

การศึกษาการเพิ่มสมบัติหน่วงไฟผ้าฝ้าย้อมครามธรรมชาติ
สำหรับวิสาหกิจชุมชนทอผ้าย้อมคราม
The Study of Adding Fire Retardant Property in Natural Indigo
Dye Fabric for Indigo Dyeing Community Enterprise

รชต บุญยะยุต¹, รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง² และพรกมล สาข้อง³

Rachata Boonyayut¹, Ratsamee Sangsirimongkolying² and Pornkamon Sakong³

¹หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹Doctor of Philosophy Program, Technology Management, Phranakhon Rajabhat University

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

²Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

³Faculty of Science and Technology, Sakol nakorn Rajabhat University

Received: November 12, 2018

Revised: January 9, 2019

Accepted: January 11, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มสมบัติหน่วงไฟให้กับผ้าฝ้าย้อมครามธรรมชาติสำหรับวิสาหกิจชุมชนทอผ้าย้อมคราม บ้านดอนกอย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (1) การคัดเลือกวัตถุดิบ (2) การสกัดโคโตซานจากเกล็ดปลานิล (3) การเพิ่มสมบัติหน่วงไฟให้กับผ้าฝ้าย้อมคราม (4) การทดสอบสมบัติหน่วงไฟ และ (5) การวิเคราะห์ต้นทุน พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าปริมาณออกซิเจนที่น้อยที่สุดที่ช่วยในการติดไฟ (Limiting Oxygen Index--LOI) มาตรฐาน ASTM-D2863 ผลการวิจัยพบว่า (1) วัตถุดิบที่เหมาะสมในการสกัด โคโตซานได้แก่ เกล็ดปลานิล ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่น มีปริมาณมากและหาง่าย (2) การสกัดโคโตซานจากเกล็ดปลานิลใช้วิธีการต้ม (3) การเพิ่มสมบัติหน่วงไฟโดยเลือกวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน คือการจุ่ม ในระดับความเข้มข้นโคโตซานร้อยละ 1 น้ำหนักต่อปริมาตร ใช้เวลาในการจุ่ม 30 นาที ร้อยละการดูดซับ 1.89 ± 0.76 เป็นสถานะที่ดีที่สุด (4) การทดสอบสมบัติหน่วงไฟ ผ้าฝ้าย้อมครามที่ผ่านการเพิ่มสมบัติหน่วงไฟและผ้าฝ้าย มีเปอร์เซ็นต์ค่าดัชนีออกซิเจน 19.1 และ 18.5 ตามลำดับ (5) การวิเคราะห์ต้นทุน ค่าใช้จ่ายในการเพิ่มสมบัติหน่วงไฟ เท่ากับ 26.41 บาท ต่อผ้า 1 ผืน (0.78 ตร.ม.)

คำสำคัญ: ผ้าฝ้าย้อมคราม, สมบัติหน่วงไฟ, วิสาหกิจชุมชน

Abstract

This research was an experimental research. The objective was to study adding fire retardant properties to natural Indigo dye fabrics at the indigo dyeing community enterprise at Ban Don Koi Amphor, Phanariot, Sakon Nakhon Province. The stages of research were composed of (1) selection of raw materials (2) extraction of chitosan from fish scale of Nile tilapia (3) adding the fire-retardant property into indigo dye fabric (4) testing the fire-retardant property (5) analyzing the cost. The parameter used were the Limiting Oxygen Index--LOI based on ASTM-D2683. The research findings indicated (1) the appropriate raw material extracted from Niletilapia fish scale was chitosan extract which was available as a local waste material (2) boiling method was used for extraction of chitosan from fish scale Nile tilapia (3) when adding of fire-retardant property, the simple method was selected. By dipping 1 %w/v chitosan solution for 30 minutes, the adsorption percentage was 1.89 ± 0.76 ; this showed that this was the best process (4) when testing fire retardant properties of indigo dye fabrics by dipping them with chitosan the cotton fabric, it had the limited oxygen index at 19.9 and 18.5, respectively (5) concerning the cost analysis, the cost of adding fire retardant property was 26.41 Thai Baht per piece (0.78 m^2)

Keywords: indigo dye fabric, fire retardant property, community enterprise



บทนำ

จากนโยบายรัฐบาลโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ มีจุดมุ่งหมายส่งเสริมให้ชุมชนใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นสร้าง สรรค์ผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างรายได้ตามยุทธศาสตร์ การขจัดความยากจน ผ้าฝ้ายย้อมครามเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นสร้างรายได้ให้แก่ครอบครัวและ เศรษฐกิจชุมชนทำให้เกิดการพัฒนาผ้าทอพื้นเมืองในทุกๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นด้านการผลิต ด้านการตลาด การบริหารจัดการ กลุ่มหรือวิสาหกิจชุมชนที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์สิ่งทอพื้นบ้าน (Likhitprasert et al., 2005) จังหวัดสกลนคร เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการส่งเสริมนโยบายหนึ่งตำบลหนึ่ง ผลิตภัณฑ์สินค้าโอท็อปที่ทำรายได้ให้กับจังหวัดเป็นอันดับ หนึ่งประเภทผ้าทอมือคือผ้าฝ้ายย้อมครามเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากภูมิปัญญาของชาวบ้านในท้องถิ่นโดยนำเส้นฝ้าย ที่ผ่านการมัดหมี่หรือฝ้ายที่ใช้ทอนำมาผ่านการย้อมด้วย วิธีย้อมเย็นจากครามธรรมชาติได้รับการยอมรับว่าเป็น แหล่งที่มีการผลิตผ้าย้อมครามที่มีคุณภาพและมีปริมาณ มากที่สุดในประเทศไทยและเป็นหนึ่งในแปดของโลกที่ผลิต

