพบว่าสารเรซินจะช่วยทำให้อนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เกาะอยู่บนผ้าทนต่อการซักล้าง ไม่หลุดออกง่าย แต่  
10 ขณะเดียวกันก็อาจไปสกัดกั้นการสัมผัสระหว่างอนุภาคนาโนซิลเวอร์และแบคทีเรียส่งผลให้สมบัติการต้านทานเชื้อแบคทีเรียลดลง

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษ ได้แก่ สมบัติในการกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเส้นใยธรรมชาติดังกล่าว ได้แก่ เส้นใยที่มีเซลลูโลส เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ฝ้าย (cotton) กัญชง (hemp) เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทอผ้าจากเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีธรรมชาติหรือสีเคมี ขั้นตอนการตกแต่งผ้าด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรีย  
15 ขั้นตอนการตกแต่งผ้าด้วยสารกันน้ำและหน่วงไฟ โดยใช้กระบวนการจุ่มอัด-อบแห้ง-ผึ่ง (pad-dry-cure process)

### ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษ ได้แก่ สมบัติในการกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเส้นใยธรรมชาติดังกล่าว ได้แก่ เส้นใยที่มี เซลลูโลส เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ฝ้าย (cotton) กัญชง (hemp) แฟลกซ์ (flax) ป่าน (ramie) ปอกระเจา (kenaf) ปอแก้ว (jute) เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทอผ้าจากเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีธรรมชาติ

5 (kenaf) ปอแก้ว (jute) เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทอผ้าจากเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีธรรมชาติ

เนดสีแดงจากครั่ง เนดสีเหลืองทองจากดอกดาวเรือง เนดสีเหลืองจากเปลือกต้นมะพูด เนดสีน้ำตาลจาก

เปลือกต้นสะเดา หรือย้อมด้วยสีเคมี ขั้นตอนการตกแต่งผ้าด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นผลิตภัณฑ์ของ

สารอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide nanoparticles) มีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 20-23 นาโนเมตร

(nm) และขั้นตอนการตกแต่งผ้าด้วยสารกันน้ำที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสารประกอบฟลูออโรคาร์บอนประจุ

10 บวก (cationic fluorocarbon compound) และสารหน่วงไฟที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสารประกอบอินทรีย์ของ

เกลือฟอสฟอรัส (organic phosphorous salt compound) โดยใช้กระบวนการจุ่มอัด-อบแห้ง-ผึ่ง (pad-dry-cure process)

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์นี้เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้เหมาะสม

กับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เคหะสิ่งทอ (home textiles) เช่น ผ้าปูเฟอร์นิเจอร์ ผ้าปูโต๊ะ ที่รองจาน

15 ผ้าคาดโต๊ะ ผ้าคาดเตียง เป็นต้น ที่ต้องการสมบัติในการกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งจะช่วยให้

ทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

### การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษ ได้แก่ สมบัติในการกันน้ำ หน่วง

ไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ประกอบด้วยขั้นตอน คือ

20 ก. การทอผ้าจากเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีธรรมชาติหรือสีเคมี ประกอบด้วยขั้นตอน คือ

- การนำเส้นด้ายจากเส้นใยธรรมชาติที่มีเซลลูโลส เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ฝ้าย กัญชง แฟลกซ์

ป่าน ปอกระเจา ปอแก้ว เป็นต้น มาต้มทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก (scouring) และในบางกรณี

อาจทำการฟอกขาว (bleaching) ด้วย

- การย้อมสีเส้นด้ายด้วยสีธรรมชาติ เป็นการย้อมเส้นด้ายด้วยสารละลายสีย้อมจากวัตถุดิบ

25 ธรรมชาติ ได้แก่ ครั่ง ดอกดาวเรือง เปลือกต้นมะพูด เปลือกต้นสะเดา เป็นต้น โดยทำการแช่เส้นด้ายใน

เครื่องย้อมแบบแพคแกจ (package dyeing machine) หรือเครื่องย้อมแบบแฮงค์ (hank dyeing machine)

และให้ความร้อนกับสารละลายสีย้อมที่อุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 60

