



# การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้

*Development and Processed Products from Lemongrass Fibre*



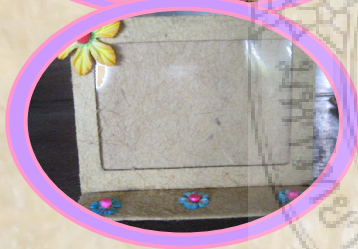
เสาวณีษ์ อารีจางเจริญ

นุชดาว เตะสมุท

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินผลประโยชน์ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๔  
คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร







คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
Faculty of Industrial Textiles and Fashion Design  
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon  
[www.itfd.rmutp.ac.th](http://www.itfd.rmutp.ac.th)





การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้

เสาวณีย์ อารีจางเจริญ  
นุชดาว เตชะสมุทร



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินผลประโยชน์ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๔  
คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร





## Development and Processed Products from Lemongrass Fibre

Saowanee Areechongcharoen  
Nuchdow Texsamut



This Report is Funded by Faculty of Industrial Textiles and Fashion Design  
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

2011



ชื่อโครงการ      การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยจากเส้นใยตะไคร้  
 ผู้วิจัย            ผศ. เสาวณีย์ อารีจงเจริญ และ นางสาวนุชดาว เตชะสมุทร  
                          สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น  
                          มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
 ปี                    ๒๕๕๔

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการทำกระดาษจากใยตะไคร้และนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยนำเส้นใยตะไคร้ต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ๔๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๑ ลิตร ที่อุณหภูมิ ๘๐-๑๐๐ องศาเซลเซียส นาน ๓ ชั่วโมง ฟอกขาวเส้นใยด้วยการแช่คลอรีนที่ความเข้มข้น ๒๐% ต่อเส้นใยตะไคร้ ๑ กิโลกรัม ใช้น้ำอัตราส่วน ๑ : ๑ ลิตร นำไปขึ้นรูปเป็นกระดาษด้วยวิธีการซ้อนเยื่อ แช่กระดาษใยตะไคร้ โดยใช้น้ำยากันไฟ ที่อัตราส่วน ๑๐% เป็นเวลา ๑๐ นาที ที่อุณหภูมิปกติ นำกระดาษใยตะไคร้ที่ได้ไปทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทดสอบสำหรับหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว ภาคตามยาว ภาคตัดขวางของเส้นใย การติดไฟ การทดสอบความฉีกฉีก การดูดซึ่ม ความทนทานต่อความร้อน

การวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการนำใยตะไคร้มาตัดให้มีความยาวสม่ำเสมอ นำมาผ่านกระบวนการต้มแยกเส้นใย จะได้ความเหนียวของเยื่อที่มีสมบัติในด้านความแข็งแรงสูง โดยเฉพาะขนาดของใยตะไคร้ที่มีความยาวมากจะมีผลทางด้านความแข็งแรงสูง ส่วนสิ่งสกปรกที่เจือปนมากับใยตะไคร้ จะถูกกำจัดออกโดยผ่านกระบวนการต้มแยกเส้นใย เพื่อพัฒนาให้ได้คุณภาพมาตรฐาน ควรมีการออกแบบวิเคราะห์ ประเมินผล ทำต้นแบบ เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยการแปรรูปเส้นใยจากใยตะไคร้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและพัฒนา รูปแบบผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มเป้าหมาย

จากการศึกษาวิจัยได้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการตกแต่งบ้าน ของใช้ และของชำร่วย เช่น โคมไฟ กรอบรูป กล้องกระดาษ กล้องกระดาษทิชชู ของชำร่วย ของที่ระลึก เป็นต้น

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้ การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ในแหล่งชุมชน ตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และกลุ่มผู้สนใจ พบว่า ความพึงพอใจทางการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ด้านวิทยากร ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ และทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.45, 4.35, 4.22$  และ  $4.42$  ตามลำดับ)



Title Development and Processed Products from Lemongrass Fibre  
Researchers Assistant Professor Saowanee Areechongcharoen and  
Miss Nuchdow Texsamut  
Institute Textile Chemist Technology; Faculty of Industry Textile and  
Fashion Design; Rajamangala University of Technology Phra Nakhon  
Year 2011

### Abstract

This research deals with paper production from lemongrass and producing a model product. The lemongrass was boiled in sodium hydroxide solution 400 grams per litre of water at 80 – 100 degrees Celsius for 3 hours. The separated fibre was then bleached with chlorine solution 20% per lemongrass fibre 1 kilogram per water 1 litre. Finally, paper pulp was scooped for paper formation and lemongrass fibre paper was soaked with flame retardant 10% for 10 minutes at room temperatures. The physical properties of the paper were tested – mass per unit length, longitudinal and cross section, burn, tearing strength, absorption, and heat resistance.

This research was conducted by cutting lemongrass leaves to a uniform length, boiling them to separate the fibres for toughness with high strength: the longer the lemongrass leaves, the greater the strength. The dirt mixed was removed by boiling the separated fibre. To achieve quality standards the products should be designed, analyzed, evaluated, and modeling. Sampling group evaluation were used to help develop lemongrass fibre products for commercial production using natural resource with maximum cost benefit and technology transfer to the target group.

The result of this research was to develop and process home furnishing accessories and souvenirs such as lamps, photo frames, paper boxes, tissue box, and souvenirs.

The procedure for this research was to analyze the satisfaction level of trainees from Sridonpai, Dumnoen Saduak District, Ratchaburi community and interested groups and found that the service provided by officer, trainer, service processing, and accommodation were on average of high level ( $\bar{X}$  = 4.45, 4.35, 4.22, and 4.42 ordering)



## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ประสบความสำเร็จเพราะได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภูวพัทธ์ เอกตาแสง คณบดีคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น ที่ให้การสนับสนุน อนุเคราะห์ให้ใช้ผลประโยชน์ของคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น รวมทั้งอนุเคราะห์ให้ ดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

ขอขอบคุณ ท่านผู้อำนวยการสถาพร อภิวัังโสกุล และคุณครูชัยทัต สุขสม ที่ให้ความ อนุเคราะห์ในการประสานงาน และขอขอบคุณกลุ่มชุมชนตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการเข้าฝึกอบรม สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านที่มีส่วนร่วม ในความสำเร็จของผลงานวิจัยและเอกสารฉบับนี้

เสาวณีย์ อารีจางเจริญ และนุชดาว เตชะสมุทร

กันยายน ๒๕๕๔



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ภาษาไทย	ก
ภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
<b>บทที่ ๑ บทนำ</b>	<b>๑</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์	๒
ขอบเขตของโครงการ	๒
วิธีการดำเนินการ	๒
กรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย	๓
กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	๔
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๔
นิยามศัพท์	๕
<b>บทที่ ๒ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>๖</b>
ตะไคร้	๖
การแยกเส้นใย	๘
กระบวนการทางเคมี	๘
กระบวนการเชิงกล	๑๐
กระบวนการกึ่งเคมี	๑๙
กระบวนการผลิตกระดาษ	๒๐
การแปรรูปผลิตภัณฑ์	๒๐
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๒๔



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ ๓ วิธีการดำเนินโครงการ</b>	<b>๒๗</b>
สำรวจข้อมูล	๒๗
วิเคราะห์ข้อมูล	๒๗
ดำเนินการทดลอง	๒๗
การกำหนดประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง	๒๘
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	๒๘
การดำเนินงานตามแผนและการเก็บรวบรวมข้อมูล	๒๘
การวิเคราะห์ข้อมูล	๒๙
<b>บทที่ ๔ ผลการดำเนินงาน</b>	<b>๓๑</b>
ผลจากการทดลอง	๓๑
ขั้นตอนการทำกระดาษใยธรรมชาติจากใบตะไคร้	๓๑
ขั้นตอนการทดสอบสมบัติของกระดาษใยตะไคร้	๓๔
ขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้	๓๘
ผลจากการประเมินแบบสอบถาม	๔๔
<b>บทที่ ๕ สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ</b>	<b>๕๗</b>
อภิปรายผล	๕๗
ข้อเสนอแนะ	๕๙
บรรณานุกรม	๖๐
ภาคผนวก	๖๒
ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์	๖๓
ข. กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี	๑๒๐
ค. แบบประเมิน	๑๒๔
ง. ประวัติผู้วิจัย	๑๒๖

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
๒-๑ ลักษณะภายนอกของต้นตะไคร้	๖
๔.๑ ใบตะไคร้ที่ล้างและพักให้สะเด็ดน้ำ	๓๑
๔.๒ เส้นใยตะไคร้ที่ผ่านกระบวนการต้มแล้วนำมาแช่ในน้ำผสมคลอรีน	๓๒
๔.๓ เส้นใยที่ผ่านการฟอกขาว	๓๒
๔.๔ เส้นใยตะไคร้ที่ผ่านการร่อนตะแกรงแล้ว	๓๓
๔.๕ กระดาษใยตะไคร้	๓๓
๔.๖ ภาคตามยาวและภาคตัดขวางที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย ๑๑.๒๕x	๓๕
๔.๗ หุ้มตัวโครงต้นแบบด้วยกระดาษใยตะไคร้	๓๙
๔.๘ ทากาวลาเท็กซ์ที่พื้นผิว	๓๙
๔.๙ ตัวนกต้นแบบ	๔๐
๔.๑๐ ส่วนประกอบสำหรับทำโคมไฟ	๔๐
๔.๑๑ นำกระดาษใยตะไคร้มาปิดทับพื้นผิวของโครงโคมไฟ และโคมไฟ	๔๐
๔.๑๒ ต้นแบบสำเร็จรูปขั้นที่ ๑	๔๑
๔.๑๓ นำกระดาษใยตะไคร้ปิดหุ้มตัวโครงสร้างนาฬิกาตั้งโต๊ะต้นแบบ	๔๒
๔.๑๔ เส้นใยตะไคร้สำหรับติดตามลำตัวแกะ	๔๓
๔.๑๕ ต้นแบบสำเร็จรูป ขั้นที่ ๒	๔๓



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
๒.๑	เปรียบเทียบคุณสมบัติในด้านความคงทนต่อความร้อนของเส้นใยชนิดต่าง ๆ	๑๘
๔.๑	การทดสอบน้ำหนักของผ้าต่อหนึ่งหน่วยความยาวและหนึ่งหน่วยพื้นที่	๓๔
๔.๒	แสดงผลการทดสอบความต้านแรงฉีกฉีกฉีก	๓๕
๔.๓	แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ	๓๖
๔.๔	ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๑๐% ที่ความร้อน ๓-๕ Watt (หลอดปิงปองแบบเกลียว)	๓๗
๔.๕	ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๑๐% ที่ความร้อน ๔๐ Watt (หลอดปิงปองแบบเกลียว)	๓๗
๔.๖	ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๒๐% ที่ความร้อน ๓-๕ Watt (หลอดปิงปองแบบเกลียว)	๓๗
๔.๗	ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๒๐% ที่ความร้อน ๔๐ Watt (หลอดปิงปองแบบเกลียว)	๓๘
๔.๘	แสดงข้อมูลจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ	๔๔
๔.๙	แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร	๔๔
๔.๑๐	แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้คำแนะนำ หรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดี	๔๕
๔.๑๑	แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	๔๖
๔.๑๒	แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ	๔๖
๔.๑๓	แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านวิทยากร มีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี	๔๗
๔.๑๔	แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านวิทยากร มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	๔๘
๔.๑๕	แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง	๔๘

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
๔.๑๖ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อน	๔๙
๔.๑๗ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – มีการกำหนดระยะเวลา/สถานที่/หัวข้อที่อบรมชัดเจน	๕๐
๔.๑๘ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้โดยง่ายและสะดวก	๕๐
๔.๒๐ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง	๕๑
๔.๒๑ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม	๕๒
๔.๒๒ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจน	๕๒
๔.๒๓ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัย พร้อมใช้งาน	๕๓
๔.๒๔ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ	๕๔
๔.๒๖ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – บริการอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่ม มีความเหมาะสม	๕๕
๔.๒๗ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมในภาพรวม	๕๖



## บทที่ ๑

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากนโยบายของรัฐบาลที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับงานวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้และการขับเคลื่อนประเทศไปในทิศทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ของประเทศ บนพื้นฐานปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และยุทธศาสตร์การวิจัยภูมิภาค รวมทั้งความต้องการของชุมชนตามพื้นที่ของประเทศไทย คำนึงถึงศักยภาพของประเทศ และความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๐ (พ.ศ. ๒๕๕๐ - ๒๕๕๔) โดยเน้นการบูรณาการ การวิจัยที่สอดคล้องกับแนวนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศควบคู่กับการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิชาการ และรวมถึงต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นและการสร้างเครือข่ายการวิจัยที่มีส่วนร่วมของชุมชน รวมถึงการมุ่งเน้นการวิจัยเกี่ยวกับคำนึงถึงทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และการอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติที่อยู่ในท้องถิ่นให้ยั่งยืน ซึ่งเป็นโครงการที่สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๐ (พ.ศ. ๒๕๕๐ - ๒๕๕๔) เป็นการวิจัยพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และการนำองค์ความรู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนและผลิตออกสู่เชิงพาณิชย์

ตะไคร้ เป็นพืชที่นิยมปลูกกันอย่างกว้างขวาง ตะไคร้มีถิ่นกำเนิด ในประเทศอินโดนีเซีย ศรีลังกา พม่า อินเดีย ไทย และในทวีปอเมริกาใต้ มีลักษณะโดยทั่วไปแบ่งตะไคร้ออกเป็น ๖ ชนิด ได้แก่ ๑. ตะไคร้กอ ๒. ตะไคร้ต้น ๓. ตะไคร้หางนาค ๔. ตะไคร้หน้า ๕. ตะไคร้หางสิงห์ ๖. ตะไคร้หอม ซึ่งมีการนำไปใช้ประโยชน์คือ ลำต้น นำมาทำเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องแกง เพื่อที่นำไปบริโภคเป็นอาหาร หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นสมุนไพร ส่วนใบไม้ได้มีการมาใช้ประโยชน์มากจึงต้องหาทางกำจัดโดยวิธีการต่างๆ เช่นเผาทำลาย หรือปล่อยให้เน่าเปื่อยตามธรรมชาติ ซึ่งวิธีการเหล่านี้ล้วนเป็นการสร้างมลภาวะให้แก่สภาพแวดล้อมทั้งสิ้นโดยเฉพาะการเผาทำลายซึ่งเป็นการก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ เป็นการสูญเสียเปล่านั้นเสียตายเป็นอย่างยิ่ง

คณะผู้จัดทำงานวิจัยได้มีการคิดค้นหาหนทางนำส่วนเหลือใช้ที่ต้องกำจัดทิ้งเหล่านี้ มาสร้างให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจ และสภาพแวดล้อม โดยได้ศึกษา และทดลองหลาย ๆ ด้าน ซึ่งจากผลงานวิจัยได้มีการนำเส้นใยจากใบตะไคร้มาขึ้นรูปเป็นกระดาษ ปรากฏว่าเส้นใยมีความสามารถเกาะยึดกันเป็นแผ่นได้โดยไม่ต้องอาศัยสารช่วยยึดติด และได้ขยายผลการทดลองให้เส้นใยมีสมบัติที่พิเศษมากขึ้น เช่น มีความทนทานต่อแรงฉีกขาด ทนไฟ ฯลฯ เพื่อจะนำสมบัติดังกล่าวมา

ศึกษาการทำเส้นใยจากใบตะไคร้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับวัสดุเหลือใช้ได้นอกจากงานวิจัยนี้จะให้ประโยชน์ดังกล่าวแล้ว ยังสอดคล้องกับสถานการณ์ของประเทศในรูปยุทธศาสตร์การวิจัยภูมิภาค การคำนึงศักยภาพของประเทศและสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๐ (พ.ศ. ๒๕๕๐-๒๕๕๔) โดยเน้นการบูรณาการการวิจัยที่สอดคล้องกับแนวนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศควบคู่กับการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิชาการและรวมถึงการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ โดยการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น การวิจัยจะคำนึงถึงการนำทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้ยั่งยืน

### วัตถุประสงค์

๑. เพื่อแปรรูปเส้นใยจากใบตะไคร้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์
๒. เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด
๓. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มเป้าหมาย

### ขอบเขตของโครงการ

การดำเนินงานวิจัยโดยนำใบตะไคร้มาตัดให้เป็นท่อน แล้วนำไปผ่านกระบวนการควบคุมอุณหภูมิที่ ๑๐๐ องศาเซลเซียส ระยะเวลาต้ม ๑ ชั่วโมง ๓๐ นาที - ๒ ชั่วโมง กับสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ๑๐-๒๐% หลังจากนั้นนำเส้นใยที่ได้ไปแช่โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (calcium hypochlorite) ในอัตราส่วน ๑:๒ แล้วจึงผ่านการขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษ กระดาษจากเส้นใยนี้สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์เครื่องตกแต่งบ้าน เช่น โคมไฟ มู่ลี่ หน้ากากที่รองแก้ว หรือผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกต่างๆ เป็นต้น

### วิธีการดำเนินการ

๑. สืบหาข้อมูล แหล่งวัตถุดิบต้นตะไคร้ตามแหล่งชุมชนในจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสาคร และกรุงเทพมหานคร
๒. วิเคราะห์ข้อมูล จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร เว็บไซต์ และแหล่งวัตถุดิบจากแหล่งชุมชนในจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสาคร และกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาใบตะไคร้ที่มีสมบัติน่าสนใจทั้งยังเป็นวัตถุดิบเหลือใช้



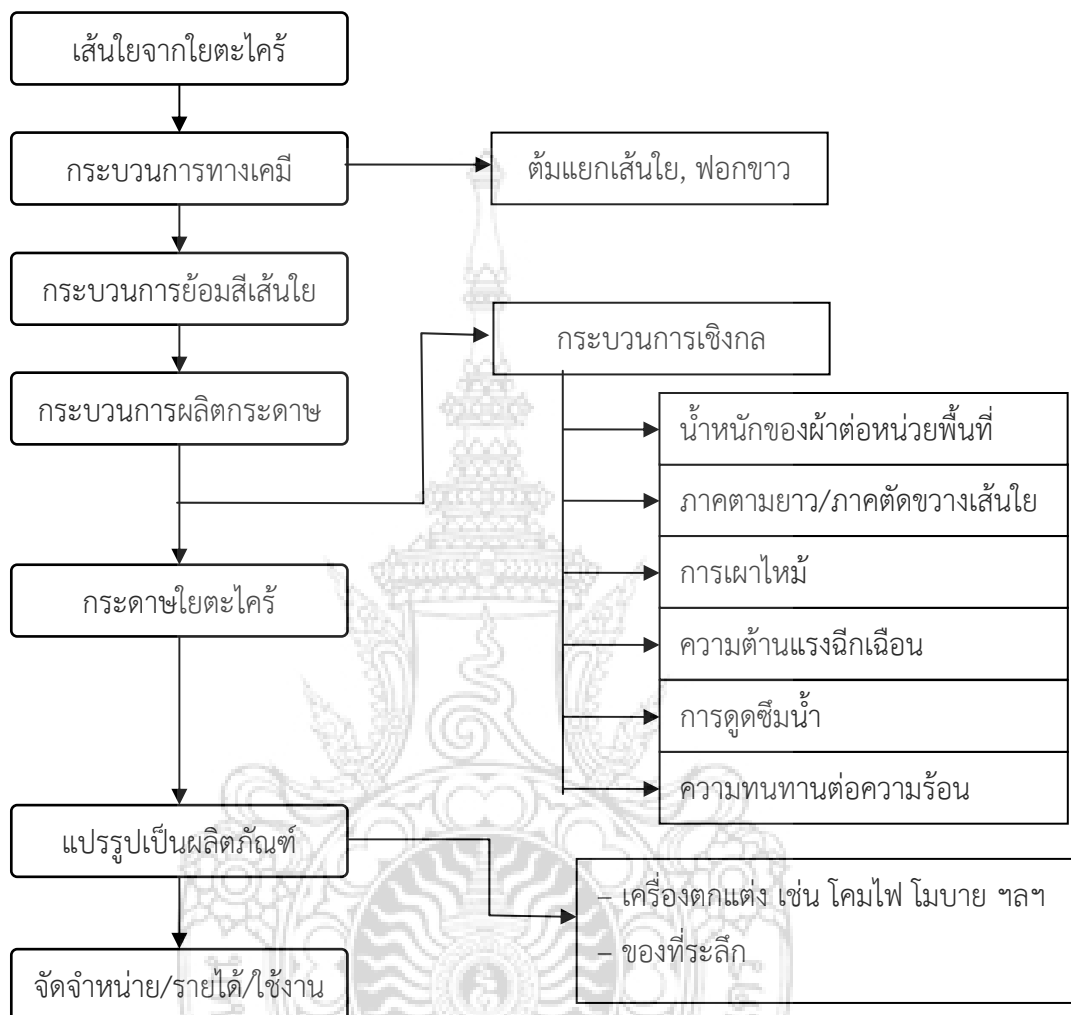
๓. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
๔. ดำเนินการทดลอง
๕. ผลการทดลองและการนำไปเผยแพร่ผลงาน
๖. การถ่ายทอดสู่ชุมชนในจังหวัดราชบุรี
๗. รายงานผลการดำเนินงานโครงการวิจัย และจัดทำรูปเล่ม

#### กรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย

๑. ทดลองการแยกเส้นใยจากใบตะไคร้
๒. การขึ้นรูปเส้นใยจากใบตะไคร้
๓. ขยายผลผลิตภัณฑ์จากเส้นใยจากใบตะไคร้



## กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. สามารถเผยแพร่องค์ความรู้ โดยนำผลการวิจัยไปใช้งานได้
๒. นำผลงานวิจัยไปพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องตกแต่งบ้าน เช่นโคมไฟ โคมบาย และของที่ระลึก เป็นต้น
๓. สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับใบตะไคร้ได้
๔. สามารถพัฒนาผลการวิจัยนำไปต่อยอดในกลุ่มชุมชน เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์

## นิยามศัพท์

**การแปรรูปผลิตภัณฑ์** หมายถึง การนำวัตถุดิบ วัสดุที่ใช้งานหรือวัสดุที่เหลือจากการใช้งาน (ใบตะไคร้) นำมาผ่านขั้นตอนแปรรูปจากใยตะไคร้ผลิตออกมาในรูปกระดาษเพื่อใช้งาน จากนั้นนำไปแปรรูปตกแต่งขึ้นรูปเป็นชิ้นงานเช่น การทำคอมไฟ ของที่ระลึกต่างๆ

**การแปรรูป** หมายถึง การนำผลผลิตทางการเกษตรซึ่งมีอยู่ในรูปวัตถุดิบผ่านขบวนการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในกรรมวิธีการผลิต การแปรรูปเพื่อสามารถบริโภค มีอายุยืนยาวขึ้น ตลอดทั้งความสะดวกสบายในรูป ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูป

**เส้นใย** หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียวย องค์กรประกอบของเซลล์ ส่วนใหญ่ เป็นเซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส (glucose) ซึ่งโมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมาก เกิดการเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใยขึ้น

**เส้นใยตะไคร้** หมายถึง ส่วนประกอบของใยจากใบตะไคร้ที่มีความยาว มีความละเอียดอ่อน ความเหนียวและความแข็งแรง เหมาะที่จะนำไปทำเป็นเยื่อกระดาษ เพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งาน เช่น ทำเป็นกระดาษ ก่อถ่วง กรอบรูป คอมไฟ หรือผลิตภัณฑ์อื่น