ผ้าย้อมคราม (Saithong et al., 2006) อย่างไรก็ตามผ้า ทอมือส่วนใหญ่ยังมีจุดด้อยในเรื่องสมบัติของการทอผ้า เป็นสมบัติเฉพาะสำหรับธุรกิจผ้าในต่างประเทศ เช่น ผ้าที่ใช้ในโรงแรมตามมาตรฐานยุโรปต้องสามารถต้านการลาม ไฟหรือทอผ้าเพื่อป้องกันอันตรายเมื่อเกิดไฟไหม้ได้โดย ไปยับยั้งการติดไฟให้ช้าลงทำให้ผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์สามารถ หลบหนีได้ทันทั่วทั้งที่ (Kittinavarat, 2004); Vaisarong (2016) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการสังเคราะห์สารทอผ้า ใยถั่วฝักยาวที่ปราศจากธาตุฮาโลเจนโดยการ ใช้ ไคโตซานและสารประกอบฟอสเฟตเป็นสารตั้งต้นเพื่อให้ ได้สารทอผ้าสามารถทำงานร่วมกันระหว่างฟอสฟอรัส และไนโตรเจน โดยวิธีการจุ่มแช่พบว่าระยะเวลาการเผา ไหม้จนหมดเพิ่มขึ้นจากเดิม 14 วินาทีเป็น 21 วินาที เมื่อ เทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ตกแต่งด้วยสารทอผ้า และงาน วิจัยของ Movatana (2002) ได้ศึกษาการใช้สารประกอบ ฟอสฟอรัสร่วมกับไคโตซานเพื่อปรับปรุงสมบัติทอผ้าของ ผ้าฝ้ายพบว่าผ้าฝ้ายที่ตกแต่งทอผ้าด้วยพอลิ-ฟอสเฟต ร่วมกับไคโตซานมีค่า LOI ประมาณ 19 ซึ่งยังคงมากกว่า

ผ้าฝ้ายที่ไม่ตกแต่งห่วงไฟ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำโคโตซาน จากธรรมชาติมาเป็นสารหน่วงไฟแทนสารประกอบฟอสฟอรัส ตามแนวคิดของ LiQ et al. (1992)

โคโตซานเป็นพอลิเมอร์ในธรรมชาติที่มีมากเป็นอันดับ 2 รองจากเซลลูโลสและเป็นอนุพันธ์ของไคตินที่สกัดได้จากเปลือกแข็งของสัตว์จำพวกกุ้งปูและแกนปลาหมึก สามารถย่อยสลายได้เองในธรรมชาติไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต และไม่ตกค้างในธรรมชาติ มีการใช้โคโตซานได้หลากหลาย เช่น ด้านสิ่งทอ ในรูปของสารละลายนำมาเคลือบเส้นใยเพื่อให้เส้นใยติดสีย้อมได้ดีกว่าเส้นใยทั่วไป การเพิ่มสมบัติในการต้านจุลชีพ ทั้งจุลินทรีย์ ไวรัส ยีสต์ และเชื้อรา รวมถึงการต้านการลามไฟหรือหน่วงไฟได้ จังหวัดสกลนครมีผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังเป็นจำนวนมากคิดเป็นร้อยละ 94.83% โดยส่วนใหญ่ในหนึ่งปีมีเกษตรกรร้อยละ 91.38% สามารถผลิตปลาได้ 2 รอบ ๆ ที่ 1 ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน รอบที่ 2 ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม สายพันธุ์ที่เลี้ยงกันมากที่สุด คือปลานิลจิตรลดา 3 คิดเป็นร้อยละ 55.17% พื้นที่ที่มีเลี้ยงปลานิลในกระชังมากได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำอุ่นในเขตอำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร จากข้อมูลในปี 2559 มีปริมาณผลผลิตปลานิลจากการเพาะเลี้ยง 176,463 ตันส่งออกปลานิลและผลิตภัณฑ์กว่า 7,975.4 ตัน คิดเป็นมูลค่า 598.5 ล้านบาท โดยส่งออกในรูปของเนื้อปลานิลแปรรูปแช่แข็งและแช่เย็น คิดเป็นร้อยละ 38.1 การแปรรูปดังกล่าวทำให้เกิดเศษเหลือทิ้งจากปลานิลมีปริมาณมากถึงร้อยละ 50-70 ส่วนใหญ่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์และการทำปุ๋ยนับว่ามีมูลค่าค่อนข้างต่ำ (<https://www.kasetvoice.com,27/9/2017>) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสกัดไคตินและโคโตซาน Tungsi, Boonpato, and Suwanachatri (2016) ได้ศึกษาการสกัดโคโตซานจากเกล็ดปลากระพงเกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว พบว่า ไคตินมีลักษณะเป็นของแข็ง ไม่เป็นผงละเอียดมีลักษณะสีขาวใสในเกล็ดปลากระพงขาว สีน้ำตาลอ่อนในเกล็ด ปลานิล และสีน้ำตาลอ่อนในเปลือกกุ้งขาว โคโตซานในเกล็ดปลามีลักษณะเป็นของแข็ง ผงละเอียด ซึ่งมีลักษณะสีขาวทั้งเกล็ดปลากระพงขาวและเกล็ดปลานิล โคโตซานในเปลือกกุ้งมีลักษณะเป็นแผ่นเล็ก ๆ มีสีน้ำตาลอ่อนและ วิจารณ์ วิระพันธ์ ได้ศึกษากระบวนการในการสกัดไคติน-โคโตซาน จากเกล็ดปลานิล พบว่า ได้ปริมาณโคโตซานประมาณ 18.01 กรัม โดย