นาที่ โดยมีอัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารละลายสีย้อมธรรมชาติต่อเส้นด้ายเท่ากับ 10 ต่อ 1 ถึง 30 ต่อ 1 หลังจากนั้นทำการปล่อยสารละลายสีย้อมออกจากเครื่องย้อม ล้างเส้นด้ายด้วยน้ำ และตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หรืออบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 100-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30-60 นาที ซึ่งสารละลายสีย้อมธรรมชาติตามการประดิษฐ์นี้ได้จากการสกัดสีย้อมจากวัตถุดิบจากธรรมชาติ เช่น ครั่ง ดิบ ดอกดาวเรืองอบแห้ง เปลือกต้นมะพูด เปลือกต้นสะเดา เป็นต้น โดยทำการต้มวัตถุดิบในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง โดยมีอัตราส่วนโดยน้ำหนักของวัตถุดิบต่อน้ำอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 10 ถึง 1 ต่อ 20 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วทำการกรองเพื่อแยกเอาวัตถุดิบที่เหลืออยู่ออกจากสารละลายสีย้อมที่ได้

- การย้อมสีเส้นด้ายด้วยสีเคมี เป็นการย้อมเส้นด้ายด้วยสีเคมีในกลุ่มของสีรีแอคทีฟ โดยทำการแช่เส้นด้ายในเครื่องย้อมแบบแพคแกจ หรือเครื่องย้อมแบบแรงค์ เริ่มจากการเตรียมน้ำสีย้อมที่ประกอบด้วยสีเคมีปริมาณ 0.5-3%owf (ปริมาณของสีที่ใช้คิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเส้นด้าย) และใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารละลายสีย้อมต่อเส้นด้ายเท่ากับ 10 ต่อ 1 ถึง 30 ต่อ 1 ทำการย้อมโดยเพิ่มอุณหภูมิของน้ำสีย้อมไปที่ 40 องศาเซลเซียส เติมนิกเกิลโซเดียมซัลเฟต ปริมาณ 20-50 กรัมต่อลิตร ลงไป กวนให้ละลาย จากนั้นใส่เส้นด้ายลงไป เพิ่มอุณหภูมิไปที่ 60 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 10 นาที เติมนิกเกิลโซเดียมปริมาณ 10-20 กรัมต่อลิตร กวนให้ละลาย และทำการย้อมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่ออีก 60 นาที ล้างเส้นด้ายย้อมสีที่ได้ในน้ำ แล้วนำมาต้มในสารละลายสบู่เข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิประมาณ 95-100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ล้างให้สะอาดด้วยน้ำจนไม่มีสีหลุดออกจากเส้นด้าย บิดพอหมาด และตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หรืออบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 100-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30-60 นาที

**ข. การตกแต่งผ้าด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรีย** เป็นการตกแต่งผ้าทอที่ได้ด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ โดยมีขั้นตอน คือ นำชิ้นผ้าตัวอย่างมาจุ่มในสารผสมซึ่งประกอบด้วยสารอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ ที่มีขนาด 20-23 นาโนเมตร เข้มข้น 150,000 ppm โดยน้ำหนัก ปริมาณ 20-40 กรัมต่อลิตร (3000-6000 ppm) และสารช่วยยึดติด (binder) ปริมาณ 2 กรัมต่อลิตร จากนั้นปั่นอัดผ้าผ่านลูกกลิ้งของเครื่องจุ่มอัด (padding mangles) ที่ 80%wpu (wet pick up) โดยประมาณ ทำการอบแห้ง (drying) ผ้าในตู้อบ (mini-dryer) ที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส นาน 2-5 นาที และผึ่งด้วยความร้อน (curing) ในตู้อบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1-2 นาที

**ค. การตกแต่งผ้าด้วยสารกันน้ำและสารหน่วงไฟ** เป็นการตกแต่งผ้าทอที่ได้ด้วยสารกันน้ำที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสารประกอบฟลูออโรคาร์บอนประจุบวก และสารหน่วงไฟที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสารประกอบอินทรีย์ของเกลือฟอสฟอรัส โดยมีขั้นตอน คือ นำชิ้นผ้าตัวอย่างมาจุ่มในสารผสมซึ่งประกอบด้วย นำชิ้นผ้าตัวอย่างที่เตรียมไว้มาจุ่มในสารละลายที่ประกอบด้วยสารกันน้ำ ปริมาณ 20-50