**เส้นใยจากพืช** ได้แก่ เส้นใยจากเซลลูโลส เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งได้จากส่วนต่างๆของพืช เช่น ป่าน ปอ ลิ้นจี่ ใยสับปะรด ใยมะพร้าว ฝ้าย ฝู่น ศรนารายณ์ เป็นต้น เซลลูโลสเป็น โพลิเมอร์ ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสจำนวนมาก มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขา

บทที่ ๒  
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้ (Development and Processed Products from Lemongrass Fibre) ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

๑. ตะไคร้
๒. การแยกเส้นใย
  - กระบวนการทางเคมี
  - กระบวนการเชิงกล
  - กระบวนการกึ่งเคมี
๓. กระบวนการผลิตกระดาษ
๔. การแปรรูปผลิตภัณฑ์
๕. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตะไคร้



ภาพที่ ๒-๑ ลักษณะภายนอกของต้นตะไคร้

ชื่อวิทยาศาสตร์ Cymbopogon citratus (DC.) Stapf

ชื่อวงศ์ Graminae

ชื่อท้องถิ่น ตะไคร้ (เหนือ) ไคร (ใต้) คาหอม (เงี้ยว - แม่ฮ่องสอน) เช็ดเกรบ เหลอะเกรย (เขมร - สุรินทร์) ห่อวอตะโป้ (กะเหรี่ยง - แม่ฮ่องสอน) หัวสิงไค (เขมร - ปราจีนบุรี)

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** ตะไคร้เป็นพืชล้มลุกมีอายุหลายปี ลำต้นอยู่รวมกันเป็นกอ ลำต้นมักอยู่ใต้ดินตั้งตรงมีข้อและปล้องสั้นค่อนข้างแข็ง มีข้อและปล้องสั้น แข็ง ลำต้นส่วนที่อ่อนจะมีใบเรียงซ้อนกันแน่น ตัวใบเรียวยาวได้ถึง ๙๐ เซนติเมตร กว้างไม่เกิน ๒ เซนติเมตร กาบใบเป็นแผ่นยาว โอบซ้อนกันจนดูแข็ง ใบเป็นใบเดี่ยว รูปเรียวยาว ปลายใบเรียวแหลม ผิวใบสากมือทั้งสองด้าน ขอบใบมีขนขึ้นอยู่เล็กน้อย ก้านใบสีขาวนวลหรือม่วงอ่อนแผ่เป็นกาบ เมื่อขยี้ดมจะมีกลิ่นหอม ดอกออกเป็นช่อกระจาย ช่อดอกย่อยมีก้านออกเป็นคู่ ๆ ในแต่ละคู่จะมีใบประดับรองรับ แต่ดอกออกยาก ดอกเป็นดอกช่อยาว ผลมีขนาดเล็ก มักไม่ค่อยพบดอกและผลมากนัก ตะไคร้ใช้เหง้าปลูก โดยเอาลำต้นหรือเหง้าปักชำโดยตัดเอาใบออกให้เหลือช่วงโคนใบยาวพอสมควร ปักเฉียงลงดิน ตะไคร้ชอบดินร่วนซุย ไม่ชอบน้ำขัง และปลูกได้ตลอดปี

ส่วนที่ใช้เป็นยา ลำต้นเหง้าแก่สดหรือแห้ง ช่วงเวลาที่เก็บเป็นยา เก็บเกี่ยวเมื่อตะไคร้อายุประมาณ ๙๐ วัน รสและสรรพคุณยาไทย รสปร่า กลิ่นหอม บำรุงธาตุไฟ แก้โรคทางเดินปัสสาวะ ขับลมในลำไส้ เจริญอาหาร แก้กาว

#### **ประโยชน์ทางอาหาร**

**ส่วนที่ใช้เป็นอาหาร** ลำต้นตะไคร้ รสปร่า มีกลิ่นหอมใช้เป็นเครื่องเทศ

**การปรุงอาหาร** ตัดลำต้นตะไคร้ส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินประมาณ ๑ - ๒ นิ้ว นำมาใช้เป็นเครื่องปรุงรสและแต่งกลิ่นอาหารไทยได้หลากหลาย ชนิดใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องแกง เช่นน้ำพริกแกงทุกชนิด ต้มยำ ต้มเนื้อ ยำ ต้มโคล้ง แกงไตปลา ข้าวยาปักชี่เต้ เป็นต้น ตะไคร้ที่ใส่ในอาหารจะช่วยให้กลิ่นหอม เนื้อสัตว์ทำให้รสดีขึ้น และยังช่วยขับลมอีกด้วย

**ประโยชน์อื่น** น้ำมันตะไคร้ใช้เป็นเครื่องหอมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสบู่ ยาหม่องหรือทำเป็นของพันทาผิวหนังเป็นยากันแมลง เส้นใยตะไคร้สามารถนำไปทอเป็นเสื้อ

**สรรพคุณและการนำไปใช้เป็นยาสมุนไพรสำหรับงานสาธารณสุขมูลฐาน** ตะไคร้เป็นยารักษาอาการขัดเบา ผู้ที่ปัสสาวะขัด ไม่คล่อง (แต่ต้องไม่มีอาการบวม) ให้ใช้ต้นแก่สดหั่นซอยสั้นเป็นเส้นบาง ๆ วันละ ๑ กำมือ (สดหนัก ๔๐ - ๖๐ กรัม หรือ แห้งหนัก ๒๐ - ๓๐ กรัม) ต้มกับน้ำดื่มวันละ ๓ ครั้ง ก่อนอาหาร ครั้งละ ๑ ถ้วยชา (๗๕ มิลลิเมตร) หรือใช้เหง้าที่อยู่ใต้ดินผานเป็นแว่นบาง ๆ คั่วไฟอ่อน ๆ พอเหลือง ชงเป็นยาต้มวันละ ๓ ครั้ง ๆ ๑ ถ้วยชา พอปัสสาวะสะดวกแล้วจึงหยุดยา

**ประโยชน์ทางยา** ใบ ต้น เหง้า ทั้งต้น

**ส่วนที่ใช้เป็นยาสรรพคุณในตำรายาไทย**

**ใบ** รสปร่า ลดความดันโลหิต แก้ไข้

**ต้น** รสหอมปร่า ขับลม แก้โรคทางเดินปัสสาวะ แก้นิว ดับกลิ่นคาว เจริญอาหาร

**เหง้า** รสปร่า แก้เบื่ออาหาร บำรุงไฟธาตุ แก้กษัย ขับลมในลำไส้ แก้ปัสสาวะขัด แก้ปัสสาวะพิการ แก้นิว



**ทั้งต้น รสหอมปร่า แก่หืด แก่ปวดท้อง ขับปัสสาวะ บำรุงธาตุ ขับเหงื่อ**

### **การแยกประเภทตะไคร้**

1. ตะไคร้กอ
2. ตะไคร้ต้น
3. ตะไคร้หางนาค
4. ตะไคร้หน้า
5. ตะไคร้หางสิงห์
6. ตะไคร้หอม

### **การแยกเส้นใย**

ในการวิจัยครั้งนี้สิ่งสำคัญในการแยกเส้นใยจากตะไคร้ เพื่อนำเส้นใยไปใช้ประโยชน์ คือ การใช้ส่วนใบของต้นตะไคร้ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ นำมาแยกเป็นเส้นใยที่มีสมบัติเหนียวและยืดหยุ่น เหมาะกับการนำไปแปรรูปเพื่อทำผลิตภัณฑ์ เส้นใยที่มีคุณภาพจะแยกเส้นใยได้จากใบจากส่วนลำต้น จะให้เส้นใยที่มีความยาวที่มีความแข็งแรงนุ่มเหนียว ส่วนปลายใบ จะได้เส้นใยที่มีความยาวค่อนข้างสั้น และกระด้าง ในการแยกเส้นใยเป็นขั้นตอนของการผลิตเส้นใยที่สำคัญ วิธีการแยกเส้นใยจากพืชมีหลายวิธีแตกต่างกัน ดังนี้

#### **กระบวนการทางเคมี**

เป็นวิธีที่ทำให้เยื่อที่ได้มีความสะอาดมาก เพราะถูกต้มด้วยน้ำยาเคมีในหม้อต้มจนกระทั่งเส้นใยแยกออกจากกัน เส้นใยที่ผ่านกระบวนการนี้จะมีคุณภาพละเอียด เยื่อจะมีความนุ่มและพอกให้ขาวได้ง่าย จึงใช้ทำกระดาษได้หลายชนิด เช่น กระดาษที่ใช้สำหรับพิมพ์และเขียน กระดาษห่อของขงวัญ กระดาษลูกฟูกสำหรับทำกล่อง เป็นต้น แต่ได้ปริมาณเยื่อกระดาษน้อย

หลักการของกระบวนการทางเคมีเป็นกรรมวิธีการผลิตเยื่อที่ใช้สารเคมีละลายสารในเนื้อไม้ที่เป็นตัวยึดให้เส้นใยกับเส้นใยที่จับตัวกันไว้ออกมา วิธีการนี้เป็นวิธีการนำวัตถุดิบมาต้มกับสารเคมีความเข้มข้นสูงในหม้อต้มเยื่อ (digester) เยื่อจากกระบวนการนี้จะมีปริมาณเซลลูโลสสูง มีลิกนินและสารอินทรีย์อื่น ๆ ปนอยู่น้อยมาก มีความเหนียวสูง ใช้ผลิตกระดาษที่มีคุณภาพดี กระบวนการนี้แบ่งได้ดังนี้คือ

**กระบวนการโซดา (Soda process)** เป็นกระบวนการที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นน้ำยาต้มย่อยเยื่อ โดยเยื่อที่ได้จะสะอาดมีคุณภาพที่สม่ำเสมอ เป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดเวลา

และประหยัดเชื้อเพลิง ส่วนใหญ่ใช้ทำกระดาษพิมพ์เขียน นอกจากนั้นการผลิตกระดาษชนิดพิเศษ เช่น กระดาษสาจะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อเช่นกัน

**กระบวนการซัลเฟตหรือคราฟท์ (Sulphate or Kraft process)** สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้ คือ โซเดียมซัลไฟต์ แต่เรียกชื่อกระบวนการซัลเฟต เพราะใช้สารเคมีโซเดียมซัลเฟต (Sodium sulphate) เป็นสารเคมีในการทำน้ำยาเคมีกลับคืน เยื่อซัลเฟตส่วนใหญ่ใช้ทำกระดาษห่อของ กระดาษเหนียว (Kraft paper) กระดาษผิวกล่อง (Kraft Linerboard) และเยื่อซัลเฟตฟอกขาว ใช้ทำกระดาษได้หลายชนิดตั้งแต่กระดาษพิมพ์เขียนจนถึงกระดาษอนามัย

**การล้างเยื่อ (Washing)** ขั้นตอนนี้ของเหลวจากการต้มเยื่อจะถูกล้างแยกออกจากเยื่อของเหลวนั้น ประกอบด้วย สารเคมี ลิกนิน และส่วนประกอบอื่นของเส้นใย ของเหลวที่ได้นี้เรียกว่าของเหลวดำ (Black Liquor) ซึ่งจุดประสงค์ในการล้างเยื่อ คือ ล้างของเหลวดำออกจากเยื่อลดการใช้สารเคมีในขั้นตอนการผลิตถัดไปและสามารถนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ในขั้นตอนการต้มเยื่ออีกครั้ง

**การฟอกขาว (Bleaching)** หมายถึง การกำจัดสารมีสีในธรรมชาติที่ติดมากับวัสดุสิ่งทอ โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีถือว่าเป็นการทำความสะอาดขั้นสุดท้ายก่อนนำไปย้อมหรือพิมพ์ จึงควรทำการฟอกขาวให้สมบูรณ์ เพื่อให้เส้นใยที่ย้อมหรือพิมพ์มีความสม่ำเสมอหรือมีสีที่สดใสเมื่อผ่านกระบวนการฟอกขาวแล้ววัสดุสิ่งทอจะมีความขาว (Whiteness) เพิ่มขึ้น

ขั้นตอนการฟอกเยื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพเยื่อด้านความขาว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นในการผลิตกระดาษบางชนิด เช่น กระดาษพิมพ์เขียน กระดาษทิชชู กระดาษสาและกระดาษอื่นๆ กระบวนการฟอกเยื่อยังแบ่งเป็นแบบหลายขั้นตอน และขั้นตอนเดียวทั้งนี้ขึ้นกับความขาวของเยื่อที่ต้องการ เช่น กระดาษพิมพ์เขียนและกระดาษทิชชู ต้องการความขาวของเยื่อมากจะใช้วิธีการฟอกหลายขั้นตอน ส่วนกระดาษสาความขาวของเยื่อที่ต้องการเพื่อให้สามารถใช้ย้อมสีได้เท่านั้น จึงใช้การฟอกแบบขั้นตอนเดียว สารเคมีที่ใช้ในการฟอกเยื่อมีหลายชนิด ได้แก่ ไฮโปคลอไรท์ คลอรีน โซเดียมไฮดรอกไซด์ คลอรีนไดออกไซด์ ออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เยื่อที่ผ่านการฟอกแล้วจะมีลิกนินเหลืออยู่ประมาณ ๑ เปอร์เซ็นต์ และความขาวสว่างของเยื่อที่ฟอกแล้วจะมีค่า ๘๐-๘๕ เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการฟอกสีจะทำให้ความแข็งแรงของเยื่อลดลงด้วย

**โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) หรือโซดาไฟ (Caustic soda)** เป็นต่างแก่ที่ละลายได้ในน้ำ เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในท้องตลาดว่า คอสดิกโซดา ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า NaOH เป็นสารเคมีประหนึ่งที่มีฤทธิ์เป็นด่างอย่างแรง เมื่ออยู่ในสารละลายจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ๑๑ - ๑๒ มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวอยู่ในรูปเป็นเม็ดแผ่นหรือสารละลาย ถ้าทิ้งไว้ในบรรยากาศจะสามารถดูดความชื้นจากอากาศจนกลายเป็นสารละลาย ได้ค่าความถ่วงจำเพาะ ๒.๑๔ จุดหลอมเหลว ๓๑๘ องศาเซลเซียส ละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ และเกลือคลอรีน ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

อุตสาหกรรมประเภทอื่น เช่น ผงชูรส สบู่ ผงซักฟอก ทอผ้า ฟอกย้อม และกระดาษ และใช้ใน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน ตลอดจนใช้ในการฟอกล้างและกำจัดสิ่งสกปรก

**อุณหภูมิ (Temperature)** โดยทั่วไปอุณหภูมียิ่งสูงปฏิกิริยาการสลายตัวก็ยิ่งรุนแรงมากขึ้น อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะต้องควบคุม

**การแยกเส้นใยโดยการแช่หมัก** การแช่หมักเพื่อแยกเส้นใย เป็นการแช่หมักด้วยแบคทีเรีย ซึ่งแบคทีเรียจะทำลายเนื้อเยื่อให้เน่าเปื่อย แล้วจึงแยกเส้นใยออกจากผิวและเนื้อใบ แบคทีเรียจะทำ ปฏิกิริยาสลายเนื้อเยื่อที่ยึดเส้นใยอยู่กับผิว และเนื้อใบออกจากกัน เส้นใยที่ได้ยังคงสมบูรณ์ ซึ่ง ประกอบด้วยเซลลูโลส

เพื่อให้การแช่หมักได้อย่างสม่ำเสมอเนื้อเยื่อสลายตัวได้ดี ชิ้นส่วนของพืชที่เตรียมไว้ควรมัด พอหกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ๕ เซนติเมตร ในแต่ละมัด นำไปวางเรียงในบ่อหมัก หรือ ลำน้ำที่มีความลึกไม่ต่ำกว่า ๙๐ เซนติเมตร ใช้เวลาประมาณ ๕ - ๑๒ วัน ต้องระมัดระวังให้ชิ้นส่วนของพืชจมใต้น้ำตลอดเวลาการแช่หมัก ใช้วัตถุหนักพอควรวางทับไว้ข้างบน เพื่อให้ใบอยู่ใต้วงน้ำ ตลอดเวลาที่แช่หมัก ถ้าแช่หมักในทางน้ำไหลจะช่วยให้อากาศของเส้นใยสลายขึ้น และไม่มีกลิ่นเหม็น จะรู้ว่าใบที่แช่หมักไว้แยกเส้นใยออกได้หรือไม่ ต้องคอยตรวจดูอย่างใกล้ชิดและบ่อย ๆ หลังจากการแช่ หมักไปแล้วระยะหนึ่ง เมื่อใบที่แช่หมักพร้อมที่จะแยกเส้นใยได้ นำใบไปล้างน้ำ โดยจับโคนใบที่มัดไว้ แล้วส่ายในน้ำสะอาดไปมาแรง ๆ จนกว่าผิวและเนื้อเยื่อใบหลุดออกทั้งหมด และเหลือแต่เส้นใย แล้ว นำเส้นใยไปล้างน้ำให้สะอาดอีกครั้ง จึงนำไปผึ่งแดดให้แห้ง

**การแยกเส้นใยโดยการใช้ด่าง** การแยกเส้นใยโดยการใช้ด่าง มีกระบวนการคล้ายกับการ แยกเส้นใยโดยการแช่หมัก แต่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นด่างมาช่วยย่อยสลายเนื้อเยื่อ แทน แบคทีเรีย โดยการทำให้พืชที่ต้องการแยกเส้นใยเกิดการพองตัว และโซเดียมไฮดรอกไซด์ย่อยสลาย เนื้อเยื่อส่วนที่หลุดออกมาก โดยจะเหลือส่วนที่เป็นเส้นใยที่ต้องการ ขั้นตอนนี้ดีกว่าการแช่หมัก เพราะไม่ส่งกลิ่นเหม็น และใช้เวลาที่น้อยกว่า แต่ถ้าใช้ปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มากเกินไป มีผลทำให้สมบัติของเส้นใยเปื่อยและแตกขาดได้ง่ายเนื่องจากสารที่เข้มข้นไปทำลาย โครงสร้างภายในเส้นใย

### กระบวนการเชิงกล

**การแยกเส้นใยโดยใช้อุปกรณ์ช่วยขูดแยก** เป็นวิธีการแยกเส้นใยที่สิ้นเปลืองเวลามาก และเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน เพราะว่าพืชแต่ละชนิดมีสภาพที่ต่างกัน อาจเป็นกรด หรือเป็นด่าง ทำให้ระคายเคืองต่อผิวผู้ปฏิบัติงานได้ ในกรณีที่สภาพของพืชที่นำมาแยกเส้นใยนั้นเป็นกรด จะทำให้ ผิวหนังบริเวณนี้ อาจแตกเป็นร่องลึกตามรอยย่นของผิวหนัง แต่เส้นใยที่ได้จากการขูดแยกด้วยมือมี คุณภาพดี การแยกเส้นใยด้วยมือ โดยใช้อุปกรณ์ช่วยเพื่อการขูดแยกเส้นใยมีดังต่อไปนี้

๑) ใช้กระเบื้องแตกเพื่อขูดแยกเส้นใย เลือกแผ่นกระเบื้องแตกชิ้นที่มีผิวเรียบเสมอกัน การขูดแยกเส้นใย จะวางชิ้นส่วนของพีชที่ต้องการแยกเส้นใยบนแผ่นไม้ผิวเรียบ แล้วจับกระเบื้องใช้ด้านที่มีผิวเรียบขูดผิวด และเนื้อของทั้งสองด้านออกเหลือแต่เส้นใย นำเส้นใยไปล้างในน้ำสะอาดแล้วตากแดดให้แห้ง การขูดกระเบื้องผู้ปฏิบัติงานที่ไม่ชัดเจนกระเบื้องจะตัดเส้นใยขาด หรืออาจบาดเจ็บมือได้

๒) ใช้มีดบางเพื่อช่วยขูดแยกเส้นใย ควรใช้มีดบางทำจากเหล็กปลอดสนิมหนาประมาณ ๑ มิลลิเมตร ไม่มีคม มีด้ามจับแข็งแรง การขูดแยกเส้นใยมีขั้นตอนการขูดแยกคล้ายกับการใช้กระเบื้องแตกเพื่อขูดแยกเส้นใย แต่กระทำได้ง่ายกว่าการใช้กระเบื้องแตก เพราะอุปกรณ์ที่ใช้มีการจับถนัดมือกว่า

๓) ใช้ไม้ไผ่ผ่าซีกเพื่อช่วยขูดแยกเส้นใย ใช้ไม้ไผ่ท่อนยาวประมาณ ๖๐ - ๘๐ เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๓ - ๕ เซนติเมตร ผ่าซีกยาวประมาณกึ่งกลางท่อนใช้เชือก หรือหวายรัดไม่ให้ไม้ไผ่แตกแยกออกจากกัน การขูดแยกเส้นใยธรรมชาติทำได้โดยการสอดครึ่งละประมาณกึ่งกลางใบ แล้วดึงให้ผิวและเนื้อของหลุดออก ทำซ้ำ ๒ - ๓ ครั้ง จะได้เส้นใยที่สะอาด การขูดแยกเส้นใยได้เร็วกว่าการใช้กระเบื้องแตกและมีดบาง

๔) การแยกเส้นใยโดยการขูดแยกเส้นใยด้วยเครื่อง การขูดแยกเส้นใยด้วยเครื่องสามารถขูดแยกเส้นใยได้เร็วกว่าการขูดด้วยมือ หรือการแช่หมัก แต่ยังมีข้อจำกัดบางอย่าง เช่น การขาดของเส้นใย เส้นใยไม่สะอาด และต้องใช้พีชที่มีใบค่อนข้างใหญ่และใบหนาเท่านั้น ก็จะสามารถใช้เครื่องขูดแยกเส้นใยได้ เช่น ปานศรนารายณ์

การแยกเส้นใยด้วยวิธีการนี้นิยมใช้กับเส้นใยที่มีลักษณะใบหรือลำต้นที่หนาพอควร ส่วนของใบตะไคร้ไม่นิยมใช้วิธีการนี้เนื่องจากใบตะไคร้มีลักษณะบอบบาง รูปร่างใบเล็กเรียวยาว วิธีการนี้จึงไม่เหมาะกับการนำมาใช้แยกใยใบตะไคร้

#### การตรวจลักษณะทั่วไปด้วยกล้องจุลทรรศน์

๑) บันทึกสภาพของตัวอย่างว่าเป็นเส้นใย เส้นด้าย ผ้า หรืออื่น ๆ ตรวจดูสี ความยาวและความละเอียดของเส้นใย ความสม่ำเสมอของลักษณะภายนอกที่มองเห็น และประโยชน์ใช้สอย ถ้าตัวอย่างเป็นผ้าให้เลาะหรือตัดแยกเส้นด้ายออก ถ้าเป็นผ้าทอต้องแยกด้ายยืนและด้ายพุ่งออกจากกัน ถ้าเส้นด้ายต่างกัสนี้สี ความมัน ขนาด หรืออื่น ๆ ให้แยกเส้นด้ายเหล่านี้ออกจากกันโดยทางกายภาพเพื่อแยกตรวจ