ในทุกขั้นตอนในอัตราส่วนของเกล็ดปลานิลต่อสารที่ใช้ในการสกัดเท่ากับ 1:6 สามารถกำจัดหมู่อะซิไทลได้ร้อยละ 99.81 สามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นฟิล์มนำไปใช้ในการยับยั้งเชื้อยีสต์ และรา ในผลิตภัณฑ์กอลาแม เปรียบเทียบกับกอลาแมที่ไม่ได้ห่อด้วยฟิล์มโคโตซาน พบว่า การห่อกอลาแมด้วย ฟิล์มโคโตซานสามารถเก็บได้นานถึง 9 วัน โดยไม่พบจุลินทรีย์ดังกล่าวในผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเศษเหลือทิ้งจากปลานิล โดยนำเกล็ดปลานิลมาสกัดเป็นโคโตซาน และทำการเพิ่มสมบัติหน่วงไฟให้กับผ้าฝ้ายย้อมครามในวิสาหกิจชุมชนทอผ้าฝ้ายย้อมครามบ้านดอนกอย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้ายย้อมครามและเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเพิ่มสมบัติหน่วงไฟผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติ สำหรับวิสาหกิจชุมชนทอผ้าฝ้ายย้อมคราม บ้านดอนกอย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคัดเลือกวัตถุดิบผู้วิจัยทำการคัดเลือกวัตถุดิบในการนำมาสกัด โคโตซาน โดยพิจารณาจากวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ หาง่าย มีราคาถูก และมีจำนวนเพียงพอในการสกัด โดยคัดเลือกจากวัตถุดิบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การคัดเลือกวัตถุดิบจาก กุ้ง ปู ปลาหมึกที่สามารถนำมาผลิตเป็นไคตินและโคโตซานนั้น ส่วนใหญ่ได้จากเปลือกของสัตว์ไม่มีกระดูก สันหลังที่มีข้อปล้อง อาทิ กุ้ง ปู และปลาหมึก ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการนำมาสกัดโคโตซาน ผู้วิจัยได้สำรวจวัตถุดิบดังกล่าวในจังหวัดสกลนคร เช่น ร้านหมูกระทะที่มีการให้บริการอาหารประเภทซีฟู้ดอาหารทะเล และร้านกึ่งเผา พบว่ามีจำนวนปริมาณของเหลือทิ้ง เช่น เปลือกกุ้งไม่มากนัก เนื่องจากมีร้านอาหารที่ให้บริการประเภทซีฟู้ดน้อยมีเพียงบางร้านเท่านั้น จึงไม่เหมาะที่จะนำมาสกัดโคโตซาน

1.2 การคัดเลือกวัตถุดิบจากเปลือกหอยเชอร์รี่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าเปลือกหอยเชอร์รี่สามารถนำมาสกัดโคโตซานได้

ผู้วิจัยจึงได้สอบถามแม่ค้าร้านส้มตำที่นิยมนำเนื้อหอยเชอร์รี่มาตำร่วมกับส้มตำเป็นตำประเภทต่าง ๆ ได้ความว่าซื้อมาจากแม่ค้าในตลาดนำมาจากบ้านหนองสระ เป็นหมู่บ้านที่มีการแปรรูปและจำหน่ายเนื้อหอยเชอร์รี่มากที่สุดในจังหวัดสกลนครและยังส่งจำหน่ายที่ตลาดไท จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยนำเปลือกหอยเชอร์รี่มาสกัดผลปรากฏว่าโคโคซานที่ได้มีปริมาณน้อยมากและมีความยุ่งยากในการเตรียมการสกัดอีกทั้งมีกลิ่นเหม็นไม่เหมาะในการนำมาสกัดโคโคซาน

1.3 การคัดเลือกวัตถุดิบจากเกล็ดปลานิล จากผลการสกัดโคโคซานจากเปลือกหอยเชอร์รี่มีจำนวนปริมาณโคโคซานน้อยมาก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยเพิ่มเติม พบว่าเกล็ดปลานิลสามารถนำมาสกัด โคโคซานได้ ผู้วิจัยจึงนำเกล็ดปลานิลมาทดลองสกัดในเบื้องต้น ผลการทดลองสกัดได้โคโคซานที่มีปริมาณมาก ไม่มีความยุ่งยากในการเตรียมการสกัดอีกทั้งมีกลิ่นไม่เหม็นเหมาะในการนำมาสกัดโคโคซาน และส่วนใหญ่ชาวบ้านในท้องถิ่นนิยมบริโภคปลานิล มีเกล็ดปลานิลจำนวนมากหลังการแปรรูปแล้ว เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่นหาง่ายมีจำนวนเพียงพอในการสกัดโคโคซาน

2. วิธีการสกัดโคโคซานจากเกล็ดปลานิล

จากการคัดเลือกวัตถุดิบในการเพิ่มสมบัติทนวงไฟให้กับผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติในวิชาทฤษฎีชุมชนทอผ้าย้อมคราม บ้านดอนกอย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ผู้วิจัยได้คัดเลือกวัตถุดิบจากเกล็ดปลานิลในการนำมาสกัดโคโคซาน โดยมีขั้นตอนในการสกัด ดังนี้

2.1 นำเกล็ดปลานิลล้างทำความสะอาด กำจัดสิ่งสกปรกออก ชั่งน้ำหนักแล้วตากแดดให้แห้งและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

2.2 กำจัดแร่ธาตุด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 M ต้มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 20 หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำจืดสะอาด ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสจนเป็นกลาง

2.3 กำจัดโปรตีนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2 M ต้มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 20 หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำจืดสะอาด ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสจนเป็นกลาง

2.4 นำเกล็ดปลามากำจัดสีโดยใช้เอทานอล

95% คนตลอดเวลา 5 นาที บน Stiring hot plate น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 20 จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณร้อยละผลิตภัณฑ์โคโคติน

2.5 นำโคโคตินที่ได้มาทำการลดหมู่อะซิetylด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 50% น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 20 ต้มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ล้างทำความสะอาดและทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสจนเป็นกลางอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก คำนวณร้อยละผลิตภัณฑ์ของโคโคซาน

2.6 นำโคโคซานที่ได้มาทำการบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดสาร

2.7 วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันโคโคซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลานิลด้วยเครื่อง FT-IR รุ่น FT-IR 8900