กรัมต่อลิตร สารหน่วงไฟ ปริมาณ 200-400 กรัมต่อลิตร และสารช่วยเปียก (wetting agent) ปริมาณ 1-3 กรัมต่อลิตร จากนั้นบีบอัดผ้าผ่านลูกกลิ้งของเครื่องจุ่มอัดที่ 80%wpu โดยประมาณ ทำการอบแห้งผ้าในตู้อบที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส นาน 2-5 นาที และผึ่งด้วยความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1-2 นาที

#### 5 จ. การทดสอบสมบัติของผ้าพิมพ์

ทำการทดสอบสมบัติของผ้าทอที่ได้ก่อนและหลังการตกแต่งให้มีสมบัติกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ดังนี้

- สมบัติในการกันน้ำ มาตรฐาน AATCC Test Method 22 (Water Repellency: Spray test)
- สมบัติในการดูดซึมน้ำ มาตรฐาน AATCC Test Method 79 (Absorbency of textiles)
- 10 - สมบัติในการหน่วงไฟ มาตรฐาน ASTM Test Method D1230 (Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles)
- สมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย มาตรฐาน AATCC Test Method 100 (Antibacterial Finishes on Textile Materials: Assessment of)

#### ตัวอย่างที่ 1 การเตรียมผ้าทอจากเส้นด้ายเฮมพ์ให้มีสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรีย

15 นำชิ้นผ้าตัวอย่างมาจุ่มในสารผสมซึ่งประกอบด้วยสารอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ เข้มข้น 150,000 ppm โดยน้ำหนัก) ปริมาณ 40 กรัมต่อลิตร (6000 ppm) และสารช่วยยึดติด ปริมาณ 2 กรัมต่อลิตร บีบอัดผ้าผ่านลูกกลิ้งของเครื่องจุ่มอัดที่ 80%wpu โดยประมาณ ทำการอบแห้งผ้าในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที และผึ่งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที

ผลการทดสอบสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย พบว่า ผ้าที่ได้หลังการตกแต่งด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรียสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียชนิด *Staphylococcus aureus* ได้ประมาณ 63.15-65.68%

#### ตัวอย่างที่ 2 การเตรียมผ้าทอจากเส้นด้ายเฮมพ์ให้มีสมบัติกันน้ำและหน่วงไฟ

25 นำชิ้นผ้าตัวอย่างมาจุ่มในสารผสมซึ่งประกอบด้วยสารกันน้ำ ปริมาณ 35 กรัมต่อลิตร สารหน่วงไฟ ปริมาณ 300 กรัมต่อลิตร และสารช่วยเปียก ปริมาณ 3 กรัมต่อลิตร บีบอัดผ้าผ่านลูกกลิ้งของเครื่องจุ่มอัดที่ 80%wpu โดยประมาณ ทำการอบแห้งผ้าในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที และผึ่งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที

ผลการทดสอบสมบัติในการกันน้ำ (มาตรฐาน AATCC Test Method 22) พบว่า ผ้าที่ได้  
 หลังการตกแต่งมีค่าการต้านการเปียกน้ำอยู่ในระดับ AATCC 80 คือ ผิวผ้านั้นบนเปียกเฉพาะบริเวณที่  
 ถูกน้ำฝน เมื่อเปรียบเทียบกับผีก่อนการตกแต่ง ที่ให้ค่าการต้านการเปียกน้ำอยู่ในระดับ AATCC 0 คือ  
 ผิวผ้านั้นบนและด้านล่างเปียกทั้งหมด ส่วนผลการทดสอบสมบัติในการดูดซึมน้ำ (มาตรฐาน AATCC  
 5 Test Method 79) พบว่า หยดน้ำสามารถซึมลงไปบนผีก่อนการตกแต่งได้อย่างรวดเร็ว ที่เวลาน้อยกว่า 1  
 วินาที (wetting time) ส่วนผ้าที่ผ่านการตกแต่ง หยดน้ำไม่สามารถซึมผ่านลงบนผ้าเมื่อเวลาผ่านไปกว่า 30  
 นาที