๒) วางเส้นใยจำนวนเล็กน้อยลงบนแผ่นสไลด์ เชียเส้นใยให้แยกออกจากกัน หยดน้ำมันแร่หรือของเหลวชนิดอื่นลงไปหนึ่งหยด ปิดทับด้วยแผ่นแก้วสำหรับปิด แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย ๑๐๐ เท่า

- ๓) สังเกตลักษณะภายนอกของเส้นใย ซึ่งจำแนกได้เป็น ๔ พวก ดังนี้<sup>๑)</sup>
- เส้นใยที่มีเกล็ดที่ผิว ได้แก่ เส้นใยที่เป็นขนของสัตว์ เช่น ขนสัตว์ ขนอูฐ และอื่น ๆ
  - เส้นใยที่มีรอยขีดตามขวาง (cross markings) ได้แก่ เส้นใยพืช ยกเว้นฝ้าย ให้ตรวจดูรายละเอียดอื่น ๆ รวมทั้งภาคตัดขวาง เช่น ความแตกต่างระหว่างปานลินินและปานรามีกกับปานแฮมป์ สังเกตได้จากทิศทางของการบิดตัวเมื่อแห้ง
  - เส้นใยที่บิดเป็นเกลียว ได้แก่ ฝ้าย และไหมป่า (tussah silk) ความแตกต่างระหว่างเส้นใยทั้งสองชนิดนี้ทราบได้จากการดูภาคตัดขวาง
  - เส้นใยชนิดอื่น ๆ ได้แก่ เส้นใยประดิษฐ์ทุกชนิด ไหมเลี้ยง (Bombyx mori-silk) และใยหิน (asbestos) ไหมเลี้ยงและใยหิน ตรวจสอบได้โดยการดูลักษณะของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ การเผาไหม้ และการละลาย

#### การตรวจลักษณะภาคตัดขวางด้วยกล้องจุลทรรศน์

วิธีเตรียมตัวอย่างโดยใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม

- ๑) ร้อยปลายทั้งสองของลวดทองแดง หรือเส้นด้ายขนาดเล็กที่มีความเหนียวเพียงพอเข้าไปในรูของแผ่นเหล็กสอดเส้นใย หรือเส้นด้ายที่จะตรวจสอบเข้าไปในห่วงแล้วดึงผ่านรู ให้ใช้เส้นใยมากพอที่จะอัดรูได้เต็ม ถ้าเส้นใยตัวอย่างมีไม่พอให้ใช้เส้นใยชนิดอื่นที่ทราบชนิดแล้วเพิ่มให้เต็มรู
- ๒) ใช้ใบมีโกนตัดเส้นใยที่โผล่จากแผ่นเหล็กด้านหนึ่ง ป้ายด้วยคอลโลเดียน ปล่อยให้แห้ง แล้วจึงตัดด้านที่สอง ส่องดูด้วยกล้องกำลังขยาย ๒๐๐ ถึง ๕๐๐ เท่า โดยใช้แสง (transmitted light) แล้วเปรียบเทียบกับรูปในผนวก ก. (หน้า ๑๐๗) หรือภาคตัดขวางของเส้นใยที่ทราบชนิดแล้ว

#### การทดสอบการเผาไหม้

- ๑) ใช้ปากคีบจับเส้นใยมากกระจุกหนึ่งแล้วนำไปจ่อข้างเปลวไฟ ให้สังเกตว่าเส้นใยหลอมหรือหดตัวจากเปลวไฟหรือไม่
- ๒) เลื่อนเส้นใยเข้าไปในเปลวไฟ สังเกตดูว่าเส้นใยไหมไฟหรือไม่ เมื่อเส้นใยติดไฟแล้วก็ค่อยๆ นำออกมาจากเปลวไฟ แล้วสังเกตดูว่าเส้นใยยังคงไหมไฟต่อไปอีกหรือไม่
- ๓) ถ้าเส้นใยยังไหมไฟอยู่ให้เป่าไฟให้ดับ ดมกลิ่นควัน แล้วตรวจดูสีและลักษณะของเถ้าที่เหลือ

<sup>๑)</sup> ภาคผนวก ก. หน้า ๙๑ - ๑๐๗.



๔) เปรียบเทียบลักษณะการไหม้ไฟกับตารางที่ ๓ และกับเส้นใยที่ทราบชนิดแล้ว เส้นใยบางชนิดได้รับการปรุงแต่งให้สามารถต้านทานการลุกลามของเปลวไฟ ซึ่งทำให้ลักษณะการไหม้ไฟผิดไปจากตารางที่ ๓ (หน้า ๑๐๓) และเส้นใยบางชนิดที่มีสารสีผสมอยู่ สีของเส้นใยจะเปลี่ยนไปด้วย

๕) เส้นใยบางชนิดขณะไหม้ไฟจะมีกลิ่นเฉพาะตัว ขนของสัตว์ และเส้นใยประดิษฐ์ที่ทำจากโพรตีน (azlon) จะมีกลิ่นเหมือนนม หรือขนนกไหม้ไฟ เส้นใยพีชและเรยอนมีกลิ่นเหมือนกระดาษไหม้ไฟ ส่วนยางและเส้นใยประดิษฐ์ชนิดอื่น ๆ เช่น อะคริลิก ไนลอน และสแปนเดกซ์ (spandex) ก็มีกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งสามารถบอกได้จากประสบการณ์

### การต้านแรงฉีกขาด

#### การทดสอบ

๑) ให้ทดสอบชิ้นทดสอบซึ่งปรับภาวะแล้ว ในบรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบสิ่งทอที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ  $65 \pm 2$  อุณหภูมิ  $27 \pm 2$  องศาเซลเซียส

๒) ยกตุ้มให้อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น และเลื่อนเข็มไปจนติดปุ่มตั้งเข็ม ใส่ชิ้นทดสอบที่ปรับภาวะแล้วลงในที่จับ ให้แนวกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ และที่จับอยู่ตรงกัน พร้อมทั้งขอบล่างของชิ้นทดสอบวางอยู่บนฐานที่จับพอดี โดยที่ขอบบนของชิ้นทดสอบขนานกับขอบบนของที่จับ และเส้นด้ายตามแนวกว้างต้องตั้งฉากกับขอบบนของที่จับด้วย ขันหมุดเกลียวยึดชิ้นทดสอบให้แน่น โดยใช้แรงกดที่ยึดทั้งสองข้างให้ใกล้เคียงกัน

๓) ถ้ายังไม่ได้ตัดรอยแยกด้วยแบบตัด ให้ใช้ใบมีดที่ติดมากับเครื่องตัดชิ้นทดสอบเป็นรอยแยกยาว ๒๐ มิลลิเมตร โดยเริ่มจากขอบล่างแล้วเหลือความยาวไว้  $43.0 \pm 0.15$  มิลลิเมตร สำหรับที่จะฉีกให้ขาด

๔) กดปุ่มปล่อยให้ตุ้มแกว่ง หลังจากชิ้นทดสอบขาดแล้วให้จับตุ้มไว้ในจังหวะที่เหวี่ยงกลับ โดยไม่ให้ตำแหน่งของเข็มชี้ผิดไปจากเดิม อ่านค่าที่ได้บนสเกลให้ได้ค่าใกล้เคียงค่าที่แบ่งบนสเกลสำหรับขีดความสามารถที่ใช้

๕) ถ้าชิ้นทดสอบลื่นหลุดตรงปากจับ หรือเกิดการฉีกขาดออกนอกแนวของรอยแยกเดิมเกิน ๖ มิลลิเมตร ค่าที่ได้ต้องตัดทิ้งไป และให้บันทึกว่ามีรอยย่น (puckering) เกิดขึ้นในขณะทดสอบด้วยหรือไม่

### การทดสอบหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว

๑) ชิ้นทดสอบสำหรับหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว ให้ตัดชิ้นทดสอบออกมาจากผืนผ้าบริเวณที่ห่างจากปลายทั้งสองข้างไม่น้อยกว่า ๒ เมตร ถ้าเป็นผ้าที่มีลวดลายและน้ำหนักแตกต่างกัน

ต้องตัดมาให้ครบแบบ หรือลายที่ซ้ำกัน (pattern repeat) การตัดชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต้องตัดออกเป็นแนวตั้งฉากกับริมผ้า และตลอดความกว้างของผืนผ้า ส่วนความยาวให้เป็นดังนี้

๑.๑) ถ้าผ้ากว้างกว่า ๑๐ เซนติเมตร ให้ตัดยาวไม่น้อยกว่า ๕๐ เซนติเมตร

๑.๒) ถ้าผ้ากว้าง ๑๐ เซนติเมตร หรือน้อยกว่า ให้ตัดยาวไม่น้อยกว่า ๕ เมตร

๒) ชิ้นทดสอบสำหรับหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ให้ตัดชิ้นทดสอบออกมาจากผืนผ้าบริเวณห่างจากปลายทั้งสองข้างไม่น้อยกว่า ๒ เมตร และห่างจากริมผ้าทั้งสองข้างไม่น้อยกว่าหนึ่งในสิบของความกว้างของผืนผ้า หากเป็นผ้าที่มีลวดลายหลายแบบ และมีน้ำหนักแตกต่างกัน ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นที่ตัดออกมาต้องประกอบด้วยลวดลายทุกแบบเหมือน ๆ กัน ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นจะต้องมีรูปร่างสม่ำเสมอ และมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ ตารางเซนติเมตร

### จำนวนชิ้นทดสอบ

ให้ตัดชิ้นทดสอบจากที่ ๓ แห่ง เป็นระยะห่างเท่า ๆ กัน ตลอดความยาวของผืนผ้า ดังนี้

๑) วิธีหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว ให้ทำดังนี้

๑.๑) วัดความยาวของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าละเอียดถึงร้อยละ ๐.๕

๑.๒) ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าละเอียดถึงร้อยละ ๐.๕

๑.๓) คำนวณหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาวของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

๒) วิธีหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ให้ทำดังนี้

๒.๑) วัดความยาวและความกว้างของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าละเอียดถึงร้อยละ ๐.๕ และคำนวณหาพื้นที่

๒.๒) ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าละเอียดถึงร้อยละ ๐.๕

๒.๓) คำนวณหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

**การดูดซึม** เป็นปัจจัยหนึ่งในหลาย ๆ ปัจจัยที่ใช้กำหนด ความเหมาะสมของผ้าสำหรับการใช้งานในลักษณะ พิเศษ เช่น ผ้าพันแผล (gauze) หรือผ้าขนหนู (toweling) กระดาษทิชชูการดูดซึมมีความสำคัญมากในวัสดุที่จะนำไปย้อมสี ทั้งนี้ คุณสมบัติและรูปแบบการย้อมสี ขึ้นอยู่กับการดูดซึม (absorbency) สำหรับวัสดุที่ถูกตกแต่งมาโดยใช้เรซินหรือ เป็นการตกแต่งแบบพิเศษ ค่าการดูดซึมจะเป็นปัจจัยที่จะต้องถูกนำมาพิจารณา ความสามารถในการเปียก (wettability) และค่าการดูดซึมผ้า (fabric) เส้นด้าย (yarn) หรือกระดาษ (paper) สามารถที่จะหาค่าออกมาได้โดยวิธีนี้

### วิธีการทดสอบ (Procedure)

๑) ทำการปรับสภาพชิ้นงานทดสอบให้แห้งก่อน และชิ้นงานทุกชิ้นจะต้องผ่านการปรับสภาพ (Condition) ที่อุณหภูมิ  $21 \pm 1$  C และความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 2$  %

๒) นำวัสดุหรือชิ้นงานที่จะทดสอบมาสวมลงบนสะดึงโดยอย่าให้มีรอยยับบนผิวหน้าวัสดุ ขณะซึ่งวัสดุบนสะดึงห้ามใช้แรงดึง ดึงชิ้นงานทดสอบ

๓) วางสะดึงที่ซึ่งวัสดุเสร็จแล้ว ไว้ข้างใต้บิวเรต (Buret) โดยให้ห่างออกจากปลายของบิวเรต  $10 \pm 1$  มม. และปล่อยให้หยดน้ำกลั่นหรือน้ำกรองที่มีอุณหภูมิ  $21 \pm 3$  C ตกลงบนผ้า ๑ หยด

๔) ใช้นาฬิกาจับเวลาที่หยดน้ำซึมหายไป โดยให้จับเวลาสูงสุดเพียง ๖๐ วินาที เวลาดูว่าหยดน้ำหายไปหรือไม่ ควรจะต้องทำในที่สว่าง เช่น เปิดหน้าต่างหรือใช้ไฟ Spotlight ช่วยในการดูหยดน้ำ โดยถ้าหยดน้ำหายไป ก็ให้หยุดจับเวลา และรายงานค่าเวลาที่หยดน้ำหายไป แต่ถ้าจับเวลาแล้ว เกิน ๖๐ วินาที แล้วหยดน้ำไม่หายไปก็ให้จดบันทึกเป็น ๖๐ S หรือ ๖๐ + S

๕) ทำการทดสอบทั้งหมด ๑๐ จุด และอ่านค่าบันทึกผล

### การทนทานต่อความร้อน

**คุณสมบัติเชิงอุณหภูมิ (Thermal Properties)** ในการใช้งานวัสดุมักจะมีพลังงานความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ พลังงานความร้อนนี้อาจจะมาจากสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ หรืออาจเกิดจากการทำงานของมันเองก็ได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้งานวัสดุที่ต้องใช้ความร้อนมาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ลูกกรีตที่ใช้ในการรีดเหล็ก, เครื่องยนต์ต่าง ๆ ซึ่งทำงานที่อุณหภูมิสูง ฯลฯ พลังงานความร้อนนี้จะทำให้คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุเปลี่ยนไป ดังนั้นเราจำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัติด้านความร้อนของวัสดุไว้บ้าง เพื่อช่วยให้การเลือกใช้วัสดุได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ความทนความร้อน (Heat resistance) หมายถึง ความสามารถของวัสดุที่จะคงสภาพและคุณสมบัติเดิมไว้ เมื่อมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ อุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเราเรียกว่า Transition หรือ Transformation Temperature (Point) ในพหุโลหะอุณหภูมิหรือจุดเหล่านี้มีความสำคัญมาก เพราะเป็นจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของมัน เช่น ความแข็ง การเปลี่ยนสภาพของสีของวัสดุ โดยสรุปเมื่อเราพูดถึงความทนความร้อนของวัสดุก็จะหมายถึง ความสามารถในการทนทานของวัสดุต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยไม่ทำให้สภาพภายนอกและภายในของวัสดุเปลี่ยนไปเกินกว่าจะใช้งานได้

### การตกแต่งให้ทนไฟ

การตกแต่งให้ทนไฟ หมายถึง การตกแต่งเพื่อให้ผ้าเกิดการลุกไหม้ได้ยากขึ้นเมื่อโดนความร้อนที่อุณหภูมิสูง การตกแต่งนี้มีการทำกับผ้าฝ้ายหรือผ้าใยผสมของฝ้ายมากที่สุด ทั้งนี้เพราะฝ้ายเป็นเส้นใยที่มีอุณหภูมิที่จะเกิดการลุกไหม้ต่ำกว่าเส้นใยชนิดอื่น ๆ

สิ่งทอต้านทานการกันไฟเป็นวิวัฒนาการด้านสิ่งทอที่นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยในขั้นตอนการผลิต หรือตกแต่งผืนผ้า เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในด้านการต้านไฟให้ดีขึ้น เป็นประโยชน์ในการใช้ทำชุดนักผจญเพลิง หรืองานที่มีความเสี่ยงต่อความร้อนสูง ๆ เช่น ชุดสำหรับนักสำรวจลาวา

ความสำคัญของสิ่งทอต้านไฟและความต้องการในการใช้สิ่งทอต้านไฟ เข้ามามีบทบาทมากขึ้น การผลิตเส้นใยที่นำมาทำเป็นผืนผ้าให้มีสมบัติการต้านไฟที่ดี มีการพัฒนาเส้นใยที่นำมาผลิตเป็นผ้าต้านไฟที่มีคุณภาพสูงให้เป็นที่ยอมรับ และจะต้องให้ความสำคัญกับผ้าที่ใช้ภายในบ้าน อาคาร สถานที่ต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นขนวนอย่างดีในการลุกติดไฟ เช่น ผ้าฝ้าย ผ้าลินิน ผ้าใยสังเคราะห์ต่างๆ ที่มักได้รับการตกแต่งให้มีสมบัติต้านไฟ ทำให้ไฟที่เกิดขึ้นตามมา คือ ก๊าซพิษต่างๆ และกลุ่มควันที่เป็นอันตรายสำหรับคนในระหว่างการเกิดไฟไหม้ จะมีการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (Carbonmonoxide) และคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide) ซึ่งคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซพิษที่รุนแรง มีอันตรายต่อร่างกาย และอัตราส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมีอิทธิพลต่อการลุกไหม้ให้รวดเร็วขึ้น ในชีวิตประจำวันคนส่วนใหญ่ใช้เครื่องนุ่งห่มเป็นปัจจัยสำคัญ เช่น ในสถานที่ทำงาน โรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้น การเลือกใช้สิ่งทอต้านไฟจึงต้องให้ความสำคัญไม่น้อยไปกว่าระบบป้องกันไฟ แม้กระทั่งนักผจญเพลิงที่มีความเสี่ยงอันตรายจากไฟ การให้ความปลอดภัยในเรื่องของชุดที่ผลิตจากสิ่งทอต้านไฟ เพื่อใช้ปฏิบัติหน้าที่เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง

**การทำ Flame retardant** เส้นใยสิ่งทอทุกชนิดมีองค์ประกอบหลักทางเคมีเป็นกลุ่มของ Organic compounds ถ้าเส้นใยเหล่านี้เมื่อนำมาถูกเปลวไฟหรือทำให้ร้อนจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่อไปนี้อย่างขั้นตอนคือ สูญเสียความแข็งแรงภายในตัวมันเอง เริ่มติดลุกไหม้ไฟ เกิดการเผาไหม้ และกลายเป็นเถ้าถ่านในที่สุด ส่วนเส้นใยที่ไม่เกิด effect ที่กล่าวมานี้ คือ กลุ่มเส้นใยประเภท Inorganic เช่น Glass , Asbestors, aluminium silicate และ matal filament แต่ที่อุณหภูมิสูงมากจะเกิดการหลอมเหลวขึ้นกับเส้นใยเหล่านี้

หน้าที่ของการตกแต่งกันไฟนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียชีวิตและป้องกันการถูกไฟไหม้ การตกแต่งประเภทนี้เป็นการตกแต่งชนิดพิเศษ และสามารถใช้ร่วมกับสารตกแต่งชนิดอื่นๆได้ แต่หลักๆของการตกแต่งประเภทนี้คือ ตกแต่งผ้าที่ใช้ในการทหาร(Military fabrics) ชุดทำงานที่มีการทำงานกับความร้อนและเปลวไฟ และเพื่อป้องกันอุบัติเหตุประเภทนี้จึงต้องมีการตกแต่งเพื่อทำนำไปใช้วัสดุสิ่งทอต่าง เช่น ในผ้าม่าน ผ้าปูที่นอน เป็นต้น

การลุกติดไฟของวัสดุสิ่งทอนั้นมีสาเหตุที่เกิดขึ้นจากหลายๆสาเหตุด้วยกัน เช่นเกิดจากสิ่งที่ทำให้เกิดประกายไฟ หรือถูกเปลวไฟเผา เปลวไฟอาจเป็นเพียงประกายไฟจากประทัด หรือดินประสิวตัวทำลายที่ติดไฟได้ง่าย ส่วนปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการลุกติดไฟได้ยาก เช่น การตกแต่งด้วยสารตกแต่งเรซินชนิดต่าง ๆ สารย้อมสี และความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุ เส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวสูงๆ ความเรียบของวัสดุและความหนาของวัสดุจะทำให้การลุกติดไฟได้ยากขึ้น

**ผลิตภัณฑ์ทางการค้า** Aflamman E Brands (Thor Chemicals), Aflamman PUN Special (thor Chemicals), Aflamman VE ๑๕ (Thor Chmicals), Aflamman KWB (Thor

Chemicals), Akoustan A (BASF), Flacavon H ๑๔/๕๘๗ (Schill & Scilacher), Pyrovatex CP new.(CIBA : Pfersee)

### ประโยชน์ของสิ่งทอต้านไฟ

สิ่งทอต้านไฟถูกใช้กันอย่างแพร่หลายรวมถึงในชุดดับเพลิง โรงงานเฟอร์นิเจอร์ สายการบิน แก้อิบนเครื่องบิน ชุดนอนเด็ก ชุดป้องกันไฟพนักงานดับเพลิง

ในเสื้อผ้าป้องกันชุดของนักดับเพลิง เป็นชุดที่ควรได้รับการเอาใจใส่มากที่สุด ระบบของชุดดับเพลิงประกอบด้วยเสื้อโค้ด, กางเกง, ชุดชั้นใน, หมวกกันน็อก, รองเท้า, ถุงมือ เครื่องแบบ และอุปกรณ์ช่วยการหายใจในการป้องกัน ขั้นตอนในของชุดควรจะมีลักษณะ เช่น ทนต่อการตัดและการเจาะทะลุ, มีความสามารถในการกันน้ำ, เหมาะกับร่างกายใส่พอดีตัว และทนทาน

การตกแต่งให้ทนไฟ หมายถึง การตกแต่งเพื่อให้ผ้าเกิดการลุกไหม้ได้ยากเมื่อสัมผัสกับเปลวไฟ หรือความร้อนสูง การตกแต่งทนไฟ นับเป็นการตกแต่งสำเร็จที่มีความสำคัญมากประเภทหนึ่ง เพราะเป็นการตกแต่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์ จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ที่ได้มีการรวบรวมไว้นั้น พบว่า การลุกไหม้ของวัสดุสิ่งทอนับเป็นสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดไฟไหม้ขึ้น และมักเป็นไฟไหม้ที่นำไปสู่การสูญเสียชีวิตด้วย เนื่องจากจุดเริ่มต้นของการไฟไหม้มักจะอยู่ใกล้คน เช่น สาเหตุหนึ่งที่พบบ่อยมาก ได้แก่ การเกิดไฟไหม้บนเตียงนอน และหลับไปโดยยังไม่ได้ดับบุหรี่ ในปัจจุบันจึงมีการให้ความสำคัญกับการตกแต่งทนไฟชุดนอน และที่นอน หมอนมุ้ง เป็นต้น การตกแต่งทนไฟให้กับผ้าปูที่นอนก็เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากเช่นกัน โดยเฉพาะผ้าปูที่นอนที่ใช้ในโรงแรม โรงละคร ซึ่งถ้าหากเกิดลุกไหม้ขึ้น ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายกับชีวิตและทรัพย์สินได้มาก นอกจากนี้ ในการทำงานบางอย่างที่ต้องอยู่ใกล้ไฟ การใส่ชุดทำงานที่มีคุณสมบัติทนไฟ ก็จะช่วยความปลอดภัยได้มาก ในบางประเทศได้ให้ความสำคัญกับการตกแต่งทนไฟให้กับวัสดุสิ่งทอมาก ถึงกับมีการออกกฎหมายบังคับใช้สำหรับวัสดุสิ่งทอบางประเภท

การตกแต่งให้ทนไฟ อาจทำได้ ๒ ระดับคือ

๑) การตกแต่งเพื่อทำให้ผ้าไม่มีการลุกไหม้ต่อ หรือลุกแดง เมื่อแหล่งต้นไฟได้ถูกนำออกไป ผ้าอาจมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติได้บ้าง เรียกว่า ผ้ามีคุณสมบัติต้านไฟ (flame resistant)