3. การเพิ่มสมบัติทนวงไฟ

หลังจากได้โคโคซานจากเกล็ดปลานิลแล้วทำการเพิ่มสมบัติทนวงไฟให้กับผ้าฝ้ายย้อมครามโดยวิธี การจุ่ม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1 เตรียมสารละลายโคโคซาน ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.01, 0.1, 0.5 และ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ละลายในร้อยละ 1 ของกรดอะซิetyl (น้ำหนักต่อปริมาตร)

3.2 ตัดผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติให้ได้ขนาด 10 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักผ้าพร้อมบันทึก

3.3 นำผ้าฝ้ายที่วัดสีแล้วจุ่มสารละลายโคโคซานที่เตรียมไว้ เป็นเวลา 15 นาที, 30 นาทีและ 60 นาที ตาม ลำดับทำซ้ำตัวอย่างละ 10 ชิ้น

3.4 หลังจากนั้นนำผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่ผ่านการจุ่มไปตากให้แห้ง วัดการเปลี่ยนแปลงของสี แล้วจดบันทึกน้ำหนัก คำนวณร้อยละการดูดซับโคโคซาน (% pick up) ดังสมการ

$$\% \text{ pick up} = \frac{(\text{น้ำหนักผ้าหลังจุ่ม} - \text{น้ำหนักผ้าก่อนจุ่ม})}{\text{น้ำหนักผ้าก่อนจุ่ม}} \times 100$$

3.5 นำผ้าฝ้ายย้อมครามที่ผ่านการจุ่มโคโคซานไปส่องกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM)

4. การทดสอบสมบัติทนวงไฟการทดสอบสมบัติทนวงไฟของผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการเพิ่มสมบัติทนวงไฟโดยการหาค่าปริมาณออกซิเจนที่น้อย

ที่สุดที่ช่วยในการติดไฟ (Limiting Oxygen Index--LOI) มาตรฐาน ASTM-D2863 โดยผู้วิจัยนำชิ้นผ้าส่งทดสอบที่ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

5. การวิเคราะห์ต้นทุน ในการสกัดไคโตซานจาก เปลือกปลานิลและต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการเพิ่มสมบัติห่วง ไฟผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติโดยวิธีการจุ่ม

ผลการวิจัย

การศึกษาการเพิ่มสมบัติห่วงไฟให้กับผ้าฝ้าย ย้อมครามธรรมชาติสำหรับวิสาหกิจชุมชนทอผ้าฝ้ายย้อม ครามบ้านดอนกอย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ด้วยไคโตซานจากเปลือกปลานิลได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. การคัดเลือกวัตถุดิบ พบว่าเปลือกของปลานิล สามารถนำมาสกัดไคโตซานได้ ผลการสกัดได้ไคโตซานมี ปริมาณมาก ไม่มีความยุ่งยากในการเตรียมการสกัดอีกทั้ง มีกลิ่นไม่เหม็นเหมาะในการนำมาสกัดไคโตซาน ส่วนใหญ่ ชาวบ้านในท้องถิ่นนิยมบริโภคปลานิลและมีเปลือกปลานิล เป็นจำนวนมากหลังการแปรรูปแล้ว เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มี อยู่ในท้องถิ่น หาง่ายมีจำนวนเพียงพอในการสกัดไคโตซาน

ตาราง 1

ร้อยละผลิตภัณฑ์ไคตินและไคโตซานที่สกัดได้จากเปลือกปลานิล

น้ำหนักเปลือกปลานิลก่อนตาก (g)	น้ำหนักเปลือกปลานิลหลังตาก (g)	ร้อยละ ไคติน	ร้อยละ ไคโตซาน
1000.00	490.05	53.49	38.88

การตรวจสอบโครงสร้างทางเคมีของไคโตซานด้วย เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) รุ่น FT-IR 8900 ผลการเปรียบเทียบลักษณะ โครงสร้างทางเคมีของไคโตซานทางการค้าจากห้างหุ้น ส่วนจำกัดสินอุดมเกษตรภัณฑ์ และไคโตซานที่สกัดได้จาก เปลือกปลานิล พบว่า มีค่าแตกต่างในช่วงคลื่น 2522 ต่อ



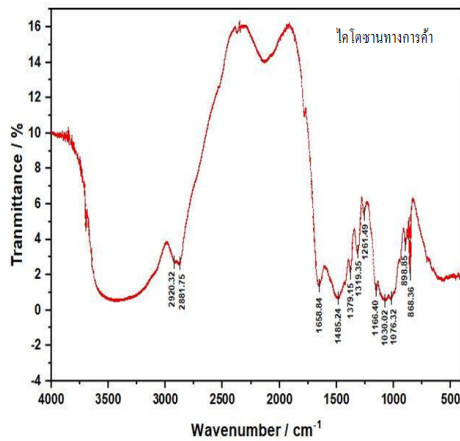
ภาพ 1 ลักษณะเปลือกปลานิล



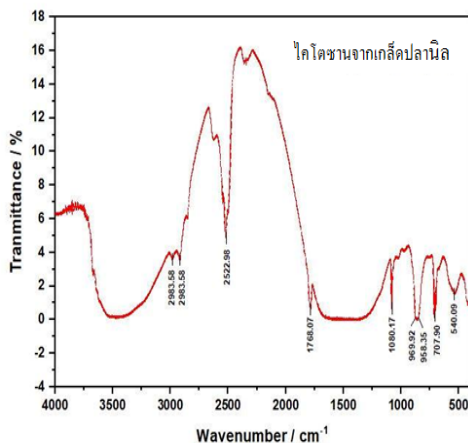
ภาพ 2 ลักษณะไคโตซานที่สกัดได้จากเปลือกปลานิล

2. ผลการสกัดไคโตซานจากเปลือกปลานิลที่สกัด ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดมีสีน้ำตาลอ่อน ดังแสดงใน ภาพ 2 ได้ร้อยละผลิตภัณฑ์ไคตินและไคโตซานแสดงใน ตาราง 1