ผลการทดสอบสมบัติในการหน่วงไฟ พบว่า ผ้าที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง เมื่อนำมาจุดไฟจะติดไฟ  
 ทันที เมื่อนำแหล่งต้นไฟออกหลังจากสัมผัสกับผ้าเป็นเวลา 15 วินาที และเกิดการลุกลามของเปลวไฟ  
 10 อย่างรวดเร็วด้วยอัตรา 0.09-0.29 ซม./วินาที และผ้าจะถูกเผาไหม้จนหมดเหลือแต่ขี้เถ้า สำหรับผ้าที่ผ่าน  
 การตกแต่งจะไม่เกิดการลุกลามของเปลวไฟ แต่เกิดการคุแฉงบริเวณที่เปลวไฟสัมผัส และดับเองในที่สุด

**ตัวอย่างที่ 3** การเตรียมผ้าทอจากเส้นด้ายแฮมฟ้าให้มีสมบัติกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย

นำชิ้นผ้าตัวอย่างมาตกแต่งด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรีย ตามวิธีการในตัวอย่างที่ 1 ต่อจากนั้นนำผ้า  
 มาตกแต่งต่อด้วยกันน้ำและหน่วงไฟ ตามวิธีการในตัวอย่างที่ 2

15 จากการทดสอบสมบัติในการกันน้ำและหน่วงไฟ พบว่า ให้ผลเช่นเดียวกับผ้าของตัวอย่างที่ 2 แต่  
 ให้ผลการทดสอบสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรียดีขึ้น คือสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียชนิด  
*Staphylococcus aureus* ได้สูงถึง 99.99%

**วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด**

20 เหมือนกับที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

**การใช้การประดิษฐ์ในการผลิตทางอุตสาหกรรม หัตถกรรม เกษตรกรรม หรือพาณิชยกรรม**

อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และเกษตรกรรม

### ข้อถ้อยสิทธิ

1. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษ ที่ประกอบด้วยขั้นตอน คือ

ก. การทอผ้าจากเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีธรรมชาติหรือสีเคมี ที่ประกอบด้วยขั้นตอน คือ

- 5 - การแช่เส้นด้ายในเครื่องย้อมแบบแพคแกจ หรือเครื่องย้อมแบบแสงค์ และให้ความร้อนกับสารละลายสีย้อมธรรมชาติที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที
- การปล่อยสารละลายสีย้อมดังกล่าวออกจากเครื่องย้อม แล้วล้างเส้นด้ายด้วยน้ำ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หรือที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที
- การเตรียมสารละลายสีย้อมเคมีในเครื่องย้อมแบบแพคแกจ หรือเครื่องย้อมแบบแสงค์ และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส
- 10 - การเติมเกลือโซเดียมซัลเฟต 20-50 กรัมต่อลิตร กวนให้ละลาย
- การแช่เส้นด้าย ในเครื่องย้อม และเพิ่มอุณหภูมิไปที่ 60 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 10 นาที
- การเติมโซดาแอช 10-20 กรัมต่อลิตร กวนให้ละลาย และทำการย้อมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที
- 15 - การปล่อยสารละลายสีย้อมดังกล่าวออกจากเครื่องย้อม ล้างเส้นด้ายด้วยน้ำ แล้วต้มในสารละลายสบู่เข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ล้างด้วยน้ำ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หรือที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที
- ข. การตกแต่งผ้าด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรีย
- การจุ่มอัดผ้าในสารผสมที่ประกอบด้วยสารต้านเชื้อแบคทีเรีย และสารช่วยยัดติด ในเครื่องจุ่มอัด
- 20 - การอบแห้งผ้าที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส นาน 2-5 นาที และผนึกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1-2 นาที ในตู้อบ
- ค. การตกแต่งผ้าด้วยสารกันน้ำและสารหน่วงไฟ
- การจุ่มอัดผ้าในสารผสมที่ประกอบด้วยสารกันน้ำ สารหน่วงไฟ และสารช่วยเปียก ในเครื่องจุ่มอัด