๒) การตกแต่งเพื่อทำให้ไม่มีการลุกไหม้ติดไฟเลย และผ้าแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ แม้จะสัมผัสกับเปลวไฟ หรือความร้อนสูง เรียกว่า ผ้ามีคุณสมบัติกันไฟ (flame resistant)

สำหรับการใช้งานโดยทั่ว ๆ ไป การตกแต่งในระดับที่ทำให้ เส้นใย หรือผ้ามีคุณสมบัติในการต้านไฟก็เป็นการเพียงพอแล้ว

### ลักษณะการลุกไหม้ของเส้นใยเมื่อโดนความร้อน

เส้นใยแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการติดไฟ และการลุกไหม้ไม่เหมือนกัน เช่น ฝ้ายลุกติดไฟได้ง่าย และเมื่อลุกไหม้จะให้เปลวไฟ ซึ่งจะไหม้ส่วนที่เหลือต่อไปจนเหลือแต่เถ้าถ่าน แม้ว่าแหล่งต้นไฟ



ถูกนำออกไปแล้ว ถ้าเป็นใยสังเคราะห์ เมื่อเข้าใกล้ไฟมันจะมีการหดตัว เมื่อติดไฟจะลุกไหม้ แต่จะดับไปเองเมื่อแหล่งต้นไฟได้ถูกนำออกไป ดังนั้น วิธีการตกแต่งเส้นใยแต่ละชนิดให้มีคุณสมบัติในการทนไฟจึงแตกต่างกันไป จาก ตารางที่ ๑.๑ เปรียบเทียบให้เห็นถึงคุณสมบัติในด้านความคงทนต่อความร้อนของเส้นใยชนิดต่าง ๆ จะเห็นว่าฝ้ายเป็นเส้นใยที่จะสลายตัวด้วยความร้อน และสามารถลุกไหม้ได้ง่ายที่สุดชนิดหนึ่ง การตกแต่งทนไฟฝ้าย (เส้นใยเซลลูโลส) เป็นเส้นใยชนิดที่มีการใช้กันมากที่สุด

ตารางที่ ๒.๑ เปรียบเทียบคุณสมบัติในด้านความคงทนต่อความร้อนของเส้นใยชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเส้นใย	T <sub>p</sub> (°C)	T <sub>c</sub> (°C)	LOI (%)
ใยขนสัตว์	๒๔๕	๖๐๐	๒๕
ฝ้าย	๒๓๐	๓๕๐	๑๘.๔
วิสโคส	๓๕๐	๔๒๐	๑๘.๙
ไตรอะซีเตท	๓๐๕	๕๔๐	๑๘.๔
ไนลอน ๖	๔๓๑	๔๕๐	๒๐-๒๑.๕
ไนลอน ๖๖	๔๐๓	๕๓๐	๒๐-๒๑.๕
โพลีเอสเตอร์	๔๒๐-๔๔๗	๔๘๐	๒๐-๒๑
อะคริลิก	๒๙๐	๒๙๐	๑๘.๒
นอมเม็กซ์	๔๑๐	๕๐๐	๒๘.๕-๓๐
เคฟลาร์	๕๙๐	๕๕๐	๒๙

T<sub>p</sub> = อุณหภูมิที่เส้นใยเริ่มสลายตัวด้วยความร้อน

T<sub>c</sub> = อุณหภูมิที่เส้นใยลุกไหม้ได้ถ้ามีออกซิเจนเพียงพอ

LOI = Limiting oxygen limit คือ ปริมาณของออกซิเจนที่จำเป็นต้องมีบรรยากาศเพื่อให้เกิดการลุกไหม้ดำเนินต่อไปได้ โดยปกติอากาศมีออกซิเจนอยู่ ๒% เพราะฉะนั้นเส้นใยที่มีค่า “LOI” ต่ำกว่า ๒% จะสามารถลุกไหม้ได้ง่ายกว่าในบรรยากาศ ถ้าค่า “LOI” สูงกว่า หรือเท่ากับ ๒๗% เส้นใยจะมีคุณสมบัติในการต้านไฟ

### หลักการตกแต่งทนไฟฝ้าย (เส้นใยเซลลูโลส)

วิธีการตกแต่งทนไฟฝ้ายอาจกระทำได้หลายวิธี โดยใช้หลักการใดหลักการหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ

- ๑) การกันไม่ให้แก๊สออกซิเจนในบรรยากาศเข้าถึงเส้นใยขณะสลายตัวด้วยความร้อน
- ๒) การกันไม่ให้แก๊สที่ติดไฟง่ายเกิดการลุกไหม้ขึ้น
- ๓) การลดความร้อนที่เส้นใยได้รับ

#### ๔) การลดการเกิดสารที่ติดไฟง่าย

การจำแนกประเภทของสารตกแต่งทนไฟสำหรับเส้นใยเซลลูโลส สามารถจำแนกตามสูตรโครงสร้างทางเคมีได้ ๓ ประเภท คือ

๑) พวกที่เป็นเกลืออนินทรีย์ ได้แก่ เกลือบอแรกซ์ ซิงค์คลอไรด์ แอมโมเนียม คลอไรด์ และเกลือไดแอมโมเนียม ฟอสเฟต ซึ่งสารตกแต่งประเภทนี้มีข้อเสีย คือ ไม่ทนต่อการซัก

๒) พวกที่เป็นสารประกอบของฮาโลเจน ได้แก่พวกที่เป็นสารประกอบของคลอรีน และโบรมีน ซึ่งจะช่วยให้เจือจางแก๊สที่ติดไฟง่ายที่เกิดจากการสลายตัวของเซลลูโลส

๓) พวกที่เป็นสารประกอบของฟอสฟอรัส เป็นกลุ่มที่ให้ผลในการทนไฟดี และความคงทนต่อการซัก และยังช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการลุกแดงของเส้นใยที่ติดไฟในภายหลังด้วย

#### กรรมวิธีการตกแต่ง

๑) การเคลือบ ประกอบด้วยการจุ่มอัดผ้าด้วยสารตกแต่งทนไฟ แล้วอบให้แห้ง ใช้กับสารตกแต่งทนไฟชนิดที่เป็นเกลืออนินทรีย์ และพวกที่เป็นสารประกอบของฮาโลเจน แต่วิธีนี้จะไม่ทนต่อการซัก

๒) วิธีทำปฏิกิริยาเคมีกับเซลลูโลส เป็นการตกแต่งประกอบด้วยการนำสารตกแต่งมาทำปฏิกิริยาเคมีกับกลุ่ม -OH ของเซลลูโลส โดยอาศัยสารเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อม ซึ่งวิธีนี้มีข้อเสียคือทำให้คุณสมบัติการดูดซึมความชื้นของผ้าเสียไป ความแข็งแรงของผ้าลดลง ผ้าที่สัมผัสที่แห้งกระด้าง ความคงทนต่อการซักยังไม่ดีพอ

๓) วิธีทำให้เกิดเป็นสารโพลีเมอร์ขึ้นภายในเส้นใย เป็นการนำสารตกแต่งทนไฟมาทำปฏิกิริยาเคมีให้เกิดเป็นสารโพลีเมอร์ ซึ่งเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ขึ้นภายในเส้นใย

#### กระบวนการกึ่งเคมี

**กระบวนการบด (Grinding)** เพื่อกระจายเส้นใยออกจากกัน วัตถุประสงค์ที่ใช้จะผ่านไปบดในลูกม่หิน จึงเรียกว่าเครื่องบดลูกม่หิน (Stone Groundwood) ส่วนพวกชิ้นไม้จะผ่านไปบดในเครื่องบด (Refiner) ซึ่งให้เยื่อที่มีคุณภาพและสม่ำเสมอกว่า เครื่องบดลูกม่หิน กระบวนการกลนี้ได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นโดยใช้สารเคมี หรือความร้อนเข้าช่วย เรียกว่า กระบวนการเคมีเมคานิคัล (Chemimechanical) หรือกระบวนการเทอร์โมเมคานิคัล (Thermomechanical) เพื่อผลิตเยื่อที่มีคุณภาพดีขึ้น เยื่อที่ผลิตโดยใช้กระบวนการทางเชิงกล ส่วนใหญ่จะใช้ในการทำกระดาษหนังสือพิมพ์ และผสมทำกระดาษพิมพ์เขียน เพราะมีความทึบแสงสูง กระบวนการทางเชิงกลนี้ให้ปริมาณผลผลิตเยื่อสูงตั้งแต่ร้อยละ ๘๕ ของปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ เพราะยังคงมีลิกนินค้างอยู่ในเยื่อ สำหรับในประเทศไทยมีการผลิตเยื่อจากกระบวนการเคมีเมคานิคัล เพื่อใช้สำหรับผลิตกระดาษให้เจ้าเท่านั้น โดยใช้ไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบ เริ่มจากการนำไม้ไผ่แช่ด้วยโซดาไฟเพื่อให้ไม้เปื่อย ต่อจากนั้นจึงนำเข้าสู่เครื่องบดและนำเข้าเครื่องเดินแผ่นกระดาษ

## กระบวนการผลิตกระดาษ

### การเตรียมเยื่อในขั้นตอนการผลิตกระดาษ

จากการแยกใบตะไคร้ให้เป็นเส้นใย โดยผ่านขั้นตอนทางเคมี ใบตะไคร้จะมีลักษณะแตกเป็นเส้นใย ความยาวที่ได้ตามขั้นตอนการเตรียม ความยาวเส้นใยยิ่งยาวมาก ความแข็งแรงจะสูงตามความยาวเส้นใยมากจะมีผลต่อการทำงานขณะขึ้นรูปเป็นกระดาษ ในส่วนของการเตรียมเยื่อเพื่อผลิตเป็นกระดาษ จึงควรมีการตัดเป็นท่อนๆ เพื่อสะดวกในขั้นตอน การขึ้นเป็นรูปกระดาษโดยมีการนำเยื่อที่ได้มาทำการตีเยื่อให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในอ่างน้ำ ส่วนการทำเป็นกระดาษเพื่อให้มีลักษณะสมบัติพิเศษในเรื่องการปรับปรุงจะมีการเติมสารบางจำพวก เช่น สารเกาะติดยึด สารป้องกันไฟ สารเพิ่มความเหนียว เหล่านี้เป็นต้น ทำให้เยื่อกระดาษที่ได้มีสมบัติที่ดีขึ้นตามชนิดของกระดาษที่ถูกลำมาใช้งาน

### การผลิตให้เป็นแผ่น

ในขั้นตอนการผลิตทำให้เยื่อเกาะตัวกันมีลักษณะเป็นแผ่นกระดาษ หรือถูกอัดกันเป็นผืนเป็นแผ่นลักษณะ ผ้าอัด (Nonwoven) การขึ้นรูปเป็นกระดาษมีวิธีการโดย เยื่อตะไคร้จะลอยอยู่ในอ่างน้ำอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำตะแกรงตาข่ายที่มีความถี่พอประมาณ (หรือตะแกรงมุ้งลวด) ซ้อนเยื่อตะไคร้จากอ่างน้ำโดยให้เยื่อตะไคร้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในตะแกรง ยกตะแกรงขึ้นให้น้ำไหลออกทางด้านล่าง กรองเอาแต่เนื้อเยื่อ นำเนื้อเยื่อกระดาษไปตากลมให้แห้ง หรือนำไปอบ ตากแดดให้กระดาษแข็ง จากนั้นลอกกระดาษเป็นผืนหรือแผ่น นำไปใช้งานขั้นตอนต่อไป

ส่วนในการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการนำใบตะไคร้มาตัดให้มีความยาวสม่ำเสมอ นำมาผ่านกระบวนการต้มแยกเส้นใย จะได้ความเหนียวของเยื่อที่มีสมบัติในด้านความแข็งแรงสูง โดยเฉพาะยิ่งขนาดของใบตะไคร้ที่มีความยาวมากจะมีผลทางด้านความแข็งแรงมาก ส่วนสิ่งสกปรกที่เจือปนมากับใบตะไคร้จำพวก คาร์โบไฮเดรต ลิกนิน เกลือแร่ และอื่น ๆ จะถูกกำจัดออกโดยผ่านกระบวนการต้มแยกเส้นใย

### การแปรรูปผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หมายถึง กระบวนการค้นคว้า ออกแบบ แก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น ปัญหาที่สำคัญของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ การเสนอผลิตภัณฑ์ที่คิดว่าผู้บริโภคควรจะได้ ควรมีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ดี จึงจะทำให้เกิดผลที่ดีที่สุด (สาคร คันธโชติ, ๒๕๒๘)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ขบวนการที่ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ดีขึ้น ส่วนใหญ่เริ่มต้นจากการมองเห็นโอกาสทางธุรกิจ และเกิดการพัฒนาความคิด หรือโอกาสนั้นให้เป็นสิ่งที่จับต้องได้ และจบลงด้วยการผลิต การขาย และการส่งผลิตภัณฑ์นั้นสู่ผู้บริโภค การมองเห็นโอกาสทางธุรกิจ ยกตัวอย่าง เช่น เกิดปัญหาขึ้นกับการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ผู้ประกอบการอาจมองเห็นแนวทางแก้ไขปัญหานั้น และสามารถทำให้ผู้บริโภคพึงพอใจ และต้องการซื้อผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามหากตัวผลิตภัณฑ์ไม่มีปัญหา ผู้ประกอบการอาจใช้ความต้องการของผู้บริโภคเป็นตัวชี้้นำเพื่อเพิ่มหน้าที่การใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น แล้วพัฒนาแนวความคิดนั้นต่อไปเป็นโอกาสทางธุรกิจได้เช่นกัน (อุไรวรรณ ภารดี, ๒๕๔๘)

คำว่า การพัฒนาให้ดีขึ้น คือ เพื่อให้สนองตอบความต้องการของผู้บริโภคได้ดีมากขึ้น โดยพื้นฐานมนุษย์ต้องการสิ่งที่ดีขึ้นตลอดเวลา ไม่ว่าจะในด้านใด ต้องการความหลากหลายในผลิตภัณฑ์ ต้องการความแตกต่าง ความเร็ว ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย ความน่าสนใจ น่าซื้อ บางทีเราอาจจะรู้สึกว่าคุณภาพดีอยู่แล้วไม่จำเป็นจะต้องเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจไม่ต้องการการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่ได้หมายความว่าจะไม่มีการพัฒนาเลยเพียงแต่ช่วงเวลาในการพัฒนาอาจจะใช้เวลาเป็นหลายสิบปี

ทั้งนี้ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน สามารถพัฒนาได้ หากคุณภาพตัวสินค้าดีอยู่แล้ว ผู้ประกอบการอาจตรวจสอบดูรูปลักษณะภายนอก สี สัน ขนาด การพัฒนา หรือทำให้ดีขึ้น สิ่งเหล่านี้ ดูเหมือนเป็นรายละเอียดปลีกย่อย แต่จริง ๆ เป็นสิ่งที่สำคัญ และมีผลต่อการซื้อของผู้บริโภคค่อนข้างมาก ปัจจุบันการทำธุรกิจที่ต้องคำนึงถึงผู้บริโภคมากขึ้น การที่จะทำการออกแบบแบบเดียว และสั่งเป็นจำนวนมาก ๆ จะค่อย ๆ ลดลง ปัจจุบันโลกหมุนเร็วขึ้นมีการแข่งขันทางธุรกิจสูง ถ้าหากไม่มีการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม คู่แข่งทางการค้าของเราสามารถมองเห็นโอกาสธุรกิจที่เราทำอยู่เป็นช่องทางทางการค้าเช่นกัน หากคู่แข่งมีการพัฒนาได้ดีกว่า ส่วนแบ่งทางการตลาดอาจถูกแบ่งไป ทั้งนี้คำว่าคู่แข่งทางการค้ามิได้หมายถึงคู่แข่งภายในประเทศเท่านั้น แต่ยังหมายถึง คู่แข่งในประเทศต่าง ๆ อีกด้วย ประเทศอื่น ๆ มีการเร่งการพัฒนาไป หากเราไม่สามารถอยู่หน้าคู่แข่ง หรือในระดับที่เท่ากัน เราก็คงจะอยู่อันดับหลังไปเรื่อย ๆ และตายจากวงการธุรกิจนั้น ๆ ไปในที่สุด

การส่งเสริมและพัฒนากการแปรรูปผลิตภัณฑ์เส้นใยให้เกิดผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับการนำมาใช้งาน หรือเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวัน โดยการปรับทิศทางของการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้ถูกต้องเหมาะสมกับกาลเวลาที่เปลี่ยนแปลงทุกขณะ ด้วยการคำนึงถึงความสมดุลของความสัมพันธ์ในองค์ประกอบที่สำคัญ ๓ ประการ ได้แก่ มนุษย์ ธรรมชาติ และสังคม กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์ควรจะสนองความต้องการของมนุษย์ทั้งร่างกายและจิตใจคือ มีประโยชน์ใช้สอย และความงามโดยพัฒนาคุณภาพให้ได้มาตรฐานที่ดี คำนึงถึงธรรมชาติและสังคมประกอบ ซึ่งหมายถึง

การใช้วัสดุใช้ให้คุ้มค่า และมีรูปแบบของเอกลักษณ์ท้องถิ่น อันเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมไทยด้วยเช่นกัน (นาตยา อ่อนสุวรรณ, ๒๕๓๗)

หลักในการพัฒนา หรือออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น ควรที่จะมีการออกแบบที่แปลกใหม่ ออกสู่ตลาดอยู่เสมอ ต้องมีการพัฒนารูปแบบของสินค้าอยู่ตลอดเวลา มิฉะนั้นแล้วเราจะก้าวไม่ทันคู่แข่ง และอาจไม่มีลูกค้าที่ให้ความสนใจอีกต่อไป นอกจากนี้ผู้ผลิตยังควรยึดถือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และความซื่อสัตย์ต่อลูกค้าเป็นเครื่องเตือนใจด้วย แม้ว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์จะเป็นสิ่งที่สำคัญที่เราต้องคำนึงถึงความแปลกใหม่และทันสมัย แต่บางครั้งเรายังสามารถนำสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา หรือสิ่งที่สังคมกำลังเร่งรณรงค์กันอยู่ในเวลานั้นๆ มาใช้ในการออกแบบด้วยเช่นกัน ซึ่งเรื่องนี้แม้ว่าจะเป็นเรื่องใกล้ตัวก็จริง แต่ขณะเดียวกันก็เป็นเรื่องที่คนทั่วไปคาดไม่ถึงเช่นกัน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบวิธีนี้สามารถดึงดูดความสนใจผู้พบเห็นได้มากพอสมควร เนื่องจากการค้าผลิตภัณฑ์หัตถกรรมพื้นบ้าน ที่ทำกันในลักษณะอุตสาหกรรมในครัวเรือนมีมากนับร้อยนับพันราย ทำให้การค้าผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีการแข่งขันสูง บางครั้งก็จำหน่ายตัดราคากัน แต่ในที่สุดแล้วลูกค้าที่มีประสบการณ์จะไม่คำนึงถึงว่าราคาเป็นตัวกำหนดให้ตัดสินใจซื้อ แต่จะยึดถือความแปลกใหม่และคุณภาพเป็นสำคัญ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นความพยายามในการคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ หลายชนิดเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ปัญหาสำคัญในด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือ การนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่คิดว่าผู้บริโภคควรจะใช้และสามารถตอบสนองความต้องการได้ทุกประการให้แก่ผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นหากมีคู่แข่งในตลาด จำเป็นจะต้องยึดถือความต้องการของผู้บริโภคเป็นหลัก ในกรณีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ความต้องการของผู้บริโภคทุกประการ ก็อาจจะมีปัญหาในการผลิตหลายชนิด ซึ่งแตกต่างกันเล็กน้อยตามความต้องการและรสนิยมของผู้บริโภคทำให้การลงทุนในการผลิตสูง แต่หากเราไม่คำนึงถึงผู้บริโภคเลย และผลิตผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว การพัฒนาผลิตภัณฑ์ก็สามารถดำเนินไปได้โดยง่าย แต่จะมีปัญหาในด้านการจำหน่ายผลิตภัณฑ์แก่ผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคจะไม่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์นั้นก็ได้ หากไม่มีความจำเป็นจริง ๆ ในทางปฏิบัติส่วนมากจะพิจารณาความสมดุลระหว่างกรณีทั้งสองนี้ โดยการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะซึ่งทำให้เกิดผลดีที่สุด (สาคร คันธโชติ, ๒๕๒๘)

งานหัตถกรรมคือ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยมือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประโยชน์ในการใช้สอยเป็นหลัก ต่อมา มีการปรับปรุงรูปแบบ เลือกรสรวสดูให้สวยงามน่าใช้ และเหมาะสมกับสถานภาพของผู้ใช้ โดยใช้เวลาพัฒนาต่อเนื่องกันมานานนับร้อย ให้มีความสวยงามน่าใช้ขึ้นจนกลายเป็นศิลปหัตถกรรมที่มีคุณค่าทางประโยชน์ใช้สอย และความประณีตงดงามทางด้านศิลปะควบคู่กันไป ผลงานสร้างสรรค์ของคนไทยมีรูปแบบและวิธีการสร้างผลงานที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเองที่ผสมผสานไว้ด้วยภูมิปัญญา ประเพณี และวัฒนธรรมของไทยที่ทรงคุณค่ายิ่ง



การพัฒนางานหัตถกรรม โดยใช้รูปแบบดั้งเดิมเป็นแนวทางและประยุกต์เอกลักษณ์เฉพาะตัวของงานหัตถกรรมแต่ละท้องถิ่นมาสร้างสรรค์ขึ้น โดยมีการศึกษาและออกแบบอย่างถูกวิธีเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสอดคล้องทั้งลวดลาย รูปทรง และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ (กองส่งเสริมหัตถกรรมไทย, ๒๕๔๒)

### การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์

คุณภาพผลิตภัณฑ์ หมายถึง การพัฒนาและควบคุมคุณภาพภายในผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้มาตรฐานสอดคล้องกับความต้องการ และคุณสมบัติพื้นฐานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เพื่อให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่สามารถวางใจในการเลือกใช้สินค้า หรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ทั้งในเชิงวัสดุ กรรมวิธีการผลิต การมีผลต่อสิ่งแวดล้อม การเก็บรักษา การบรรจุ รวมไปถึงการขนส่ง เพื่อให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ดีขึ้น และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้เหมาะสม ส่วนใหญ่มาตรฐานคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะถูกบังคับใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคไม่สามารถเห็น หรือตรวจสอบขบวนการผลิตได้ เช่น การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน มอก. ระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐานเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ และเป็นการสร้างความเชื่อมั่นของผู้บริโภคให้มั่นใจในตัวสินค้า และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาด และผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ตามความต้องการระดับคุณภาพ