เซนติเมตร เนื่องจากวิธีหรือกระบวนการสกัดที่ใช้กับ ไคโตซานทางการค้าและวัตถุดิบที่ใช้ในการสกัดมีความ แตกต่างกัน เมื่อดูค่าในช่วงคลื่นอื่น ๆ พบว่าไคโตซาน ที่สกัดได้จากเปลือกปลานิลมีลักษณะโครงสร้างใกล้เคียงกับ ไคโตซานทางการค้า แสดงในภาพ 3 และภาพ 4



ภาพ 3 โครงสร้างทางเคมีของโคโตซานทางการค้า



ภาพ 4 โครงสร้างทางเคมีของโคโตซานจากเมล็ดปลานิล

3. ผลการเพิ่มสมบัติห่วงไฟให้กับผ้าฝ้าย ย้อมคราม

3.1 ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้าย
และผ้าฝ้ายย้อมคราม ก่อนจุ่มสารโคโตซานพบว่าผ้าฝ้ายมี
ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสี $L^*=85.43$ $a^*=2.37$

และ $b^*=10.50$ ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่ไม่จุ่มสาร
โคโตซานมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสี $L^*=22.61$
 $a^*=-1.07$ และ $b^*=-17.65$ ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติ
หลังจุ่มโคโตซานที่มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสี
มากที่สุด คือ ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มโคโตซาน
จากเมล็ดปลานิลที่เวลา 60 นาที ความเข้มข้นร้อยละ
0.5 มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสี $L^*=18.72\pm 0.43$
 $a^*=1.09\pm 0.07$ และ $b^*=-16.70\pm 0.42$ รองลงมา
เป็นผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มโคโตซานจากเมล็ด
ปลานิลที่เวลา 60 นาที ร้อยละความเข้มข้น 1 มีค่า
การเปลี่ยนแปลงสี $L^*=18.53\pm 0.86$ $a^*=1.07\pm 0.24$
และ $b^*=-16.57\pm 1.10$ และน้อยที่สุดผ้าฝ้ายย้อม
ครามธรรมชาติที่จุ่มโคโตซานจากเมล็ดปลานิลที่เวลา
30 นาที ร้อยละความเข้มข้น 1 แสดงในตาราง 2 มีค่า
เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสี $L^*=17.51\pm 0.58$ $a^*=1.12\pm 0.06$ และ
 $b^*=-16.72\pm 0.38$ ตามลำดับ

3.2 ผลการคำนวณร้อยละการดูดซับโคโตซานพบ
ว่าผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่จุ่มโคโตซานจากเมล็ด
ปลานิลที่เวลา 30 นาที ความเข้มข้น 1% มีค่าการดูดซับ
มากที่สุด คือ 1.89 ± 0.76 รองลงมา คือ ผ้าฝ้ายย้อมคราม
ธรรมชาติจุ่มโคโตซานจากเมล็ดปลานิลที่เวลา 60 นาที
ความเข้มข้น 1% มีค่าร้อยละการดูดซับ 1.76 ± 0.63 และ
น้อยที่สุด ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่จุ่มโคโตซานจาก
เมล็ดปลานิล ที่เวลา 15 นาที ความเข้มข้น 1% มีค่า
ร้อยละการดูดซับ 0.87 ± 0.09 แสดงในตาราง 2

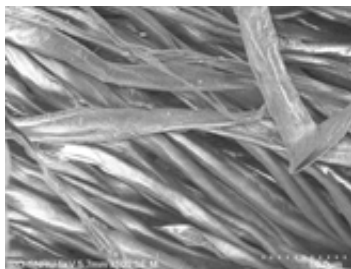
ตาราง 2

ร้อยละการดูดซับไคโตซานจากเกล็ดปลาของผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่ความเข้มข้นและเวลาที่ต่างกัน

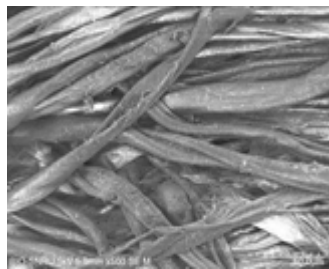
ชนิด	เวลา (นาที)	ค่าร้อยละการดูดซับ	
		ไคโตซาน 0.5%	ไคโตซาน 1%
ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มไคโตซานจากเกล็ดปลา	60	0.62±0.08	-
ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มไคโตซานจากเกล็ดปลา	15	-	0.87±0.09
ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มไคโตซานจากเกล็ดปลา	30	-	1.89±0.76
ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มไคโตซานจากเกล็ดปลา	60	-	1.76±0.63

3.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดการยัดติดไคโตซานของชิ้นผ้าหลังการดูดซับ แสดงดังภาพ 5 พบว่าลักษณะการดูดซับของผ้าฝ้ายย้อมคราม

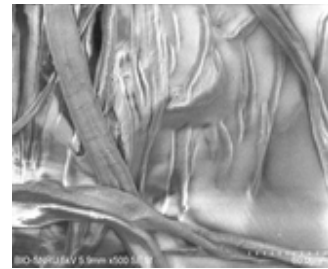
ธรรมชาติที่จุ่มไคโตซานจากเกล็ดปลาที่มีการดูดซับบางส่วนที่บริเวณพื้นผิวของเส้นใยผ้าไม่ทั่วบริเวณ



(ก) ผ้าฝ้าย



(ข) ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติ



(ค) ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มไคโตซาน

ภาพ 5 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดกำลังขยาย 500 เท่า (ก) ผ้าฝ้าย (ข) ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติ (ค) ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มไคโตซาน

ค่าปริมาณออกซิเจนที่น้อยที่สุดที่ช่วยในการติดไฟ (Limiting Oxygen Index--LOI) มาตรฐาน ASTM-D2863 พบว่าผ้าฝ้ายที่ยังไม่ผ่านการย้อมครามและตกแต่งมีค่า LOI=18.5 ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติและผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจุ่มไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลา นาน 15 นาที 30 นาที และ 60 นาที ความเข้มข้น 0.5 และ 1% มีค่าปริมาณออกซิเจนที่น้อยที่สุดที่ช่วยในการติดไฟ (LOI) 19.0 - 19.1 ที่ใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบกับผ้าฝ้ายที่ยังไม่ผ่านการย้อมครามและตกแต่งสำเร็จพบว่าผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติและผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่จุ่มไคโตซานจากเกล็ดปลา มีค่าปริมาณออกซิเจนที่น้อยที่สุดที่ช่วยในการติดไฟ (LOI) สูงกว่าผ้าฝ้าย