## หน้า 10 ของจำนวน 10 หน้า

- การอบแห้งผ้าที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส นาน 2-5 นาที และผึ่งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1-2 นาที ในตู้อบ

2. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งเส้นใยธรรมชาติดังกล่าวประกอบด้วยเส้นใยเซลลูโลส และเส้นใยโปรตีน

5 3. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งสีย้อมธรรมชาติจากวัตถุดิบสีธรรมชาติดังกล่าวอย่างน้อยหนึ่งชนิดที่เลือกได้จาก ครั่งดิบ ดอกดาวเรืองอบแห้ง เปลือกต้นมะขาม เปลือกต้นสะเดา

4. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งสีย้อมเคมีดังกล่าวจากสีย้อมเคมีกลุ่มสีย้อมแอซิก

10 5. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งสารผสมสำหรับตกแต่งด้านเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวที่มีปริมาณสารด้านเชื้อแบคทีเรีย 20-40 กรัมต่อลิตร และสารช่วยยึดติด 20 กรัมต่อลิตร

6. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งสารด้านเชื้อแบคทีเรียดังกล่าว คือ ผลิตภัณฑ์อนุภาคนาโนซึ่งค่อออกไซด์ ที่มีขนาด 20-23 นาโนเมตร

15 7. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งสารผสมสำหรับตกแต่งกันน้ำและหน่วงไฟดังกล่าวที่มีปริมาณสารกันน้ำ 20-50 กรัมต่อลิตร สารหน่วงไฟ 200-400 กรัมต่อลิตร และสารช่วยเปียก 1-3 กรัมต่อลิตร

8. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งสารกันน้ำดังกล่าว คือ ผลิตภัณฑ์ของสารประกอบฟลูออโรคาร์บอนประเภท

20 9. กรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ซึ่งสารหน่วงไฟดังกล่าว คือ ผลิตภัณฑ์ของสารประกอบอินทรีย์ของเกลือฟอสฟอรัส

หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า

### บทสรุปการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการเตรียมผ้าทอจากเส้นใยธรรมชาติให้มีสมบัติพิเศษ ได้แก่ สมบัติในการกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเส้นใยธรรมชาติดังกล่าว ได้แก่ เส้นใยที่มี เซลลูโลส เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ฝ้าย (cotton) กัญชง (hemp) แฟลกซ์ (flax) ป่าน (ramie) ปอกระเจา (kenaf) ปอแก้ว (jute) เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทอผ้าจากเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีธรรมชาติ จากครั่ง ดอกดาวเรือง เปลือกต้นมะขาม เปลือกต้นสะเดา หรือย้อมด้วยสีเคมี ขั้นตอนการตกแต่งผ้าด้วย สารต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสารอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide nanoparticles) และ ขั้นตอนการตกแต่งผ้าด้วยสารกันน้ำที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสารประกอบฟลูออโรคาร์บอนประจุบวก (cationic fluorocarbon compound) และสารหน่วงไฟที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสารประกอบอินทรีย์ของเกลือ ฟอสฟอรัส (organic phosphorous salt compound) โดยใช้กระบวนการจุ่มอัด-อบแห้ง-ผึ่ง (pad-dry-cure process)