### มาตรฐานผลิตภัณฑ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ถูกกำหนดขึ้นเพื่อเป็นการกำหนดระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประเภทนั้น ๆ เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมกับความต้องการ เพื่อเป็นการยืนยันว่าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ มีคุณภาพสามารถเชื่อถือได้ และไม่เป็นอันตราย หน่วยงานรัฐและเอกชนที่กำกับดูแลมาตรฐานผลิตภัณฑ์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กำกับดูแล มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) มาตรฐานอาหารฮาลาล สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นองค์กรนำด้านการมาตรฐานของประเทศดำเนินงานด้านการมาตรฐานเพื่อส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ประกอบการ ผู้บริโภค และประเทศชาติ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการขายสินค้าผลิตภัณฑ์หัตถกรรม เพราะผู้ซื้อ มักจะไม่ชอบความจำเจ การพัฒนาคุณภาพสินค้าหัตถกรรมแต่ละชนิด ย่อมจะมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะตัวสินค้า เช่น สินค้าที่มีประโยชน์ทางการใช้สอย นอกจากจะต้องมีรูปแบบใหม่สวยงามแล้ว จะต้องมีความคงทนด้วย ส่วนสินค้าที่เป็นของที่ระลึกก็จะต้องเน้นถึงวัสดุใช้สอยในท้องถิ่นนั้นๆ ให้เห็นถึงเอกลักษณ์เฉพาะตัว และสิ่งที่ขาดไม่ได้คือความประณีต พิถีพิถันในการผลิต ส่วนสินค้าประเภทที่ใช้ในด้านการตกแต่งและเครื่องประดับชนิดต่างๆ จะต้องเน้นทั้งในด้านความงดงามของศิลปะและรูปแบบ ซึ่งจะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามสมัยนิยม นอกจากการพัฒนาแบบให้มี

ความแปลกใหม่แล้ว สิ่งที่ต้องทำอย่างยิ่งคือ การนำเอาเทคนิคการผลิตสมัยใหม่รวมทั้งเครื่องมือสมัยใหม่เข้ามาช่วย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีและต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงจนเกินไป

การพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยสรุปกล่าวได้ว่า การพัฒนาเพื่อให้ได้ในสิ่งที่มีคุณภาพมาตรฐาน ควรมีการออกแบบ วิเคราะห์ ประเมินผล ทำต้นแบบ เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้เป็นการแปรรูปเส้นใยจากใบตะไคร้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มเป้าหมาย

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นัยนา นิยมวัน (ออนไลน์, ๒๕๕๒) วัตถุประสงค์ที่สำคัญในกระบวนการผลิตกระดาษคือเยื่อกระดาษ ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากไม้โดยเริ่มต้นจากการตัดไม้ที่ได้อายุ และ ขนาดตามความต้องการจากป่า ขนส่งลำเลียงเข้าสู่โรงงานในลักษณะของไม้ซุง แล้วเข้าสู่กระบวนการลอกเปลือก (debarking) จากนั้นเป็นการสับย่อยไม้เป็นชิ้นเล็กๆ (chipping) ปัจจุบันนี้ในต่างประเทศมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถ ถอนต้นไม้ทั้งต้นแล้วป้อนเข้าเครื่องสับออกมาเป็นชิ้นไม้ได้ทันที วิธีนี้จะทำได้ในป่าและช่วยให้ใช้ไม้ได้ทั้งกิ่ง ก้าน และยอด ไม่มีเศษเหลือทิ้งเหมือนการตัดซุง แต่การสับไม้ทั้งต้นนี้มีข้อเสียตรงที่มีเปลือกไม้ปนเข้าสู่กระบวนการต้มเยื่อ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการฟอกเยื่อ

การผลิตกระดาษมีหลายวิธี จำแนกออกเป็นวิธีกว้างๆ ได้ดังนี้

**การผลิตเยื่อกระดาษโดยวิธีทางกล (mechanical pulping)** ใช้หลักการบดไม้ให้ปนเป็นเยื่อด้วยเครื่องมือแบบต่างๆ กัน เช่น ใช้หินบด เรียกว่า stone groundwood pulping ใช้จานหรือเฟืองบด เรียกว่า refiner groundwood pulping ใช้ความร้อนช่วยขณะที่ใช้จานหรือเฟืองบด เรียกว่า thermomechanical pulping

**การผลิตเยื่อกระดาษโดยวิธีกึ่งเคมี (semichemical pulping)** เป็นการผลิตเยื่อโดยใช้กระบวนการสองขั้นตอน โดยที่กระบวนการเคมีจะใช้สารเคมีน้อยกว่าวิธีทางเคมี และกระบวนการทางกล จะใช้การบดที่แยกเส้นใย ออกเท่านั้น เยื่อที่ได้มักจะมีลิกนินเหลืออยู่ครึ่งหนึ่งของปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุดิบ การผลิตเยื่อโดยวิธีนี้จะเรียกว่า chemimechanical pulping หรือ chemithermomechanical pulping ก็ได้

**การผลิตเยื่อกระดาษโดยวิธีเคมี (chemical pulping)** เป็นการผลิตเยื่อโดยใช้สารเคมี สกัดลิกนิน และส่วนประกอบทางเคมีอื่นๆ ออกจากเนื้อไม้ให้มากที่สุดเหลือไว้แต่เซลลูโลส สารเคมีที่ใช้มีหลายชนิด และเรียกชื่อกรรมวิธีต่างๆ กัน ตามชนิดของสารเคมีที่ใช้ เช่น sulphate pulping,

sulphite pulping, soda pulping เยื่อที่ได้จะมีคุณภาพดีกว่าเยื่อชนิดอื่นๆ ทางด้านความเหนียว และปฏิกิริยาต่อการฟอกสี แต่ผลผลิตเยื่อจะต่ำกว่า ขึ้นอยู่กับปริมาณของเซลลูโลสที่มีอยู่ในวัตถุดิบ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม).

เยื่อกระดาษที่ได้จากกรรมวิธีดังกล่าวมาแล้ว ถ้าต้องการนำไปใช้ทำกระดาษที่มีสีขาวก็ต้องผ่านกระบวนการฟอกเยื่อ โดยใช้สารเคมีจำพวก ผงฟอกสี เช่น ไฮโปคลอไรต์ (hypochlorite) คลอรีนไดออกไซด์ (chlorine dioxide) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide)

การผลิตกระดาษได้ จากการนำเยื่อ กระดาษหลายชนิด ในอัตราส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันในน้ำเพื่อให้ได้กระดาษคุณภาพตามต้องการ ก่อนการผสมเยื่อต้องบดเยื่อแต่ละชนิดให้เส้นใย แดกแขนงสำหรับจับสานกัน แล้วกวนเยื่อผสมให้กระจายตัวสม่ำเสมอ ถ้าจะเติมสารเคมีบางชนิดเพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพของกระดาษ (fillers, sizings, wet-strength resin) ก็ทำได้ในขั้นตอนนี้ ผ่านเยื่อผสมนี้ไปตามตะแกรงลวดซึ่งเคลื่อนที่ ส่วนที่เป็นน้ำจะไหลผ่านตะแกรง เหลือเยื่อจับตัวสานกัน เป็นแผ่น แล้วผ่านเข้าลูกรอกทำให้แห้ง จะได้กระดาษตามต้องการ

จากการวิจัยของสินชัย แซ่ตั้ง (บทคัดย่อ, ๒๕๔๓) เกี่ยวกับ การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตต้นแบบภาชนะบรรจุอาหารจากเยื่อตะไคร้หอม พบว่า การผลิตต้นแบบภาชนะบรรจุอาหารจากเยื่อตะไคร้หอมโดยการนำตะไคร้หอมมาต้มกับสารละลายโซดาไฟ ๑% โดยน้ำหนักเป็นเวลา ๑ ชั่วโมง ๓๐ นาที เพื่อสกัดเอาเยื่อออกมา แล้วนำเยื่อที่ได้ไปผสมกับแป้งเปียก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : น้ำ เป็น ๑ : ๑ ที่อุณหภูมิ ๕๘°C) เพื่อเป็นตัวประสานเยื่อในปริมาณ ๓๐% ของน้ำหนักเยื่อ โดยมีการใช้พลาสติกไซเซอร์ ๕% ของน้ำหนักทั้งหมด แล้วทำการอัดด้วยเครื่องที่ให้ความร้อนระดับ ๑๕๐°C เป็นเวลา ๒ ชั่วโมง จะได้ถาดเยื่อตะไคร้หอมที่สมบูรณ์ที่สุด

ผศ.บุษรา สร้อยระย้า และคณะ (๒๕๕๐-๒๕๕๑) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาการทำกระดาษจากใบอ้อยด้วยมือแบบไทยให้มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยศึกษากรรมวิธีในการผลิตเยื่อกระดาษ พบว่าสถานะการต้มเยื่อใบอ้อยที่เหมาะสมคือต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ๓๐ % ของน้ำหนักใบอ้อย อุณหภูมิ ๑๐๐°C เวลา ๕ ชั่วโมง และฟอกเยื่อด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ๘ % ของน้ำหนักเยื่อแห้งร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟต์ ๒ % แมกนีเซียมซัลเฟต ๐.๐๕ % และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ๑.๕ % อุณหภูมิ ๑๐๐°C เวลา ๒ ชั่วโมง วัดความขาวสว่างได้ ๕๔.๑๑ % ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษจากการผสมเยื่อใบอ้อยต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน ๗๐ : ๓๐ แล้วเคลือบด้วยสารละลายผงบุกโดยใช้แป้งเคลือบ พบว่ามีคุณสมบัติทางเชิงกลที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ดีสำหรับงานหัตถกรรมและงานประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น บรรจุภัณฑ์ ของขวัญของที่ระลึก และของตกแต่งบ้าน ได้เผยแพร่ในการจัดแสดงนิทรรศการวิจัยในงาน “วันนักประดิษฐ์ ประจำปี ๒๕๕๑” ระหว่างวันที่ ๒-๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๑ ณ ฮอลล์ ๙ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุม อิมแพค เมืองทองธานี

ปัจจุบันมีการแปรรูปกระดาษเพื่อใช้ในเศรษฐกิจอย่างมาก ทำให้ป่าไม้ลดลงและเกิดผลกระทบต่อการนำวัสดุดิบจากป่าไม้มาทำเยื่อกระดาษก็ยังคงมีความจำเป็นในชีวิตประจำวันและในอนาคต จึงคิดค้นใช้วัสดุธรรมชาติที่ทดแทนต้นไม้ โดยได้พยายามมองหาวัตถุดิบอื่นๆ ในธรรมชาติที่จะพบเห็นได้โดยทั่วไปมาทดแทนเยื่อกระดาษที่ขาดแคลน จากการวิจัยและทดลองพบว่า ลักษณะเส้นใยจากใบตะไคร้ มีลักษณะเป็นเส้นใยที่แข็งแรงและเหนียวทนต่อแรงดึงได้ เยื่อกระดาษมีความละเอียดและเรียบ มีช่องว่างระหว่างเส้นใยน้อย มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี มีคุณสมบัติเป็นกลางไม่มีคริมนำมาใช้ประโยชน์ใด ๆ น่าจะนำมาผลิตเป็นกระดาษทดแทนไม้ที่กำลังลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งการทำเช่นนี้เป็นการอนุรักษ์ และ สงวนป่าไม้เอาไว้ได้อีกทางหนึ่ง และนอกจากนั้นยังเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาพัฒนาให้เกิดคุณค่าในสังคม การทำเยื่อกระดาษจากตะไคร้อาศัยพลังงานความร้อนและพลังงานเคมีเพื่อให้ได้เส้นใยที่เหมาะสมต่อการนำมาทำกระดาษที่สวยงาม โดยขั้นตอนประกอบด้วย ศึกษาวิธีการในการผลิตกระดาษ ศึกษาอัตราส่วนของสารเคมีที่เหมาะสมในการทำเยื่อกระดาษจากตะไคร้ ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำเยื่อกระดาษ ศึกษาส่วนของใบตะไคร้ที่เหมาะสมต่อการนำมาทำเยื่อกระดาษ ศึกษาคุณสมบัติของเยื่อกระดาษที่ผลิตได้ และศึกษาการประยุกต์ใช้กระดาษเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับคุณสมบัติที่ตรวจสอบได้ โดยนำใบตะไคร้มาตัดให้เป็นท่อนสั้น ๆ แล้วนำไปผ่านกระบวนการควบคุมอุณหภูมิ ระยะเวลาต้ม กับสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วผ่านกรดฟอร์มิก หลังจากนั้นนำเส้นใยที่ได้ไปแช่โซเดียมคลอไรด์ แล้วจึงผ่านการขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษ จะได้กระดาษที่มีเนื้อแน่นเรียบ สวยงาม เส้นใยเล็กละเอียดเกาะตัวกันแน่น จึงทนทานต่อแรงดึง ลักษณะของกระดาษที่ได้เหมาะที่จะนำมาทำงานประดิษฐ์เช่นเดียวกับกระดาษสา หรือกระดาษใยผักตบชวา ไม่เหมาะที่จะนำมาทำกระดาษสำหรับเขียนหรือกระดาษเพื่อใช้วาดภาพระบายสี เนื่องจากกระดาษมีการดูดซับน้ำได้ดี และเนื้อกระดาษมีลวดลายของเส้นใยตะไคร้ กระดาษจากตะไคร้ที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถแก้ปัญหาในการใช้วัตถุดิบเพื่อการผลิตกระดาษ และเป็นการตอบสนองความต้องการของสังคมที่มีความต้องการกระดาษเพื่องานประดิษฐ์เพิ่มมากขึ้น

จากขั้นตอนการวิจัยและทดลองผลิตเส้นใยตะไคร้ที่ไม่ซับซ้อน และใช้วัตถุดิบที่เหลือทิ้งจากการเกษตรซึ่งมีอยู่มากมายทุกภาคของไทย เนื่องจากตะไคร้เป็นพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารไทย และตัดใบทิ้ง นับว่างานวิจัยนี้เป็นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ช่วยได้ทั้งในแง่เศรษฐกิจ และรักษาสภาพแวดล้อม

บทที่ ๓  
วิธีการดำเนินโครงการ

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้ (Development and Process Products from Lemongrass Fiber) ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินงานวิจัย โดยมีวิธีดำเนินโครงการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

๑. สํารวจข้อมูล
๒. วิเคราะห์ข้อมูล
๓. ดําเนินการทดลอง
๔. การกำหนดประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง
๕. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
๖. การดำเนินงานตามแผนและการเก็บรวบรวมข้อมูล
๗. การวิเคราะห์ข้อมูล

**สํารวจข้อมูล**

แหล่งวัตถุดิบต้นตะไคร้ตามแหล่งชุมชนในจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสาคร และกรุงเทพมหานคร

**วิเคราะห์ข้อมูล**

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร เว็บไซต์ และแหล่งวัตถุดิบจากแหล่งชุมชนในจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสาคร และกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาใบตะไคร้ที่มีสมบัติน่าสนใจทั้งยังเป็นวัตถุดิบเหลือใช้

**ดําเนินการทดลอง**

๑. ต้มแยกใบตะไคร้ให้เป็นเส้นใย
๒. ขึ้นรูปเป็นกระดาษใยตะไคร้
๓. ทดสอบสมบัติทางด้านกายภาพของกระดาษใยตะไคร้

๔. แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

๕. ขยายผลโดยการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่แหล่งชุมชนในตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

### การกำหนดประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้เข้าร่วมรับการอบรมตามแหล่งชุมชนในจังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสาคร และกรุงเทพมหานคร โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากแหล่งชุมชน ตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี จำนวน ๒๐ คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นแม่บ้าน นักเรียน นักศึกษา ในชุมชนที่ต้องการหารายได้เสริม และสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

๒.๑ แบบประเมิน ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน และข้อมูลความคิดเห็นของกลุ่มผู้เข้าร่วมรับการอบรม จากแหล่งชุมชน ตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และข้อเสนอแนะ

๒.๒ การสังเกต โดยสังเกตจากการให้ความสนใจในการเข้ารับการอบรมและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกระดาษใยตะไคร้

### การดำเนินงานตามแผนและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินงานแบ่งเป็น ๓ ช่วงระยะดังนี้

#### การดำเนินงานระยะที่ ๑

– ศึกษาและดำเนินการสำรวจแหล่งชุมชน จังหวัดราชบุรี จากเอกสารข้อมูล การสัมภาษณ์ชุมชน หน่วยงานราชการ

– ดำเนินการออกแบบผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเส้นใยตะไคร้

– ดำเนินการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

– ออกแบบแบบประเมินผลความพึงพอใจในการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเส้นใยตะไคร้

### การดำเนินงานระยะที่ ๒

– กำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมาย เป็นแหล่งชุมชน ตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

– กำหนดกิจกรรมการฝึกอบรม โดยใช้รูปแบบการอบรมด้วยการบรรยายประกอบการสาธิต และให้ผู้เข้าอบรมปฏิบัติจริง

– ทำการเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการเข้าร่วมผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเส้นใยตะไคร้โดยใช้วิธีตอบแบบประเมิน

### การดำเนินงานระยะที่ ๓

– วิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ

– สรุปผลการวิจัย และจัดทำรูปเล่มเพื่อนำเสนอผลการวิจัย

### **การวิเคราะห์ข้อมูล**

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร เว็บไซต์ และแหล่งวัตถุดิบจากแหล่งชุมชนตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี โดยศึกษาใบตะไคร้ที่มีสมบัติน่าสนใจทั้งยังเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ และเมื่อรวบรวมและตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบประเมินผลความคิดเห็นแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

แบบประเมินการฝึกอบรมทางด้านความพึงพอใจในการเข้าร่วมผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเส้นใยตะไคร้ โดยใช้สถิติค่าความถี่ ร้อยละ โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ระดับความคิดเห็นของการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนา รูปแบบผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเส้นใยตะไคร้ ใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง ๔.๕๑ – ๕.๐๐ หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง ๓.๕๑ – ๔.๕๐ หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง ๒.๕๑ – ๓.๕๐ หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง ๑.๕๑ – ๒.๕๐ หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง ๑.๐๐ – ๑.๕๐ หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

๑. ค่าสถิติร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (นิศารัตน์ ศิลปเดช. ๒๕๔๒: ๑๔๔)

$$\text{สูตร } P = \frac{F \times 100}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

F แทน จำนวนหรือความถี่ที่ต้องการหาค่าร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

๒. ค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\mu$ ) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. ๒๕๔๔: ๖๕)

$$\text{สูตร } \mu = \frac{\sum Fx}{N}$$

เมื่อ  $\mu$  แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร

N แทน จำนวนข้อมูลประชากร

Fx แทน ผลคูณระหว่างคะแนนกับความถี่ของคะแนนนั้น





## บทที่ ๔ ผลการดำเนินงาน

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้ (Development and Processed Products from Lemongrass Fibre) จากการต้มแยกใบตะไคร้ให้เป็นเส้นใย แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นกระดาษใยตะไคร้ โดยทำการเพิ่มคุณสมบัติ นำกระดาษใยตะไคร้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ และขยายผลโดยการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่แหล่งชุมชนในตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน พัฒนาไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ ทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยได้ทำการประเมินผลการจัดฝึกอบรมจากผู้เข้าร่วมอบรม

ผลจากการทดลอง

ขั้นตอนการทำกระดาษใยธรรมชาติจากใบตะไคร้

วัสดุ

๑. ใบตะไคร้
๒. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ)
๓. โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (คลอรีน)
๔. สารกักน้ำ

ขั้นตอนการทำกระดาษจากใบตะไคร้

๑. นำใบตะไคร้ ล้างน้ำสะอาด ๒ ครั้ง พักให้สะเด็ดน้ำ



ภาพที่ ๔.๑ ใบตะไคร้ที่ล้างและพักให้สะเด็ดน้ำ

๒. ใบตะไคร้ ๑ กิโลกรัม ต่อโซดาไฟ ๔๐๐ กรัม ใช้น้ำอัตราส่วน ๑ : ๑ ลิตร
๓. นำใบตะไคร้หั่นเป็นชิ้นยาวประมาณ ๒-๓ นิ้ว
๔. นำไปต้มใช้น้ำตามมาตรฐานใส่สารเคมี (โซดาไฟ) ที่อุณหภูมิ ๘๐-๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ ชั่วโมง
๕. นำออกล้างน้ำเย็น ๒-๓ ครั้ง
๖. ใช้คลอรีน (๒๐%) ๒๐๐ กรัม ต่อเส้นใยตะไคร้ ๑ กิโลกรัม ใช้น้ำอัตราส่วน ๑ : ๑ ลิตร (ข้อควรระวัง สารเคมี เช่น โซดาไฟ หรือคลอรีนอาจมีผลและเป็นอันตรายต่อคนที่แพ้ง่าย)
๗. นำเส้นใยตะไคร้ แช่ในน้ำผสมคลอรีนเป็นเวลา ๒.๓๐ ชั่วโมง



ภาพที่ ๔.๒ เส้นใยตะไคร้ที่ผ่านกระบวนการต้มแล้วนำมาแช่ในน้ำผสมคลอรีน

๘. ล้างน้ำเปล่าให้สะอาด ๒-๓ ครั้ง



ภาพที่ ๔.๓ เส้นใยที่ผ่านการฟอกขาว

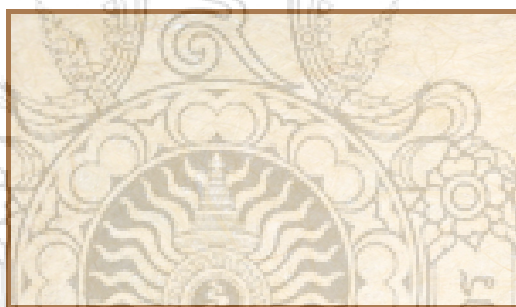
๙. นำเส้นใยตะไคร้ไปเทใส่ตะแกรง แล้วร่อนในน้ำ เพื่อให้เส้นใยเรียบสม่ำเสมอ



ภาพที่ ๔.๔ เส้นใยตะไคร้ที่ผ่านการร่อนตะแกรงแล้ว

๑๐. นำไปผ่านน้ำยากันไฟ ที่อัตราส่วน ๑๐% เป็นเวลา ๑๐ นาที ที่อุณหภูมิปกติ

๑๑. นำไปผึ่งในที่ร่มให้แห้ง



ภาพที่ ๔.๕ กระดาษใยตะไคร้

การเตรียมเยื่อในขั้นตอนการผลิตกระดาษ จากการแยกใบตะไคร้ให้เป็นเส้นใย โดยผ่านขั้นตอนทางเคมี ใบตะไคร้จะมีลักษณะแตกเป็นเส้นใย ความยาวที่ได้ตามขั้นตอนการเตรียม ความยาวเส้นใยยิ่งยาวมาก ความแข็งแรงจะสูงตาม ความยาวเส้นใยมากจะมีผลต่อการทำงานขณะขึ้นรูปเป็นกระดาษ ในส่วนของการเตรียมเยื่อเพื่อผลิตเป็นกระดาษ จึงควรมีการตัดเป็นท่อนๆ เพื่อสะดวกในขั้นตอน การขึ้นเป็นรูปกระดาษโดยมีการนำเยื่อที่ได้มาทำการตีเยื่อให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในอ่างน้ำ ส่วนการทำเป็นกระดาษเพื่อให้มีลักษณะสมบัติพิเศษในเรื่องการปรับปรุงจะมีการเติมสารบางจำพวก เช่น สารเกาะติดยึด สารป้องกันไฟ สารเพิ่มความเหนียว เหล่านี้เป็นต้น ทำให้เยื่อกระดาษที่ได้มีสมบัติที่ดีขึ้นตามชนิดของกระดาษที่ถูกนำมาใช้งาน