5. ผลการวิเคราะห์ต้นทุน ผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 ต้นทุนของการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลา สารเคมีที่ใช้ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดไฮโดรคลอริกและเอทานอล การใช้ปริมาณของสารเคมีและค่าใช้จ่ายในการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลา 5 กรัม จากราคาขายตามท้องตลาด ณ เดือน ตุลาคม 2561 คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำหนัก 25 กก. ราคา 1,350 บาท กรดไฮโดรคลอริก น้ำหนัก 20 กก. ราคา 650 บาท และเอทานอล 18 ลิตร ราคา 1,300 บาท ผลวิเคราะห์ได้แสดงในตาราง 3

ตาราง 3

ต้นทุนที่เกิดจากวัตถุดิบหลัก สารเคมี ในการผลิตไคโตซานจากเกล็ดปลาชนิด 5 กรัม นำไปใช้เพิ่มสมบัติห่วงไฟให้ผ้าฝ้ายย้อมครามได้ 2 ตารางเมตร

รายการ	ราคา (บาท) ต่อหน่วย	ปริมาณที่ใช้	ต้นทุนกระบวนการผลิต (บาท)
1. ต้นทุนจากกระบวนการสกัดไคโตซาน			
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	54.00/กก.	0.089 กก.	4.82
- เอทานอล 95 %	66.66/ล.	0.244 ล.	16.30
- กรดไฮโดรคลอริก 35 %	32.50/กก.	0.93 กก.	30.22
ต้นทุนจากกระบวนการเพิ่มสมบัติห่วงไฟ			
- กรดอะซิติก อสร. น้ำส้มสายชูกลั่น 5%	23.00/0.7 ล.	0.5 ล.	16.42
รวมต้นทุนต่อกระบวนการผลิตไคโตซาน			67.76

*ราคา ณ เดือน ตุลาคม 2561

5.2 ต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการเพิ่มสมบัติห่วงไฟให้กับผ้าฝ้ายย้อมคราม ใช้ผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติขนาดพื้นที่ 0.78 ตร.ม. (43 ซมx183 ซม) เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตโดยคิดที่ต้นทุนการผลิตไคโตซานจากเกล็ดปลาชนิด 5 กรัม มีค่าใช้จ่าย 67.76 บาท สามารถนำไปใช้เพิ่มสมบัติห่วงไฟให้กับผ้าฝ้ายย้อมคราม

ได้ 2 ตารางเมตร ถ้าใช้การเพิ่มสมบัติห่วงไฟผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติขนาดพื้นที่ 0.78 ตร.ม จะได้เท่ากับ

$$\frac{67.76 \times 0.78}{2} = 26.42 \text{ บาท}$$

ดังนั้นต้นทุนการเพิ่มสมบัติห่วงไฟผ้าฝ้ายย้อมครามแสดงในตาราง 4

ตาราง 4

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตผ้าฝ้ายย้อมคราม 1 ผืน (0.78 ตร.ม.) ให้มีสมบัติห่วงไฟ

รายการ	ปริมาณที่ใช้	ต้นทุนผลิต (บาท)
1. ผ้าย้อมครามธรรมชาติ 0.78 ตร.ม.	1 ผืน	200.00
2. ต้นทุนการเพิ่มสมบัติห่วงไฟ 0.78 ตร.ม. สารละลายไคโตซาน	5 กรัม	26.42
รวม		226.42

การอภิปรายผล

การศึกษาการเพิ่มสมบัติห่วงไฟด้วยไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาชนิด สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลาชนิดพบว่าไคโตซานมีลักษณะเป็นของแข็ง มีสีน้ำตาลอ่อนแตกต่างจาก Tungsi, Boonpato and Suwanachatri (2016)

ได้ศึกษาไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลาชนิดและเปลือกกุ้งขาว พบว่าลักษณะของไคโตซานจากเกล็ดปลาชนิดมีลักษณะผง มีสีขาว แต่เปลือกกุ้งขาวมีลักษณะเป็นแผ่นเล็ก ๆ มีสีน้ำตาลอ่อน การตรวจ สอบโครงสร้างทางเคมีไคโตซาน เปรียบเทียบไคโตซานทางการค้า จากห้างหุ้นส่วนจำกัดสินอุดมเกษตรภัณฑ์และไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาชนิดพบว่า มีช่วงพีคที่มีความแตก

ต่างกัน เนื่องจากวิธีหรือกระบวนการสกัดที่ใช้กับไคโตซาน
ทางการค้ามีความแตกต่างกัน

2. ผลการตกตะกอนสำเร็จผ้าฝ้ายย้อมครามโดย
วิธีการจุ่ม จากการทดลองใช้สารละลายไคโตซานที่มี
ความเข้มข้นร้อยละ 0.01, 0.1, 0.5 และ 1 (น้ำหนัก
ต่อปริมาตร) และระยะเวลาในการจุ่ม 15 นาที 30
นาที และ 60 นาที ผู้วิจัยพบว่า สภาวะความเข้มข้น
ที่เหมาะสมในการจุ่มไคโตซาน ร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อ
ปริมาตร) โดยระยะเวลาในการจุ่มสารที่ดีที่สุดคือ 30
นาที เป็นสภาวะที่ดีที่สุด