## ส่วนบริหารโครงการ

**1. ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยเปรียบเทียบกับผลงานวิจัย**

| วัตถุประสงค์                                                               | กิจกรรมวิจัย                                                                                                                                                                                                                      | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) พัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเฮมพ์ให้มีคุณสมบัติพิเศษ                         | 1) การจัดซื้อเส้นด้ายเฮมพ์และทำความสะอาด<br>2) การย้อมสีเส้นด้ายพุ่งด้วยสีธรรมชาติและสีเคมี<br>3) การออกแบบลวดลายและโครงสร้างของผ้า และขึ้นทอ<br>4) การตกแต่งผ้าให้มีสมบัติกันน้ำ หน่วงไฟ ด้านเชื้อแบคทีเรีย และทดสอบสมบัติที่ได้ | ได้ผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายเฮมพ์โรงงานเป็นเส้นยืน และเส้นด้ายเฮมพ์ของชาวเขาย้อมสีเคมีและสีธรรมชาติจากครั่ง ดอกดาวเรือง เปลือกต้นมะพูด และเปลือกต้นสะเดาเป็นเส้นพุ่ง ที่มีสมบัติกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรียสำหรับทำเป็นผ้าคาดเตียง ผ้าคาดโต๊ะ ที่รองจาน และที่รองแก้ว |
| 2) ถ่ายทอดเทคนิคและวิธีการทำเส้นใยเฮมพ์คุณสมบัติพิเศษ                      | จัดการอบรมถ่ายทอดเทคนิคและวิธีการทำเส้นใยเฮมพ์คุณสมบัติพิเศษกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ให้กับบุคลากรของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง                                                                                    | บุคลากรสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง ที่มีความรู้และทักษะในกระบวนการทำให้ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเฮมพ์มีคุณสมบัติกันน้ำ หน่วงไฟ และต้านเชื้อแบคทีเรีย                                                                                                                          |
| 4) จัดทำคู่มือและวิดิทัศน์ พัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเฮมพ์ให้มีคุณสมบัติพิเศษ | รวบรวมข้อมูลกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเฮมพ์ให้มีคุณสมบัติพิเศษลงในคู่มือและถ่ายทำวิดิทัศน์                                                                                                                                  | คู่มือและวิดิทัศน์ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเฮมพ์ให้มีคุณสมบัติพิเศษ                                                                                                                                                                                              |

## 2. รายงานการเงิน

สัญญาเลขที่ 20/2556

โครงการ การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเซมพ์ให้มีคุณสมบัติพิเศษ

รายงานสรุปการเงินในรอบ 9 เดือน

ชื่อหัวหน้าโครงการ นายมณฑล นาคปทุม

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 24 เดือน ธันวาคม พ.ศ.2555 ถึง วันที่ 19 เดือน กันยายน พ.ศ. 2556

| รายการ              | รายจ่ายสะสม<br>จากรายงาน<br>ครั้งก่อน | ค่าใช้จ่ายงวด<br>ปัจจุบัน | รวมรายจ่าย<br>สะสมจนถึงงวด<br>ปัจจุบัน | งบประมาณที่ตั้ง<br>ไว้<br>(รวมสะสมจนถึง<br>ปัจจุบัน) | คงเหลือ<br>(หรือเกิน) |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. งบบุคลากร        | 48,000.00                             | 6,000.00                  | 54,000.00                              | 54,000.00                                            | 0.00                  |
| 2. งบดำเนินงาน      | 179,696.67                            | 50,700.00                 | 230,396.67                             | 366,000.00                                           | 135,603.33            |
| 3. ค่าใช้จ่ายอื่น   | -                                     | -                         | -                                      | -                                                    | -                     |
| 4. งบลงทุน          | -                                     | -                         | -                                      | -                                                    | -                     |
| 5. ค่าบริการโครงการ | -                                     | 30,000.00                 | 30,000.00                              | 30,000.00                                            | 0.00                  |
| รวม (บาท)           | 227,696.67                            | 86,700.00                 | 314,396.67                             | 450,000.00                                           | 135,603.33            |

### จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

#### จำนวนเงินที่ได้รับ

|          |                    |                                        |
|----------|--------------------|----------------------------------------|
| งวดที่ 1 | 63,084.11 บาท      | เมื่อวันที่ 22 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2556  |
| งวดที่ 2 | 147,197.12 บาท     | เมื่อวันที่ 23 เดือน เมษายน พ.ศ. 2556  |
| งวดที่ 3 | 105,140.19 บาท     | เมื่อวันที่ 20 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2556 |
| รวม      | 315,421.42 บาท (A) |                                        |

#### จำนวนเงินที่จ่าย

|            |                    |
|------------|--------------------|
| งวดที่ 1   | 12,084.00 บาท      |
| งวดที่ 2   | 95,308.16 บาท      |
| งวดที่ 3-4 | 207,004.51 บาท     |
| รวม        | 314,396.67 บาท (B) |

จำนวนเงินคงเหลือ (A-B) 1,024.75 บาท

  
.....

ดวงใจ รักษมณี  
(เจ้าหน้าที่การเงิน)

  
.....

มณฑล นาคปทุม  
(หัวหน้าโครงการวิจัย)