2.1 ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้าย

ย้อมครามธรรมชาติก่อนและหลังการจุ่มไคโตซานมีการ
เปลี่ยนแปลงในสีผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติจากเดิมเล็กน้อย
ซึ่งความเข้มข้นของไคโตซานและระยะเวลาในการ
จุ่มไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีผ้าฝ้ายย้อมคราม
ธรรมชาติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kwankhao (2003)
ได้ศึกษาการเปลี่ยนสีและสมบัติทางกายภาพของผ้าหลัง
การตกตะกอนสำเร็จเพื่อป้องกันรังสียูวีพบว่าผ้าฝ้ายและผ้า
ฝ้ายผสมพอลิเอสเตอร์ที่มีการตกตะกอนสำเร็จพร้อมการย้อม
สีรีแอคทีฟ จะมีสีที่แตกต่างมาจากผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกตะกอน
สำเร็จ โดยเฉพาะเฉดสีแดงและสีน้ำเงิน มีค่าความแตกต่าง
ของสีอยู่ในช่วง 2.0-8.4 แต่ถ้ามีการตกตะกอนสำเร็จหลัง
การย้อมผ้าจะมีสีที่ไม่แตกต่างกับผ้าที่ย้อมแต่ไม่ตกตะกอน
สำเร็จ คือมีค่าความแตกต่างของสีอยู่ในช่วง 0.1-0.5

2.2 ร้อยละการดูดซับของไคโตซานที่จุ่มติดผ้า

นั้นพบว่าปริมาณไคโตซานที่ใช้และระยะเวลาในการจุ่มมี
ผลต่อค่าร้อยละของการดูดซับ โดยที่ปริมาณไคโตซานที่
ความเข้มข้นร้อยละ 1 น้ำหนักต่อปริมาตร และเวลา 30 นาที
มีการดูดซับไคโตซานมากทำให้เกิดภาวะสมดุลอิ่มตัว
ทำให้ไคโตซานไม่สามารถดูดซับผ้าได้อีกจึงเกิดการคายตัว
ไคโตซานทำให้ร้อยละการดูดซับลดลงสอดคล้องกับงานวิจัย
ของ Sirisawat (2010) ได้ศึกษาการติดสีครามบนเส้นฝ้าย
ที่เคลือบด้วยไคโตซานจากเปลือกกุ้งก้ามกรามพบว่าสภาวะ
ในการเคลือบสารละลายไคโตซานลงบนเส้นฝ้ายโดยการ
แช่เส้นฝ้ายในสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้นอุณหภูมิ
และเวลาที่แตกต่างกันโดยย้อมสีครามทั้งวิธีเคมีและวิธีทาง
ชีวภาพความเข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) มี

ไคโตซานเกาะอยู่ที่พื้นผิวของเส้นฝ้ายมากที่สุด เมื่อ
เทียบกับเส้นฝ้ายที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นอื่น
โดยปกติการสร้างพันธะหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล
จะมีการคายพลังงานค่าหนึ่ง สอดคล้องกับ Youstri and
Tungkavanij (2009) ได้ศึกษาการย้อมไหมที่เคลือบไคโต
ซานด้วยสีจากเมล็ดค้ำแสดงพบว่าการเคลือบเส้นไหมด้วย
ไคโตซานทำให้สีดูดติดเส้นใยดีขึ้น และจากโครงสร้างของ
ไคโตซานมีผิวหน้าที่ขรุขระและเป็นสารพอลิเมอร์เอมีนซึ่งมี
ความเข้มของประจุบวกสูงจึงมีสมบัติพร้อมที่จะทำปฏิกิริยา
กับสีย้อมธรรมชาติซึ่งมีประจุลบได้ดีและสอดคล้องกับ
Pisitsak (2015) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้กระบวนการโซลเจล
เพื่อเพิ่มสมบัติของสิ่งทอผ้าสะท้อนน้ำและน้ำมัน พบ
ว่า การตัดแปรพื้นผิวผ้าให้มีสมบัติที่ดัดขึ้นหรือเพิ่มสมบัติ
พิเศษใหม่ ๆ สามารถทำได้โดยง่ายด้วยกระบวนการโซล
เจล สามารถปรับให้เข้ากับเทคโนโลยีการตกแต่งทั่วไปใน
อุตสาหกรรมสิ่งทอได้ เช่น การจุ่มเคลือบ จุ่มอัด การ
สเปรย์ เป็นต้น เช่นเดียวกับ Chen and Tsaih (1998) ที่
ได้ศึกษาและพบว่า อุณหภูมิและความหนืดของไคโตซาน
ในสารละลายกรดเกลือเจือจางมีผลต่อโครงสร้างสามมิติ
ของไคโตซาน

2.3 ผลวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ

ส่องกราด เปรียบเทียบผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่ยัง
ไม่ได้จุ่มไคโตซานกับผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่ทำการ
จุ่มไคโตซาน พบว่า ลักษณะของการดูดซับที่บริเวณพื้นผิวของ
ผ้ามีการดูดซับบางส่วนของเส้นใยผ้าไม่ทั่วบริเวณทั้งนี้อาจ
เป็นเพราะค่าความหนืดไคโตซานที่ใช้จุ่มมีความหนืดมาก
เกินไปทำให้ผ้าไม่สามารถดูดซับได้ทั่วบริเวณ

3. ผลการทดสอบสมบัติห่วงไฟ ค่าปริมาณ
ออกซิเจนที่น้อยที่สุดที่ช่วยในการติดไฟที่ 19.1 มากกว่าผ้า
ฝ้าย 0.6 โดยผ้าฝ้ายมีค่า LOI ที่ 18.5 ถือว่าเป็นผ้าที่ติดไฟ
ได้ดี ส่วนผ้าที่มีค่า LOI ระหว่าง 21.0-25.0 ถือว่าติดไฟปาน
กลาง ผ้าที่มี LOI สูงกว่า 25.0 ถือว่าเป็นผ้าที่ติดไฟยาก ค่า
LOI มีความสำคัญในการใช้งาน เพราะแสดงถึงการไม่ติดไฟ
ในสภาวะธรรมชาติ (Price & Horrocks, 2013) สอดคล้อง
กับ Vaisarong (2016) ได้ทำการศึกษาการสังเคราะห์สาร
ห่วงไฟตระกูลฟอสฟอรัสปราศจากธาตุฮาโลเจนโดยใช้
ไคโตซานและสารประกอบฟอสเฟตเป็นสารตั้งต้นเพื่อให้
ได้สารห่วงไฟทำงานร่วมกันระหว่างฟอสฟอรัสและ

ไนโตรเจน โดยวิธีการจุ่มแช่พบว่าระยะเวลาการเผาไหม้ จนหมดเพิ่มขึ้นจากเดิม 14 วินาทีเป็น 21 วินาที และไม่ ปลดปล่อยฮาโลเจนที่เป็นพิษออกมา โดยการทดสอบ ใช้งานบนผ้าฝ้ายเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ตกแต่งด้วย สารหน่วงไฟ พบว่าผ้าฝ้ายมีสมบัติในการหน่วงไฟดีขึ้น สอดคล้องกับ Movatana (2002) ได้ทำการศึกษาคาร์โบไฮเดรตประกอบฟอสฟอรัสร่วมกับไคโตซานเพื่อปรับปรุงสมบัติ การหน่วงไฟของผ้าฝ้ายพบว่าผ้าฝ้ายที่ตกแต่งหน่วงไฟ ด้วยฟอสฟอรัสพร้อมกับไคโตซานมีค่า LOI ประมาณ 19 ซึ่งยังคงมากกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ตกแต่งหน่วงไฟ สรุป ได้ว่าผ้าฝ้ายย้อมครามธรรมชาติที่ตกแต่งสำเร็จหน่วง ไฟยังติดไฟได้ อาจเป็นเพราะการดูดซับสารละลายไคโตซาน ไม่ทั่วบริเวณพื้นผิวของผ้า อีกทั้งกระบวนการเพิ่มสมบัติ ยังไม่ได้ทำการอัดรีด จึงเป็นไปได้ที่ทำให้ผ้ายังคงติดไฟ อยู่

4. การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตผ้าฝ้ายย้อมคราม ให้มีสมบัติหน่วงไฟ ส่วนใหญ่เป็นต้นทุนใน ขั้นตอนการสกัด ไคโตซาน โดยต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยในการผลิตใช้ต้นทุนต่ำซึ่ง คຸ້ມກັບต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยนำไปแปรรูป

ผลิตภัณฑ์เป็นเคหะสิ่งทอ เช่น ถุงมือ ผ้ากันเปื้อน ผ้าปูโต๊ะ อาหาร โคมไฟ ที่รองแก้ว รองจาน เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ ผ้าฝ้ายย้อมครามมีมูลค่าสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากกระบวนการเพิ่มสมบัติยังไม่ได้ทำการ อัดรีดให้ครบกระบวนการ หากทำการจุ่ม อัดรีด แล้วจะทำให้ การยึดติดของไคโตซานได้ดีกว่าการจุ่มเพียงอย่างเดียวซึ่งจะ ช่วยทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนที่น้อยที่สุดที่ช่วยในการติดไฟ ดีขึ้น
2. ควรศึกษาปัจจัยหรือกระบวนการที่จะทำให้ การสกัดได้ไคโตซานที่บริสุทธิ์
3. ควรทดสอบความแข็งแรงกระด้างของผ้าเพื่อลด การเกิดฟิล์มไคโตซาน
4. ควรศึกษาความเสถียรทางความร้อนที่เพิ่มขึ้น ด้วยเทคนิค TGA เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเถ้าที่เหลือที่ อาจบ่งชี้ปริมาณการเคลือบไคโตซานบนผืนผ้าฝ้าย



References

- Chen, R. H., & Tsaih, M. L. (1998). Effect of temperature on the intrinsic viscosity and conformation of chitosans in dilute HCl solution. *International Journal of Biological Macromolecules*, 23(1), 135-141.
- Kwankhao, B. (2003). *Color change and physical properties of decorative fabric after UV protection*. Master of Science Thesis, Chulalongkorn University. (in Thai).
- Kittinavarat, S., & Kangtubtim, P. (2004). *Full research reports the decorative cotton resistant to wrinkling*. Fungal and bacterial resistance with farnesol and chitosan. (Research report). Bangkok: n.p. (in Thai).
- Likhitprasert, A., & et al. (2005). *A study of the status and situation of traditional weaving in the northeast* (Research report). Bangkok: n.p. (in Thai).

- LiQ, & et al. (1992). Applications and properties of chitosan, *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*, 7(1), 370-395.
- Movatana, T. (2002). *Use of Phosphorus compounds with Chitosan to improve fire retardancy properties of cotton*. Master of Science, Chulalongkorn University. (in Thai).
- Pisitsak, P. (2015). The sol-gel process used to enhance the properties of reflective fabric, water and oil. *Journal of Science and Technology*, 4 (1), 46-63. (in Thai).
- Price, D., & Horrocks, A.R. (2013). *Combustion process of textiles fibers in Selven F.K. Sawaton*: Woodhead Publishing.
- Sirisawat, P. (2010). *Study on the coloration of indigo on cotton line coated with chitosan from lobster shell*. Master of Science, Sakon Nakhon Rajabhat University. (in Thai).
- Saithong, A., & et al. (2006). Full research reports Seminar on techniques for indigo blue and natural indigo dyeing Sakon Nakhon.Sakon. *Nakhon Rajabhat University Journal*, 7(13), 11-20 (in Thai).
- Tungsi, V., Boonpato, D., & Suwanachatri, N. (2016). *Study of Chitosan from sea bass fish scale nile tilapia fish scale & white shrimp shell*. Retrieved from http://www.researchskru.com/RMS/show_article.php?id=269. (in Thai).
- Vaisarong, J. (2016). *Synthesis of halogen-free phosphorus-based flame retardant for use on cotton*. Bachelor of Industrial Textiles and Fashion Design, Rajamangala University of Technology PhraNakhon. (in Thai).
- Yousri, K., & Tungkavanij, S. (2009). Dyeing silk coated with chitosan color of seeds comsad. *Journal of Agricultural Sciences*. 40(3).365-368 (in Thai)