**การผลิตให้เป็นแผ่น** ในขั้นตอนการผลิตทำให้ใยเกาะตัวกันมีลักษณะเป็นแผ่นกระดาษ หรือ ถูกอัดกันเป็นผืนเป็นแผ่นลักษณะผ้าอัด (Nonwoven) การขึ้นรูปเป็นกระดาษมีวิธีการโดย เยื่อตะไคร้ จะลอยอยู่ในอ่างน้ำอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำตะแกรงตาข่ายที่มีความถี่พอประมาณ (หรือตะแกรงมุ้ง ลวด) ซ้อนเยื่อตะไคร้จากอ่างน้ำโดยให้เยื่อตะไคร้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในตะแกรง ยกตะแกรง ขึ้นให้น้ำไหลออกทางด้านล่าง กรองเอาแต่เนื้อเยื่อ นำเนื้อเยื่อกระดาษไปตากลมให้แห้ง หรือนำไปอบ ตากแดดให้กระดาษแข็ง จากนั้นลอกกระดาษเป็นผืนหรือแผ่น นำไปใช้งานขั้นตอนต่อไป

### ขั้นตอนการทดสอบสมบัติของกระดาษใยตะไคร้

#### การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

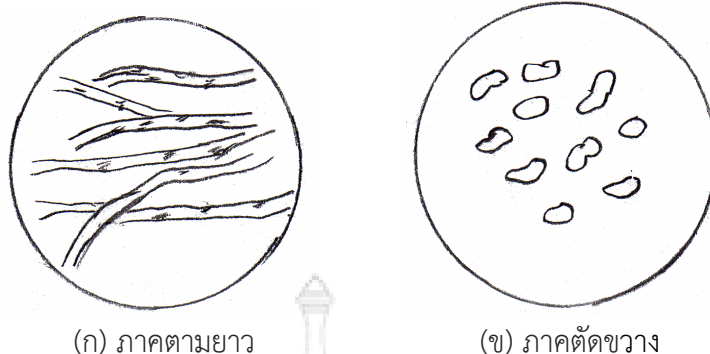
การหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว โดยตัดชิ้นทดสอบ จำนวน ๕ ชิ้น จากการสุ่มตัวอย่าง บนผืนผ้า นำไปชั่งหาน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ ๐.๖๔ gram น้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่เฉลี่ยได้เท่ากับ ๖๔ g/MQ

#### ตารางที่ ๔.๑ การทดสอบน้ำหนักของผ้าต่อหนึ่งหน่วยความยาวและหนึ่งหน่วยพื้นที่

ชิ้นตัวอย่าง	น้ำหนักผ้า (gram)	น้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ (g/MQ)
๑	๐.๖๒	๖๒
๒	๐.๖๒	๖๒
๓	๐.๖๗	๖๗
๔	๐.๗๐	๗๐
๕	๐.๕๙	๕๙
$\bar{X}$	$๓.๒/๕ = ๐.๖๔$	$๓๒๐/๕ = ๖๔$

#### การตรวจลักษณะทั่วไปด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาคตามยาวและภาคตัดขวางของเส้นใย ที่ได้จากการใช้กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ MEIJI รุ่น S.Flat Field ๑๐ ๐.๒๕ ๑๖๐/๐.๑๗ DIN โดยใช้กำลังขยาย ๑๑.๒๕x ในการส่องดูภาคตามยาว ได้ ลักษณะเป็นเส้น มีการบิดตัว และภาคตัดขวางมีลักษณะรูปร่างเหมือนเม็ดถั่วขนาดไม่เท่ากัน การเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ



(ก) ภาควตามยาว

(ข) ภาควตัดขวาง

ภาพที่ ๔.๖ ภาควตามยาวและภาควตัดขวางที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย ๑๑.๒๕x

### การเผาไหม้

เส้นใยตะไคร้เมื่อนำมาทดสอบการเผาไหม้เกิดปฏิกิริยาต่อเปลวไฟคือ ไม่หลอมตัวเมื่ออยู่ข้างเปลวไฟ ไม่หลุดตัวจากเปลวไฟ จะเกิดการลุกไหม้ขณะอยู่ในเปลวไฟ เมื่อเอาออกจากไฟยังคงไหม้ลุกลามต่อ ลักษณะเถ้านุ่มและมีสีเทา กลิ่นเหมือนกระดาษไหม้หรือใบไม้ไหม้

### ความต้านแรงฉีกฉีก

จากการทดสอบผลของความต้านทานแรงฉีกฉีกของกระดาษใยตะไคร้ได้ผลค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ ๔.๑๙๓ นิวตัน, ๔๒๗.๘๘ กรัม

ตารางที่ ๔.๒ แสดงผลการทดสอบความต้านแรงฉีกฉีก

ตัวอย่างที่	ค่าความทนทานต่อการฉีกฉีก (N)	ค่าความทนทานต่อการฉีกฉีก (g)
๑	๔.๑๙๔	๔๒๗.๙๕
๒	๔.๑๙๔	๔๒๗.๙๕
๓	๔.๐๗๖	๔๑๕.๙๑
๔	๔.๐๗๖	๔๑๕.๙๑
๕	๔.๑๙๔	๔๒๗.๙๕
๖	๔.๕๔๒	๔๖๓.๔๖
๗	๔.๓๗๐	๔๔๕.๙๒
๘	๔.๐๗๖	๔๑๕.๙๑
๙	๔.๑๓๕	๔๒๑.๙๔
๑๐	๔.๐๗๖	๔๑๕.๙๑
$\bar{X}$	$๔๑.๙๓๓/๑๐ = ๔.๑๙๓$	$๔๒๗๘.๘๑/๑๐ = ๔๒๗.๘๘$

\*\*การแปลงค่าจากหน่วยนิวตัน (N) เป็นหน่วยกรัม (grams) : น้ำหนัก ๙.๘ นิวตัน (N) มีค่าเท่ากับ ๑๐๐๐ กรัม (g)

### การดูดซึม

การทดสอบการดูดซึมน้ำของวัสดุสิ่งทอที่ผ่านการฟอก Absorbency of Bleached Textile มาตรฐาน AATCC ๗๙-๒๐๐๐ จากการทดสอบกระดาษเส้นใยตะไคร้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำ ได้ค่าเฉลี่ย ๒๓.๖ วินาที

ตารางที่ ๔.๓ แสดงผลการทดสอบการดูดซึม

ตัวอย่างที่	ระยะเวลาที่น้ำซึมผ่าน (วินาที)
๑	๒๐
๒	๓๑
๓	๒๗
๔	๒๐
๕	๑๘
๖	๒๖
๗	๒๒
๘	๒๕
๙	๒๐
๑๐	๒๗
$\bar{X}$	$236/10 = 23.6$

### ความทนทานต่อความร้อน

จากการทดสอบความทนทานต่อความร้อน ใช้ความเข้มข้นของสารกันไฟที่ ๑๐%, ๒๐% ที่ ความร้อน ๓-๕ Watt, ๔๐ Watt ผลการทดสอบการประเมินค่าเท่ากับ ๔-๕ แสดงว่ามีผลการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยมากแม้จะอยู่ในสภาวะที่ความร้อนสูงขึ้น

ตารางที่ ๔.๔ ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๑๐% ที่ความร้อน ๓-๕ Watt (หลอดป้องกันแบบเกลียว)

ตัวอย่าง	เวลา (time)	การประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี
๑	๑๕ นาที	๔-๕
๒	๓๐ นาที	๔-๕
๓	๖๐ นาที	๔-๕
๔	๙๐ นาที	๔-๕
๕	๑๒๐ นาที	๔-๕

ตารางที่ ๔.๕ ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๑๐% ที่ความร้อน ๔๐ Watt (หลอดป้องกันแบบเกลียว)

ตัวอย่าง	เวลา (time)	การประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี
๑	๑๕ นาที	๔-๕
๒	๓๐ นาที	๔-๕
๓	๖๐ นาที	๔-๕
๔	๙๐ นาที	๔-๕
๕	๑๒๐ นาที	๔-๕

ตารางที่ ๔.๖ ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๒๐% ที่ความร้อน ๓-๕ Watt (หลอดป้องกันแบบเกลียว)

ตัวอย่าง	เวลา (time)	การประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี
๑	๑๕ นาที	๔-๕
๒	๓๐ นาที	๔-๕
๓	๖๐ นาที	๔-๕
๔	๙๐ นาที	๔-๕
๕	๑๒๐ นาที	๔-๕

ตารางที่ ๔.๗ ความเข้มข้นของสารกันไฟ ๒๐% ที่ความร้อน ๔๐ Watt (หลอดป้องกันแบบเกลียว)

ตัวอย่าง	เวลา (time)	การประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี
๑	๑๕ นาที	๔-๕
๒	๓๐ นาที	๔-๕
๓	๖๐ นาที	๔-๕
๔	๙๐ นาที	๔-๕
๕	๑๒๐ นาที	๔-๕

จากผลการทดสอบเลือกกระดาษจากเส้นใยที่แช่สารกันไฟที่ความเข้มข้น ๑๐% เนื่องจากความเข้มข้นของสารกันไฟต่ำ ๑๐% และ ๒๐% ผลที่ได้จากการทดลองการเปลี่ยนแปลงของสีไม่แตกต่างกัน

จากการทำกระดาษจากใบตะไคร้สามารถสรุปได้ว่า ใบตะไคร้สามารถนำมาทำกระดาษได้ และเรายังสามารถนำใยไม้ต่างๆ ที่มีเส้นใย มาทำกระดาษได้เช่นกัน ซึ่งในการทำกระดาษจากใบตะไคร้หลังจากนำไปต้มกับโซดาไฟแล้ว จะทำให้เห็นเส้นใยได้ชัดเจนและสวยงามจะมีคุณภาพดีกว่ากระดาษจากใยชนิดอื่นๆ เช่น จากใบสับปะรด เนื่องจากใบตะไคร้มีใยที่ละเอียดและมีเส้นใยมากกว่า ไม่หดรัด มีความทนทาน เข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีเหมาะสำหรับทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น กล่องใส่ของ กล่องกระดาษทิชชู สมุดโน้ต กรอบรูป ดอกไม้ประดิษฐ์ เป็นต้น

#### ขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้

##### โคมไฟ

##### วัสดุ

๑. แผ่นกระดาษใยตะไคร้
๒. เส้นใยตะไคร้
๓. กาวลาเท็กซ์
๔. ลวด
๕. เรซิน
๖. ชุดไฟแสงสว่าง (โคมไฟ, หลอดไฟ, สายไฟ, ปลั๊ก)
๗. ตะกร้าหวาย, ขอนไม้



### ขั้นตอนผลิตภัณฑ์คอมไฟจากใยตะไคร้

๑. ขึ้นแบบโครงร่างต้นแบบที่ทำจากเรซิน
๒. นำกระดาษใยตะไคร้มาหุ้มกับตัวโครงต้นแบบเพื่อทำเป็นพื้น



ภาพที่ ๔.๗ หุ้มตัวโครงต้นแบบด้วยกระดาษใยตะไคร้

๓. ทากาวลาเท็กซ์ที่พื้นผิวชิ้นงาน



ภาพที่ ๔.๘ ทากาวลาเท็กซ์ที่พื้นผิว

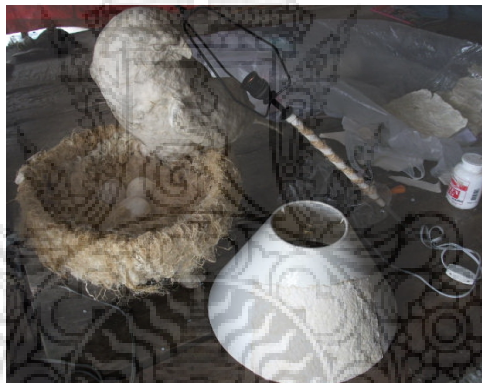
๔. นำกระดาษเส้นใยตะไคร้มาฉีกเป็นชิ้น จุ่มน้ำ ปิดหุ้มตัวโครงสร้างแล้วรอให้กระดาษแห้ง แล้วนำกระดาษใยตะไคร้จุ่มน้ำมาปิดทับอีก ๒-๓ ชั้น โดยแต่ละชั้นต้องรอให้แห้งก่อนจึงทำการปิดทับได้ พอชั้นสุดท้ายให้ทาด้วยกาวลาเท็กซ์เคลือบอีกรอบ

๕. นำเส้นใยตะไคร้มาหุ้มรอบตะกร้าหวายทำเป็นรังนก พร้อมนำกระดาษใยตะไคร้มาทำเป็นไขนกก ตกแต่งรังนกให้สวยงาม นำนกที่สมบูรณ์แบบมาเกาะติดอยู่บริเวณรังนก



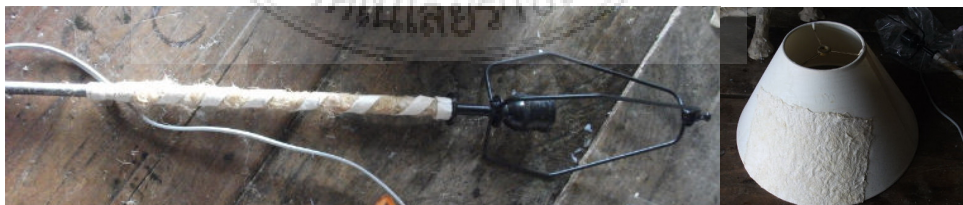
ภาพที่ ๔.๙ ตัวนกต้นแบบ

๖. ขึ้นตัวโคมไฟเป็นโครงสร้าง ยึดตัวโครงกระดาษด้วยลวด กิ่งเรซิ่นด้านในให้ได้รูปทรง



ภาพที่ ๔.๑๐ ส่วนประกอบสำหรับทำโคมไฟ

๗. นำกระดาษใยตะไคร้มาฉีกเป็นชิ้น ปิดทับบนโครงไฟให้สม่ำเสมอ ไม่หนาหรือบางเกินไป



ภาพที่ ๔.๑๑ นำกระดาษใยตะไคร้มาปิดทับพื้นผิวของโครงโคมไฟ และโคมไฟ

๘. นำส่วนประกอบโครงร่างมาประกอบเป็นรูปแบบที่สมบูรณ์
๙. เก็บรายละเอียดในส่วนที่เป็นแกนโคมไฟโดยใช้เส้นใยตะไคร้มาพันโดยรอบ
๑๐. ติดหลอดไฟที่โคม ใช้หลอดป้องกันแบบเกลียว ขนาด ๔๐ Watt
๑๑. เปิดใช้งานในสภาวะปกติ



ภาพที่ ๔.๑๒ ต้นแบบสำเร็จรูปชิ้นที่ ๑



## นาฬิกาตั้งโต๊ะ

- วัสดุ
๑. แผ่นกระดาษใยตะไคร้
  ๒. เส้นใยตะไคร้
  ๓. กาวลาเท็กซ์
  ๔. สารเคลือบเงา
  ๕. นาฬิกาตั้งโต๊ะ

## ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์นาฬิกาตั้งโต๊ะ

๑. ขึ้นแบบโครงสร้างต้นแบบ
๒. นำกระดาษใยตะไคร้มาหุ้มกับตัวโครงร่างเพื่อทำเป็นพื้น
๓. นำกระดาษใยตะไคร้มาฉีกเป็นชิ้น เป็นแผ่น หากกาวลาเท็กซ์ปิดหุ้มตัวโครงสร้างให้ปิดทับรอบแรก รอให้กระดาษแห้ง



ภาพที่ ๔.๑๓ นำกระดาษใยตะไคร้ปิดหุ้มตัวโครงสร้างนาฬิกาตั้งโต๊ะต้นแบบ

๕. นำเส้นใยตะไคร้มาติดบริเวณผิวของโครงสร้าง (ตัวแกะ) ให้มีลักษณะเป็นขนๆ ตามลำตัวของแกะ





ภาพที่ ๔.๑๔ เส้นใยตะไคร้สำหรับติดตามลำตัวแกะ

๖. นำนาฬิกาตั้งโต๊ะมาติดบริเวณ ด้านข้างตัวต้นแบบ (แกะ)
๗. นำเส้นใยตะไคร้มาตกแต่งบริเวณฐานชิ้นงานเพื่อให้เกิดความสวยงาม
๘. พันสารเคลือบเงาบนตัวชิ้นงาน เพื่อเพิ่มความคงทน



ภาพที่ ๔.๑๕ ต้นแบบสำเร็จรูป ชิ้นที่ ๒

## ผลจากการประเมินแบบสอบถาม

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้ จากการตอบแบบประเมินของผู้เข้ารับการอบรม จากแหล่งชุมชน ตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และกลุ่มผู้สนใจ ได้ผลการประเมินดังต่อไปนี้

### ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้ารับการอบรม

ตารางที่ ๔.๘ แสดงข้อมูลจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
ชาย	๕	๒๕.๐๐
หญิง	๑๕	๗๕.๐๐
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐

จากตารางที่ ๔.๘ แสดงข้อมูลจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน ๑๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๗๕.๐๐ และเพศชายจำนวน ๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๕.๐๐

ตารางที่ ๔.๙ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร

ระดับความพึงพอใจทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๒	๑๐.๐๐	๔.๕๐	.๖๘๘
มาก	๖	๓๐.๐๐		
มากที่สุด	๑๒	๖๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๙ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๖ คน คิดเป็นร้อยละ ๓๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๕๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๐ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้คำแนะนำ หรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดี

ระดับความพึงพอใจทางด้านการให้บริการของ เจ้าหน้าที่ในการให้คำแนะนำ หรือตอบข้อซักถามเป็น อย่างดี	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๑	๕.๐๐	๔.๕๕	.๖๐๕
มาก	๗	๓๕.๐๐		
มากที่สุด	๑๒	๖๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๐ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้คำแนะนำ หรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดีพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๗ คน คิดเป็นร้อยละ ๓๕.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๕๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ ๔.๑๑ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย

ระดับความพึงพอใจทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๒	๑๐.๐๐	๔.๓๐	.๖๕๗
มาก	๑๐	๕๐.๐๐		
มากที่สุด	๘	๔๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๑ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่ายพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๘ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๓๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๒ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ

ระดับความพึงพอใจทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๓	๑๕.๐๐	๔.๔๕	.๗๕๙
มาก	๕	๒๕.๐๐		
มากที่สุด	๑๒	๖๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		



จากตารางที่ ๔.๑๒ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๕.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๔๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๓ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านวิทยากร มีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี

ระดับความพึงพอใจทางด้านวิทยากร มีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๓	๑๕.๐๐	๔.๓๕	.๗๔๕
มาก	๗	๓๕.๐๐		
มากที่สุด	๑๐	๕๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๓ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านวิทยากร มีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดีพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๗ คน คิดเป็นร้อยละ ๓๕.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๓๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๔ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านวิทยากร มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้

ระดับความพึงพอใจทางด้านวิทยากร มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๔	๒๐.๐๐	๔.๓๕	.๘๑๓
มาก	๕	๒๕.๐๐		
มากที่สุด	๑๑	๕๕.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๔ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านวิทยากร มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๕.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๔ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๐.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๓๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๕ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง

ระดับความพึงพอใจด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการ ให้บริการ – มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๓	๑๕.๐๐	๔.๓๐	.๗๓๓
มาก	๘	๔๐.๐๐		
มากที่สุด	๙	๔๕.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๕ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึงพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๘ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๓๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๖ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อน

ระดับความพึงพอใจทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อน	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	-	-		
น้อย	-	-		
ปานกลาง	๔	๒๐.๐๐	๔.๑๐	.๗๑๘
มาก	๑๐	๕๐.๐๐		
มากที่สุด	๖	๓๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๖ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อนพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๖ คน คิดเป็นร้อยละ ๓๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๔ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๐.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๑๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๗ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ  
- มีการกำหนดระยะเวลา/สถานที่/หัวข้อที่อบรมชัดเจน

ระดับความพึงพอใจด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการ ให้บริการ - มีการกำหนดระยะเวลา/สถานที่/ หัวข้อที่อบรมชัดเจน	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	-	-		
น้อย	-	-		
ปานกลาง	๓	๑๕.๐๐	๔.๑๐	.๖๔๑
มาก	๑๒	๖๐.๐๐		
มากที่สุด	๕	๒๕.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๗ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการกำหนดระยะเวลา/สถานที่/หัวข้อที่อบรมชัดเจนพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๕.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๑๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๑๘ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการ  
ให้บริการ - ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้โดยง่ายและสะดวก

ระดับความพึงพอใจทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการ ให้บริการ - ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้ โดยง่ายและสะดวก	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	-	-		
น้อย	-	-		
ปานกลาง	๑	๕.๐๐	๔.๑๕	.๔๘๙
มาก	๑๕	๗๕.๐๐		
มากที่สุด	๔	๒๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๑๙ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – ติดต่อบริการรายละเอียดการอบรมได้โดยง่ายและสะดวกพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๑๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๗๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๔ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๑๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๒๐ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง

ระดับความพึงพอใจทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๔	๒๐.๐๐	๔.๒๕	.๗๘๖
มาก	๗	๓๕.๐๐		
มากที่สุด	๙	๔๕.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๒๐ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้องพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๗ คน คิดเป็นร้อยละ ๓๕.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๔ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๐.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๒๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๒๑ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม

ระดับความพึงพอใจทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ-เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๒	๑๐.๐๐	๔.๕๐	.๖๘๑
มาก	๘	๔๐.๐๐		
มากที่สุด	๑๐	๕๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๒๑ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสมพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๘ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๕๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๒๒ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจน

ระดับความพึงพอใจทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ – มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจน	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๓	๑๕.๐๐	๔.๒๕	.๓๑๖
มาก	๙	๔๕.๐๐		
มากที่สุด	๘	๔๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๒๒ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจนพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๘ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๒๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๒๓ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัย พร้อมใช้งาน

ระดับความพึงพอใจทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัย พร้อมใช้งาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	-	-		
น้อย	-	-		
ปานกลาง	๓	๑๕.๐๐	๔.๔๐	.๗๕๔
มาก	๖	๓๐.๐๐		
มากที่สุด	๑๑	๕๕.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๒๓ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัย พร้อมใช้งานพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๖ คน คิดเป็นร้อยละ ๓๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๔๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ๔.๒๔ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก –  
สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ

ระดับความพึงพอใจทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๓	๑๕.๐๐	๔.๒๕	.๗๑๖
มาก	๙	๔๕.๐๐		
มากที่สุด	๘	๔๐.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๒๕ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๘ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๒๕ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก



ตารางที่ ๔.๒๖ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – บริการอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่ม มีความเหมาะสม

ระดับความพึงพอใจทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – บริการอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่ม มีความ เหมาะสม	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	S.D.
น้อยที่สุด	–	–		
น้อย	–	–		
ปานกลาง	๑	๕.๐๐	๔.๖๐	.๕๙๘
มาก	๖	๓๐.๐๐		
มากที่สุด	๑๓	๖๕.๐๐		
รวม	๒๐	๑๐๐.๐๐		

จากตารางที่ ๔.๒๖ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก – บริการอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่ม มีความเหมาะสมพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมาก จำนวน ๖ คน คิดเป็นร้อยละ ๓๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕.๐๐ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย = ๔.๖๐ ซึ่งระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ ๔.๒๗ แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมในภาพรวม

ระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรม	N	Mean	
ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ - ให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร	๒๐	๔.๕๐	๓
ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ - ให้คำแนะนำ หรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดี	๒๐	๔.๕๕	๒
ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ - ให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	๒๐	๔.๓๐	
ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ - อำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ	๒๐	๔.๔๕	๔
ด้านวิทยากร - มีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี	๒๐	๔.๓๕	๖
ด้านวิทยากร - มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	๒๐	๔.๓๕	๖
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง	๒๐	๔.๓๐	๗
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อน	๒๐	๔.๑๐	๑๐
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการกำหนดระยะเวลา/สถานที่/หัวข้อที่อบรมชัดเจน	๒๐	๔.๑๐	๑๐
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้โดยง่ายและสะดวก	๒๐	๔.๑๕	๙
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง	๒๐	๔.๒๕	๘
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม	๒๐	๔.๔๐	๕
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจน	๒๐	๔.๒๕	๘
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัยพร้อมใช้งาน	๒๐	๔.๔๐	๕
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ	๒๐	๔.๒๕	๕
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - บริการอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่ม มีความเหมาะสม	๒๐	๔.๖๐	๑
เฉลี่ย	๒๐	๔.๓๓	

## บทที่ ๕

### สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

#### อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เส้นใยตะไคร้ สามารถที่จะนำกระดาษจากเส้นใยตะไคร้ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

สถานะในการแยกเส้นใยที่ใช้คือตัดเส้นใยตะไคร้ที่มีความยาวประมาณ ๒-๓ นิ้วตะไคร้ ๑ กิโลกรัมต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ๔๐๐ กรัมต่อน้ำ ๑ ลิตร ที่อุณหภูมิ ๘๐-๑๐๐ องศาเซลเซียส นาน ๓ ชั่วโมง ใยที่ได้จากการต้มจะแตกออกเป็นเส้นใยที่มีความละเอียด นำเส้นใยไปทำการฟอกขาวด้วยคลอรีน (๒๐%) ๒๐๐ กรัม ต่อเส้นใยตะไคร้ ๑ กิโลกรัม ใช้น้ำอัตราส่วน ๑ : ๑ ลิตร นำไปขึ้นรูปเป็นกระดาษโดยใช้น้ำยากันไฟ ที่อัตราส่วน ๑๐% เป็นเวลา ๑๐ นาที ที่อุณหภูมิปกติ นำกระดาษใยตะไคร้ที่ได้ไปทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทดสอบสำหรับหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว ภาคตามยาว ภาคตัดขวางของเส้นใย การติดไฟ การทดสอบความฉีกฉีก การดูดซึม ความทนทานต่อความร้อน

ในการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการนำใบตะไคร้มาตัดให้มีความยาวสม่ำเสมอ นำมาผ่านกระบวนการต้มแยกเส้นใย จะได้รับความเหนียวของเยื่อที่มีสมบัติในด้านความแข็งแรงสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดของใบตะไคร้ที่มีความยาวมากจะมีผลทางด้านความแข็งแรงมาก ส่วนสิ่งสกปรกที่เจือปนมากับใบตะไคร้จำพวก คาร์โบไฮเดรต ลิกนิน เกลือแร่ และอื่น ๆ จะถูกกำจัดออกโดยผ่านกระบวนการต้มแยกเส้นใย

เพื่อพัฒนาในสิ่งที่มีคุณภาพมาตรฐาน ควรมีการออกแบบ วิเคราะห์ ประเมินผล ทำต้นแบบเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้เป็นกรแปรรูปเส้นใยจากใบตะไคร้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มเป้าหมาย

จากสมบัตินี้ดังกล่าวของกระดาษเส้นใยตะไคร้สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น โคมไฟ กรอบรูป กล้องกระดาษ ของชำร่วย ของที่ระลึก เป็นต้น

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้ จากการตอบแบบประเมินของผู้เข้ารับการอบรม ในแหล่งชุมชน ตำบลศรีดอนไผ่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และกลุ่มผู้สนใจ จากผลการประเมินพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีระดับความพึงพอใจทางการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร ในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๕๐) ทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้คำแนะนำ หรือ

ตอบข้อซักถามเป็นอย่างดีส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๕๕) ทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่ายส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๓๐) ทางด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๕๕) ทางด้านวิทยากร มีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดีส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๓๕) ทางด้านวิทยากร มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๕.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๓๕) ทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๓๐) ทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๑๐) ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการกำหนดระยะเวลา/สถานที่/หัวข้อที่อบรมชัดเจนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๐.๐๐ รองลงมา (ค่าเฉลี่ย = ๔.๑๐) ทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้โดยง่ายและสะดวกส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๗๕.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๑๕) ทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๒๕) ทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๐ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๔๐) ทางด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ - มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ รองลงมา (ค่าเฉลี่ย = ๔.๒๕) ทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัย พร้อมใช้งานพบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕๕.๐๐ (มีค่าเฉลี่ย = ๔.๔๐) ทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบพบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๕.๐๐ รองลงมา พึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๘ คน คิดเป็นร้อยละ ๔๐.๐๐ และพึงพอใจในระดับปานกลาง จำนวน ๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๕.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๒๕) ทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวก - บริการอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่มมีความเหมาะสมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน ๑๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๖๕.๐๐ (ค่าเฉลี่ย = ๔.๖๐)

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งนี้

๑. การวิจัย การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากใยตะไคร้ โดยได้กระดาษใยตะไคร้ นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ
๒. การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนได้พัฒนากระดาษใยตะไคร้ให้ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการนำไปใช้งาน
๓. พัฒนาและเป็นแนวทางในการนำไปใช้กับวัสดุอื่น เพื่อเป็นการส่งเสริมการบูรณาการส่งเสริมให้ชุมชนรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์และนำไปสร้างเป็นสินค้า เพิ่มรายได้ให้ชุมชนได้
๔. เป็นการสร้างองค์ความรู้ให้ชุมชน เพื่อนำไปพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสม และสามารถนำไปเผยแพร่คุณค่าประโยชน์ที่ได้จากใยตะไคร้ไปใช้ประโยชน์ได้

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

๑. ควรมีการเพิ่มสมบัติพิเศษลงในเส้นใยตะไคร้ เพื่อสามารถนำไปใช้งานด้านอื่น ๆ ได้ เช่น กล่องกระดาษ ซองเอกสาร กระดาษซับมัน เป็นต้น
๒. การศึกษาสมบัติเฉพาะในด้านอื่นๆ ของใยตะไคร้เพื่อนำไปประยุกต์ต่อยอดใช้ในงานสิ่งทอด้านอื่น เช่น ใช้เป็นเส้นด้ายสำหรับการทอผ้าฝ้าย มุ้งกันแมลง เสื้อกันยูง
๓. ควรศึกษาช่องทางการส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้หลากหลาย เพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนและการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งาน

## บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, ๒๕๔๒. **ทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผ้าไหม**. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. ๒๕๑๘. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๑๙๖ (พ.ศ. ๒๕๑๘) เรื่อง **กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม ๑๒ น้ำหนักของผ้าทอต่อหนึ่งหน่วยความยาวและหนึ่งหน่วยพื้นที่**, ๒๙ ธันวาคม ๒๕๑๘.
- \_\_\_\_\_. ๒๕๒๔. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๕๕๐ (พ.ศ. ๒๕๒๔) เรื่อง **กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม ๑๕ ชนิดเส้นใย**, ๒๖ สิงหาคม ๒๕๒๔.
- งานวิเคราะห์วิจัยเคมีสิ่งทอ. การตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม, ๒๕๒๘.
- งามจิตร วิฑูรย์สกุลศิลป์. การตกแต่งสำเร็จ. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม, ๒๕๒๘.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. ๒๕๔๔. **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นวลแข ปาลิวนิช. **ความรู้เรื่องผ้า**. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, ๒๕๒๓.
- นัยนา นิยมวัน. (ออนไลน์). **การผลิตกระดาษ**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. เข้าถึงได้จากเว็บไซต์ [http://www.tistr.or.th/t/publication/page\\_area\\_show\\_bc.asp?id=๗๗ &i๒=๗](http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?id=๗๗ &i๒=๗) เมื่อวันที่ ๙ กันยายน ๒๕๕๒.
- นิตยา อ่อนสุวรรณ. ๒๕๓๗. **รูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไทย**. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- นิศารัตน์ ศิลปเดช. ๒๕๓๙. **ประชากรกับการพัฒนาคุณภาพชีวิต**. กรุงเทพฯ : พิเศษการพิมพ์.
- บุษรา สร้อยระย้า, ผศ. และคณะ. **การพัฒนากระดาษจากใบอ้อยด้วยมือแบบไทยเพื่องานหัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, ๒๕๕๐-๒๕๕๑.
- รัตนพล มงคลรัตนสิทธิ์. ๒๕๕๔. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการทดสอบสิ่งทอ เรื่อง การทดสอบการดูดซึมน้ำของวัสดุสิ่งทอที่ผ่านการฟอก**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. ๒๕๔๔. **อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

### บรรณานุกรม (ต่อ)

สสวท. **เส้นใยตะไคร้**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จากเว็บไซต์ <http://www.thaipr.net/nc/readnews.aspx?newsid=๐๑๘๖A๙๐๐๑๖๒๒๖๙A๒๓๐๗๕๓FECB๔B๘๐๐CB&query=yTjD๐sm uw+y+๑LfC๐g==> เมื่อวันที่ ๑๔ มิถุนายน ๒๕๕๒.

สาคร คันทโชติ, ๒๕๒๘. **การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรีนติ้งเฮ้าส์.

เสาวณีย์ อารีจางเจริญ. ๒๕๕๐. **วิทยาศาสตร์เส้นใย**. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

อภิชาติ สนธิสมบัติ. ๒๕๔๕. **กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ**. ปทุมธานี : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

อัจฉราพร ไสละสูต. ๒๕๒๕. **ความรู้เรื่องผ้า**. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา.

อุไรวรรณ ภารดี, ๒๕๔๘. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จากเว็บไซต์ [http://www.sme.go.th/cms/c/portal/layout?p\\_๑\\_id=๒๓.๖๕](http://www.sme.go.th/cms/c/portal/layout?p_๑_id=๒๓.๖๕).



# ภาคผนวก





ภาคผนวก ก.  
มาตรฐานผลิตภัณฑ์



## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

### กระดาษตะไคร้

(มผช.๑๒๕๖/๒๕๕๙)

#### ๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมกระดาษที่ทำจากตะไคร้เป็นวัสดุหลัก

#### ๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ กระดาษตะไคร้ หมายถึง กระดาษที่ทำจากเยื่อของตะไคร้ โดยการนำตะไคร้มาผ่านกระบวนการต้มและตีเยื่ออาจฟอกสีหรือย้อมสี แล้วขึ้นเป็นแผ่นกระดาษบนตะแกรง นำไปตากให้แห้งหรือผ่านกระบวนการใช้ความร้อนอื่น มีลวดลายในเนื้อกระดาษ อาจนำวัสดุอื่น เช่น ดอกไม้ ใบไม้ กากเพชร หรือตกแต่งลวดลายด้วยสี อาจเคลือบด้วยสารเคลือบ

๒.๒ ตะไคร้ หมายถึง พืชล้มลุกชนิดหนึ่งลักษณะต้นขึ้นเป็นกอ มีกลิ่นหอม มีหลายพันธุ์

#### ๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอ ไม่มีรอยทะเล่ สิ่งปนเปื้อน ตำหนิ และราปรากฏให้เห็น

๓.๒ ลวดลาย (ถ้ามี)

ต้องประณีต วัสดุที่นำมาตกแต่งให้เป็นลวดลายต้องเหมาะสม สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปราะเปื้อน

๓.๓ สี (ถ้ามี)

ต้องสม่ำเสมอ (ยกเว้นศิลปะการใช้สีหรือเทคนิคสมัยใหม่เพื่อความสวยงาม) ไม่ซีด จาง หลุดหรือลอก

๓.๔ การเคลือบ (ถ้ามี)

ต้องเรียบ สม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด เป็นคราบ กรอบ แตก หลุด หรือลอก และไม่หนาเกินไปจนทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงามหรือทำให้เสียรูปทรง เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๗.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๑๓ โดยน้ำหนัก

๓.๖ ความกว้างและความยาว

ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย แต่ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

**หมายเหตุ** หากไม่มีการตกลงเป็นอย่างอื่น ให้มีความกว้างและความยาวเป็น ๕๕ เซนติเมตร × ๘๐ เซนติเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm ๑$  เซนติเมตร

#### ๔. การบรรจุ

๔.๑ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุกระดาษตะไคร้ในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง เรียบร้อย และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับกระดาษตะไคร้ได้

#### ๕. เครื่องหมายและฉลาก

๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุกระดาษตะไคร้ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือ เครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น กระดาษตะไคร้ กระดาษต้นตะไคร้

(๒) ความกว้างและความยาว

(๓) เดือน ปีที่ทำ

(๔) ข้อแนะนำในการใช้ เช่น ห้ามใช้บรรจุอาหารโดยตรง

(๕) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

#### ๖. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๖.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กระดาษตะไคร้ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

๖.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๖.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความกว้างและความยาว การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ ข้อ ๔. และข้อ ๕. จึงจะถือว่ากระดาษตะไคร้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป ลวดลาย สี และการเคลือบ ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่ากระดาษตะไคร้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ ตัวอย่าง เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ จึงจะถือว่ากระดาษตะไคร้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างกระดาษตะไคร้ต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ ข้อ ๖.๒.๒ และข้อ ๖.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่ากระดาษตะไคร้รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

## ๗. การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ลวดลาย สี และการเคลือบ

๗.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบกระดาษตะไคร้อย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๗.๑.๒ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

### ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๗.๑.๒)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอ ไม่มีรอยทะลุ สิ่งปนเปื้อนตำหนิ และราปรากฏให้เห็น	๔	๓	๒	๑
ลวดลาย (ถ้ามี)	ต้องประณีต วัสดุที่นำมาตกแต่งให้เป็นลวดลายต้องเหมาะสม สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปราะเปื้อน	๔	๓	๒	๑
สี (ถ้ามี)	ต้องสม่ำเสมอ (ยกเว้นศิลปะการใช้สีหรือเทคนิคสมัยใหม่เพื่อความสวยงาม) ไม่ซีด จาง หลุด หรือลอก	๔	๓	๒	๑
การเคลือบ (ถ้ามี)	ต้องเรียบ สม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด เป็นคราบ กรอบ แตก หลุด หรือลอก และไม่หนาเกินไปจนทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงามหรือทำให้เสียรูปทรง	๔	๓	๒	๑

### ๗.๒ การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษพิมพ์และเขียน มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๘๗ หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

### ๗.๓ การทดสอบความกว้างและความยาว

ให้ใช้เครื่องมือวัดที่วัดได้ละเอียดถึง ๑.๐ มิลลิเมตร

### ๗.๔ การทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้

### ๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยกระดาษตะไคร้เป็นวัสดุหลัก ไม่ครอบคลุมถึงดอกไม้ประดิษฐ์จากวัสดุแปรรูปที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

### ๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกระดาษตะไคร้มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อาจมีการประกอบด้วยวัสดุอื่น เช่น ไม้ โลหะ ฟองน้ำ กระดาษอัด อาจแต่งสีหรือเคลือบด้วยสารเคลือบผิว ทำเป็นของใช้ทั่วไป ของประดับตกแต่ง เช่น กล้องทิวชู กล้องอเนกประสงค์ กรอบรูป

๒.๒ กระดาษตะไคร้ หมายถึง กระดาษที่ทำจากเยื่อของตะไคร้ โดยการนำตะไคร้มาผ่านกระบวนการต้มและตีเยื่ออาจฟอกสีหรือย้อมสี แล้วขึ้นเป็นแผ่นกระดาษบนตะแกรง นำไปตากให้แห้งหรือผ่านกระบวนการใช้ความร้อนอื่น มีลวดลายในเนื้อกระดาษ อาจนำวัสดุอื่น เช่น ดอกไม้ ใบไม้ กากเพชร หรือตกแต่งลวดลายด้วยสี อาจเคลือบด้วยสารเคลือบ

### ๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

#### ๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องประณีต สวยงาม มีรูปแบบรูปทรงและสัดส่วนที่เหมาะสม ไม่มีรอยฉีก ขาด ตำหนิ และราปรากฎให้เห็น

#### ๓.๒ สี (ถ้ามี)

ต้องสม่ำเสมอ (ยกเว้นกรณีเป็นลักษณะเฉพาะของชิ้นงาน) ไม่หลุดหรือลอก และเมื่อลูบผลิตภัณฑ์แล้วสีต้องไม่ติดมือ

#### ๓.๓ การประกอบด้วยวัสดุอื่น (ถ้ามี)

ต้องประณีต ติดแน่น คงทน กลมกลืนและเหมาะสมกับชิ้นงาน และไม่มีรอยเปราะเปื้อนของสารที่ใช้ยึดติดชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน กรณีเป็นโลหะต้องไม่เป็นสนิมและไม่มีส่วนแหลมคม

#### ๓.๔ การเคลือบผิว (ถ้ามี)

ต้องเรียบ สม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด เป็นคราบ กรอบ แตก หลุด หรือลอก และไม่หนาเกินไปจนทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงาม เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๗.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

#### ๓.๕ การใช้งาน

ต้องสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

#### ๔. การบรรจุ

๔.๑ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้ในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง เรียบร้อย และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้ได้

#### ๕. เครื่องหมายและฉลาก

๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น กล่องทึบซูกระดาษตะไคร้ กรอบรูปกระดาษต้นตะไคร้
  - (๒) ขนาดหรือมิติ
  - (๓) เดือน ปีที่ทำ
  - (๔) ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา
  - (๕) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

#### ๖. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๖.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

๖.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๖.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการใช้งาน การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้ว ทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๔. และข้อ ๕. จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้รุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี การประกอบด้วยวัสดุอื่น และการเคลือบผิว ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวน ๕ ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้ต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์กระดาษตะไคร้รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

#### ๗. การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี การประกอบด้วยวัสดุอื่น และการเคลือบผิว

๗.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ กระดาษตะไคร้อย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๗.๑.๒ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

### ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๗.๑.๒)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องประณีต สวยงาม มีรูปแบบรูปทรงและ สัดส่วนที่เหมาะสม ไม่มีรอยฉีก ขาด ตาหนี และปรากฏให้เห็น	๔	๓	๒	๑
สี (ถ้ามี)	ต้องสม่ำเสมอ (ยกเว้นกรณีเป็น ลักษณะเฉพาะของชิ้นงาน) ไม่หลุดหรือ ลอก และเมื่อลูบผลิตภัณฑ์แล้วสีต้องไม่ ติดมือ	๔	๓	๒	๑
การประกอบ ด้วยวัสดุอื่น (ถ้ามี)	ต้องประณีต ติดแน่น คงทน กลมกลืน และเหมาะสมกับชิ้นงาน และไม่มีรอย เปราะเปื้อนของสารที่ใช้ยึดติดชิ้นส่วนเข้า ด้วยกัน กรณีเป็นโลหะต้องไม่เป็นสนิม และไม่มีส่วนแหลมคม	๔	๓	๒	๑
การเคลือบผิว (ถ้ามี)	ต้องเรียบ สม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด เป็นคราบ กรอบ แตก หลุด หรือลอก และไม่หนา เกินไปจนทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงาม	๔	๓	๒	๑

๗.๒ การทดสอบการใช้งาน การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

## การทดสอบการดูดซึมน้ำของวัสดุสิ่งทอที่ผ่านการฟอก

### ABSORBENCY OF BLEACHED TEXTILES

มาตรฐาน AATCC ๗๙ - ๒๐๐๐

#### ๑. วัตถุประสงค์ และขอบเขต (Purpose and Scope)

1.1 การดูดซึมน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งในหลาย ๆ ปัจจัยที่ใช้กำหนด ความเหมาะสมของผ้าสำหรับการใช้งาน ในลักษณะ พิเศษ เช่น ผ้าพันแผล (GAUZE) หรือผ้าขนหนู (TOWELLING) การดูดซึมน้ำมีความสำคัญมากในผ้าที่จะนำไปย้อมสี ทั้งนี้ คุณสมบัติและรูปแบบการย้อมสี ขึ้นอยู่กับการดูดซึมน้ำ (ABSORBENCY) สำหรับผ้าที่ถูกตกแต่งมาโดยใช้เรซินหรือ เป็นการตกแต่งแบบพิเศษ ค่าการดูดซึมน้ำจะเป็นปัจจัยที่จะต้องถูกนำมาพิจารณา ความสามารถในการเปียก (Wettability) และค่าการดูดซึมน้ำ (fabric) เส้นด้าย (yarn) สามารถที่จะหาค่าออกมาได้โดยวิธีนี้

#### ๒. หลักการ (PRINCIPLE)

๒.๑ หยดน้ำจะถูกปล่อยให้ตกจากความสูงที่กำหนดไว้ไปยังผิวหน้าของชิ้นทดสอบ จากนั้นให้ทำการจดบันทึกระยะเวลา ที่หยดน้ำกระจายออกและเปียก

#### ๓. คำศัพท์ (TERMINOLOGY)

๓.๑ Absorbency แนวโน้มของวัสดุที่สามารถดูดซึมน้ำและรักษาของเหลวไว้ได้ โดยปกติมักจะเป็นน้ำ ซึ่งจะเก็บและรักษาไว้ในรู หรือช่องว่างของวัสดุนั้น ๆ

#### ๔. อุปกรณ์ (APPARATUS)

๔.๑ ตะกรงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย ๑๕๐ มม. (EMBROIDERY HOOP)

๔.๒ บิวเรตต์ (BURETTE) (๑ มล. ต้องสามารถหยดของเหลวได้ ๑๕ - ๒๕ หยด)

๔.๓ นาฬิกาจับเวลา STOPWATCH

๔.๔ ขาตั้งบิวเรตต์ (BURETTE STAND)

#### ๕. ชิ้นทดสอบ (TEST SPECIMEN)

๕.๑ วัสดุที่เป็นผ้าชิ้นเล็ก (SWATCH) หรือใจด้าย (SKEIN) ที่ผ่านการฟอกมาแล้ว สามารถที่จะนำมาทดสอบได้ โดยชิ้นงานทดสอบนี้ต้องสามารถวางและขึงบนตะกรงได้

๕.๒ ชิ้นงานทดสอบจะต้อง มีการทำให้แห้งก่อนในลำดับแรกด้วยลม (AIR DRIED) และชิ้นงานทุกชิ้น



จะต้องผ่านการปรับสภาวะ (CONDITION) ที่อุณหภูมิ  $20 \pm 1$  C และความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 2$  %

## ๖.วิธีการทดสอบ (PROCEDURE)

- ๖.๑ ทำการปรับสภาวะชิ้นงานทดสอบตามข้อ ๕.๒
- ๖.๒ นำผ้าหรือชิ้นงานที่จะทดสอบมาสวมลงบนสะดึงโดยอย่าให้มีรอยยับบนผิวน้ำผ้า ขณะซึ่งผ้าบนสะดึงห้ามใช้ทรงดิ่ง ดึงชิ้นงานทดสอบ
- ๖.๓ วางสะดึงที่ซึ่งผ้าเสร็จแล้ว ไว้ข้างใต้บิวเรต (BURET) โดยให้หน้าผ้าห่างออกจากปลายของบิวเรต  $10 \pm 1$  มม. และปล่อยให้หยดน้ำกลั่นหรือน้ำกรองที่มีอุณหภูมิ  $20 \pm 3$  C ตกลงมาบนผ้า ๑ หยด
- ๖.๔ ใช้นาฬิกาจับเวลาที่หยดน้ำซึมหายไป โดยให้จับเวลาสูงสุดเพียง ๖๐ วินาที เวลาดูว่าหยดน้ำหายไปหรือไม่ ควรจะต้องทำในที่สว่างเช่น เปิดหน้าต่างหรือใช้ไฟ SPOTLIGHT ช่วยในการดูหยดน้ำ โดยถ้าหยดน้ำหายไป ก็ให้หยุดจับเวลา และรายงานค่าเวลาที่หยดน้ำหายไป แต่ถ้าจับเวลา แล้วเกิน ๖๐ วินาที แล้วหยดน้ำไม่หายไปก็ให้จดบันทึกเป็น ๖๐ S หรือ ๖๐ + S
- ๖.๕ ทำการทดสอบทั้งหมด ๕ จุด และอ่านค่า

## ๗.การคำนวณและประเมินผล (CALCULATION AND EVALUATION)

- ๗.๑ หาค่าเฉลี่ยทั้ง ๕ ค่า โดยค่าเฉลี่ยของเวลาที่ออกมาน้อยแสดงว่าวัสดุสิ่งทอดูดี
- ๗.๒ รายงานมาตรฐานการทดสอบ

\*\*\*\*\*













































































































ภาคผนวก ข.

กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี



กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี  
การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้ อำเภอศรีดอนไผ่ จังหวัดราชบุรี  
ระหว่างวันที่ ๒๘ - ๒๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๔









ภาคผนวก ค.

แบบประเมิน







มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
 หน่วยงาน คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น  
 แบบประเมินความพึงพอใจ  
 โครงการ การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นใยตะไคร้

ข้อมูลส่วนบุคคล

สถานภาพ  ผู้เข้าร่วมโครงการ  วิทยากร  คณะทำงาน / กรรมการโครงการ  อื่นๆ.....

เพศ  ชาย  หญิง อายุ.....ปี

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีความหมาย ดังนี้

๕ = มากที่สุด ๔ = มาก ๓ = ปานกลาง ๒ = น้อย ๑ = น้อยที่สุด

การให้บริการ	ระดับความพึงพอใจ				
	๕	๔	๓	๒	๑
• <b>ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่</b>					
๑. เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร					
๒. เจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำ หรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดี					
๓. เจ้าหน้าที่ให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
๔. เจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ					
• <b>ด้านวิทยากร</b>					
๕. วิทยากรมีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี					
๖. วิทยากรมีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้					
<b>ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ</b>					
๗. มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง					
๘. มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อน					
๙. มีการกำหนดระยะเวลา/สถานที่/หัวข้อที่อบรมอย่างชัดเจน					
๑๐. ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้โดยง่ายและสะดวก					
๑๑. การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง					
๑๒. เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม					
๑๓. มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจน					
• <b>ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก</b>					
๑๔. สื่อ / วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัย / พร้อมใช้งาน					
๑๕. สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ					
๑๖. บริการอาหาร ของว่างและเครื่องดื่มมีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ.....  
 .....

ขอขอบคุณในความร่วมมือตอบแบบประเมิน😊

ภาคผนวก ง.

ประวัติผู้วิจัย









ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๒๕๔๐ (พ.ศ. ๒๕๔๒)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การทดสอบกระดาศและกระดาศแข็ง เล่ม ๕

วิธีหาความต้านแรงฉีกขาดของกระดาศโดยวิธีของเอลเมนดอร์ฟ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบกระดาศและกระดาศแข็ง เล่ม ๕ วิธีหาความต้านแรงฉีกขาดของกระดาศโดยวิธีของเอลเมนดอร์ฟ มาตรฐานเลขที่ มอก. ๑๓๕๓ เล่ม ๕ - ๒๕๔๑ ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๔๒

สุวัจน์ ลิปตพัลลภ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

### การทดสอบกระดาษและกระดาษแข็ง

#### เล่ม 9 วิธีหาความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษโดยวิธีของเอลเมนคอร์ฟ

##### บทนำ

ด้วยองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน ไอเอสโอ ได้แก้ไขปรับปรุงมาตรฐาน ISO 1974 : 1985 และได้ประกาศใช้มาตรฐาน ISO 1974 : 1990 โดยกำหนดให้มีการทดสอบความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษเฉพาะเครื่องทดสอบแบบ single tear ซึ่งใช้ได้กับเครื่องอ่านค่าความต้านแรงฉีกขาดแบบดิจิทัล (digital) และไม่ครอบคลุมการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบแบบ double tear รวมทั้งได้เพิ่มเติมรายละเอียดวิธีการสอบเทียบเครื่องทดสอบไว้ด้วย ดังนั้น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้จึงรับ ISO 1974 : 1990 มาใช้ในระดับเหมือนกันทุกประการ โดยใช้ ISO ฉบับภาษาอังกฤษเป็นหลัก

##### ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดวิธีหาค่าความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษและอาจใช้วัดค่าความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษแข็งบาง ถ้ามีค่าความต้านแรงฉีกขาดอยู่ในพิสัยของเครื่องวัด วิธีวัดที่กำหนดนี้ไม่สามารถใช้ได้กับกระดาษลูกฟูก แต่อาจใช้วัดชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบของกระดาษลูกฟูก และไม่เหมาะสมที่จะใช้วัดค่าความต้านแรงฉีกขาดในแนวขวางเครื่อง ซึ่งทิศทางการเรียงตัวของเส้นใยมีผลต่อการวัด (ISO 1974 : 1990 ข้อ 1)

##### เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ข้อ 2 กรณีมีการแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานอ้างอิงให้ใช้เอกสารฉบับล่าสุดในการอ้างอิง

##### บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ข้อ 3

##### หลักการ

ขั้นทดสอบกระดาษที่ซ้อนกัน โดยปกติใช้จำนวน 4 แผ่น นำมาตัดให้เป็นร่องบากตามที่กำหนดไว้ แล้วฉีกชั้นทดสอบให้มีความยาวตามที่กำหนดโดยใช้ลูกตุ้ม (pendulum) ถ่วงเพื่อให้เกิดแรงฉีกกระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นระนาบของชั้นทดสอบ งานที่ได้จากการฉีกชั้นทดสอบสามารถวัดได้จากการสูญเสียพลังงานศักยะ (potential energy) ของลูกตุ้ม ค่าเฉลี่ยของแรงฉีก (ซึ่งคือ งานที่ได้หารด้วยระยะรวมที่ฉีกขาด) จะแสดงโดยสเกลบนลูกตุ้มหรือหน้าปัดแบบดิจิทัล (digital display) ดังนั้น ความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของแรงฉีกขาดและจำนวนของแผ่นกระดาษที่ประกอบเป็นชั้นทดสอบ (ISO 1974 : 1990 ข้อ 4)

มอก. 1353 เล่ม 9-2541

ISO 1974 : 1990

## เครื่องมือและอุปกรณ์

ให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ข้อ 5

### การชักตัวอย่าง

การชักตัวอย่างให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ข้อ 6

### สภาวะทดสอบ

สภาวะทดสอบให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ข้อ 7

### การเตรียมชิ้นทดสอบ

การเตรียม ขนาด และจำนวนของชิ้นทดสอบให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ข้อ 8

### วิธีทดสอบ

1. การทดสอบให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดใน ISO 1974 : 1990 ข้อ 9
2. รายละเอียดการปรับตั้งและการตรวจสอบเครื่องมือทดสอบให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดใน ISO 1974 : 1990 ภาคผนวก A กรณีที่จำเป็นต้องสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบ ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดใน ISO 1974 : 1990 ภาคผนวก B

### การคำนวณและการแสดงผลทดสอบ

ให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ข้อ 10

### ความแม่นยำ

ความแม่นยำของผลทดสอบให้มีค่าความทวนซ้ำได้ (repeatability) ประมาณร้อยละ 3.5 และมีค่าความทำซ้ำได้ (reproducibility) ประมาณร้อยละ 18 (ISO 1974 : 1990 ข้อ 11)

### รายงานผลการทดสอบ

รายงานผลการทดสอบต้องมีรายละเอียดตามที่กำหนดใน ISO 1974 : 1990 ข้อ 12

### ภาคผนวก C

ข้อแนะนำการใช้หน่วยสำหรับการแสดงผลทดสอบให้เป็นไปตาม ISO 1974 : 1990 ภาคผนวก C

# Paper — Determination of tearing resistance (Elmendorf method)

## 1 Scope

This International Standard specifies a method for determining the tearing resistance of paper. It can also be used for light boards if the tearing resistance is within the range of the instrument.

This International Standard does not apply to corrugated fibreboard, but it may be applied to the components of such boards. It is not suitable for determining the cross-direction tearing resistance of highly directional paper (or board).

## 2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 186:1985, *Paper and board — Sampling to determine average quality*.

ISO 187:1977, *Paper and board — Conditioning of samples*.

ISO 536:1976, *Paper and board — Determination of grammage*.

## 3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

**3.1 tearing resistance:** The mean force required to continue the tearing started by an initial cut in a single sheet of paper (or board). If the initial cut is

in the machine direction, the result is given as machine-direction tearing resistance; similarly, if the initial cut is in the cross direction, the result is given as cross-direction tearing resistance. The result is expressed in millinewtons (mN).

**3.2 tear index:** The tearing resistance of the paper (or board) divided by its grammage. The result is expressed in millinewton square metres per gram (mN·m<sup>2</sup>/g).

## 4 Principle

A test piece of superimposed sheets (normally four), with a specified pre-cut slit, is torn through a fixed distance using a pendulum which applies the tearing force by moving in a plane perpendicular to the initial plane of the test piece. The work done in tearing the test piece is measured by the loss in potential energy of the pendulum.

The average tearing force (work done divided by the total distance torn) is indicated by a scale on the pendulum or a digital display.

The tearing resistance of the paper is determined from the average tearing force and the number of sheets comprising the test piece.

## 5 Apparatus

**5.1 Elmendorf-type tear tester,** of suitable capacity complying with the requirements specified in annex A.

### NOTES

1 Some apparatus may be equipped with digital indication of tearing resistance. Such apparatus normally replaces the friction pointer system with a transducer for sensing the angular movement of the pendulum. Transducer outputs are electrically processed to give a direct digital read-out of average tearing resistance. In other respects this type of apparatus conforms to the requirements of annex A.

2 Under the conditions of this test, the total work done by the pendulum includes the work done in tearing the paper and also the work done in lifting and bending the test piece and overcoming friction between the torn edges of the test piece. With some instruments the total work done also includes overcoming frictional forces due to the test piece rubbing on the pendulum during the test. This is a major source of error on such apparatus, and apparatus on which this occurs are not considered suitable for testing in accordance with this International Standard. Instruments, modified by a suitable cut out to avoid this problem are available.

**5.2 Augmenting masses or interchangeable pendulums** to increase the tearing force capacity of the apparatus.

**5.3 Means for preparing the test piece:** may comprise a suitable die, guillotine or template and knife.

## 6 Sampling

Sample in accordance with ISO 186.

## 7 Conditioning

Condition the sample in accordance with ISO 187.

## 8 Preparation of test pieces

Prepare the test pieces in the same conditioning atmosphere used to condition the samples. There shall be no folds, creases or other visible defects in the area from which the test piece is cut and the test piece shall not include any part of the sample that is less than 15 mm from the edge of the sheet or reel. If watermarks are present, this should be stated in the test report.

Identify the two sides of the paper in a convenient way, for example, side one and side two and, with the same side up, from each specimen cut four rectangular sheets of the same size between  $50 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  and  $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  wide with edges parallel to the desired test direction and of such a length that after the initial cut has been made either as part of the test piece preparation or by means of the integral knife (see clause A.1), the untorn length is  $43.0 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$  long. Assemble the cut sheets into sets of four to make up the test pieces. Alternatively, arrange four specimens with their machine directions parallel and the same sides facing the same way and cut the test piece simultaneously as described above. The untorn length shall be as specified above.

The edges of the sheets comprising the test piece shall be free and not stuck together.

**NOTE 3** The exact test piece dimensions depend on the design of the apparatus clamps used. For certain apparatus the appropriate dimensions are 50 mm wide  $\times$  63 mm

long; for others 50 mm wide  $\times$  65 mm long or 63 mm wide  $\times$  76 mm long. A guillotine giving the appropriate test piece dimensions is normally supplied with the apparatus.

Cut sufficient test pieces to give a minimum of 10 valid tests in each required principal direction of the paper (i.e. a total of at least 40 sheets in each direction).

## 9 Procedure

Carry out the tests in the same conditioning atmosphere used to condition the samples.

Set up and check the instrument as described in annex A. If necessary, calibrate the apparatus as described in annex B.

Carry out a few tests by the procedure described below in order to select the appropriate pendulum or pendulum/augmenting mass combination. It is desirable to arrange for the mean readings to fall within the range 20 % to 80 % of the full scale reading, although values based on readings taken outside these limits may be noted in the report.

Raise the pendulum to its initial position and secure it by the pendulum release mechanism.

Carefully position the test piece in the clamps so that the slit, if pre-made, is centrally situated between the clamp on the frame and the clamp on the pendulum, and tighten the clamps. Where applicable, operate the knife to produce the required slit. Set the pointer if fitted, against its stop.

Sharply depress the pendulum release mechanism and holding it down, gently catch the pendulum by hand on its return swing without disturbing the position of the pointer, if fitted. Record the scale reading to the nearest scale division for the capacity used.

**NOTE 4** Digital read-out instruments may have slightly different arrangements for releasing and arresting the pendulum. In such cases follow the manufacturer's instructions.

Return the pendulum and, if fitted, the pointer to the initial position and remove the torn paper. Repeat this procedure for the other test pieces, orientating them so that side one faces towards and away from the pendulum alternately.

The path of the tear may deviate from the direction of the slit. If the mean deviation exceeds 10 mm in one or two out of 10 tests, reject these results and carry out further tests to bring the number of satisfactory tests up to 10. If in more than two of the test pieces the deviation exceeds 10 mm, include the results and state the fact in the test report.

If, instead of tearing in the normal way, the paper of any test piece peels apart so as to expose a wide

band of torn surface (the effect known as "skinning"), apply the criteria in the preceding paragraph to the mean centre line of the torn band through the test pieces.

If the tearing resistance of the paper or board or the available pendulum or pendulum/augmenting mass combination is such that satisfactory results cannot be obtained using a test piece made up of four sheets, tests may be carried out using more or fewer sheets. State this fact clearly in the test report.

#### NOTES

5 The apparent tearing resistance is dependent on the number of sheets torn simultaneously. With some papers, the difference in apparent tearing resistance when one and four plies are torn simultaneously may exceed 20 %. Comparison between four plies and two or more plies (up to 16) shows smaller differences than between one and four plies, but these differences may still be significant.

6 If the sheets curl, ensure that they lean towards and not away from the pendulum, by bending them gently at the clamp. In doing so, avoid affecting the moisture content of the test areas.

### 10 Calculation and expression of results

For each direction tested, calculate the mean scale reading and, from the following equations, the tearing resistance and the tear index:

$$F = \frac{\bar{F}p}{n}$$

$$X = \frac{F}{g}$$

where

- $F$  is the tearing resistance, expressed in millinewtons;
- $\bar{F}$  is the mean scale reading, expressed in millinewtons;
- $p$  is the number of sheets torn simultaneously for which the pendulum scale has been calibrated to give a direct tearing resistance reading, in millinewtons (commonly the value of this factor is 4, 8, 16 or 32);
- $n$  is the number of sheets torn simultaneously (normally four);
- $X$  is the tear index, expressed in millinewton square metres per gram ( $\text{mN}\cdot\text{m}^2/\text{g}$ );
- $g$  is the grammage, expressed in grams per square metre, and determined in accordance with ISO 536.

Calculate the coefficient of variation of the results from the individual scale readings.

### 11 Precision

Regular comparative testing in the USA, involving 120 laboratories testing 12 papers, indicated the repeatability of the method to be about 3,5 %.

The same comparison indicated the reproducibility to be about 18 %.

### 12 Test report

The test report shall include the following particulars:

- reference to this International Standard;
  - date and place of testing;
  - description and identification of material tested;
  - the direction of the test (machine direction, cross direction);
  - the number of replicate tests carried out, if other than 10;
  - the tearing resistance, in millinewtons, and the tear index, in millinewton square metres per gram, to three significant figures, in the direction tested;
  - the coefficient of variation of results;
  - the manufacturer, model number and pendulum factor ( $p$ ) of the apparatus;
  - the number of sheets torn simultaneously;
  - any deviation in tear from the correct path, or whether extensive "skinning" occurred;
- NOTE 7 Tests in which these effects have occurred may give spuriously high or low results, which should be interpreted with great caution.
- any other departures from this International Standard or other circumstances which may have had an influence on the results;
  - the grammage of the paper or any other factor which may assist in interpretation of the results.



## Annex A (normative)

### Description, adjustment and maintenance of single tear testers

#### A.1 Description

The apparatus consists of a frame, mounted on a rigid base, carrying a pendulum and pointer assembly (see figure A.1). Two clamps, one on the frame and one on the pendulum are provided to hold the test piece. The clamping surfaces shall be at least 25 mm wide and 15 mm deep. The pendulum is free to swing on an essentially frictionless bearing about a horizontal axis.

**NOTE 8** On some apparatus the pointer assembly has been replaced by a transducer/digital read-out system but in other respects conforms to the requirements of this annex.

When the pendulum is in its initial position, ready for test, the clamps shall be separated by a distance of  $2,8 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$  and so aligned that the test piece clamped in them lies in a plane perpendicular to the plane of oscillation of the pendulum. The upper edges of the clamping surfaces are in a horizontal line, lying at a distance of  $104 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  from the axis of the pendulum. The plane containing this line and the pendulum axis makes an angle of  $27,5^\circ \pm 0,5^\circ$  with the plane of the test piece.

The pendulum carries a circumferential scale suitably calibrated for the capacity of the instrument. Instruments are available with the following capacities:

grams-force (gf)	millinewtons (mN)
200	2 000
400	4 000
800	8 000
1 600	16 000
3 200	32 000
6 400	64 000

All apparatus of these capacities comply which the basic requirements given above, but it is essential that apparatus of the correct capacity is selected for the material to be tested.

The scale reading is normally appropriate to the tearing resistance for a given number of sheets (normally 4, 8, 16 or 32). When testing four sheets simultaneously, as specified in this method, multiply the scale reading by 2, 4 or 8 respectively to give the tearing resistance in millinewtons as indicated in clause 10.

The pointer, if fitted, is mounted on the same axis as the pendulum, there being sufficient constant friction to stop the pointer at the highest point reached by the swing of the pendulum.

Apart from the frame, the base also carries the pendulum release mechanism and, if fitted, an adjustable pointer stop. The pendulum release mechanism provides a means of holding the pendulum in a raised position and releasing it without imparting shock. The adjustable pointer stop provides a means of setting the zero of the apparatus.

Where an integral knife is fitted to produce the initial tear, this is mounted so that the distance to be torn after cutting is  $43,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  and the distance above the clamp and the end of the tear is  $4,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ .

**NOTE 9** In some apparatus the clamp depth is 15 mm and the test pieces are 63 mm in length. In such cases the distance between the clamp and the start of the tear must be  $5,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  in order to maintain the correct length of tear.

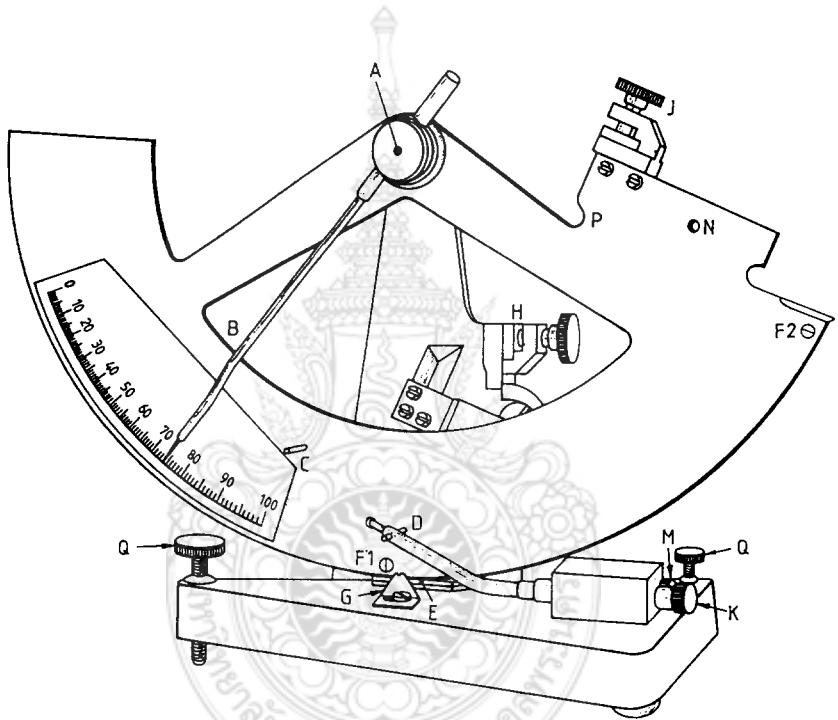
#### A.2 Adjustment and maintenance

Follow the procedure described below for each pendulum/augmenting mass combination used.

##### A.2.1 Inspection

Check the following items and make adjustments as necessary:

- a) check that the pendulum shaft is not bent;
- b) check that the distance between the clamps is  $2,8 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$  and that the clamps are in alignment when the pendulum is in its initial position;
- c) ensure that the pointer is undamaged and rigidly attached to the sleeve;
- d) where fitted, check that the knife fitting is secure and that the cutting edge is sharp and undamaged. The blade shall be midway between, and at right angles to the top of the clamps. If sharpening is required, make sure that after replacement the depth of the uncut portion is as specified in clause 8 and in A.2.6:



- |   |                         |   |  |
|---|-------------------------|---|--|
| A | Bearings                | H | Stationary clamp                                   |
| B | Pointer                 | J | Pendulum clamp                                     |
| C | Pendulum pointer stop   | K | Pendulum catch adjusting screw                     |
| D | Adjustable pointer stop | M | Pointer stop adjusting screw                       |
| E | Pendulum catch          | N | Tapped hole for attaching calibrated masses        |
| F | Pendulum index marks    | P | Cut out to prevent test piece fouling the pendulum |
| G | Base index mark         | Q | Adjusting screws                                   |

Figure A.1 — Elmendorf-type tearing apparatus

- e) for apparatus fitted with transducers, check mounting and operation in accordance with the manufacturer's instructions.

#### A.2.2 Levelling

Mount the instrument on a rigid bench and, if possible, firmly attach it to the bench.

With the pendulum clamp empty and closed, and the pendulum stop depressed, adjust the level of the apparatus so that the pendulum hangs vertically and the index marks on the pendulum and base coincide. Keep the pendulum stop depressed, displace the pendulum slightly and check that the index marks still coincide after it has come to rest.

The pointer should be turned vertically upwards during these operations.

For digital read-out apparatus, level the apparatus according to the manufacturer's instructions.

#### A.2.3 Zero adjustment

After levelling, operate the apparatus several times with the pendulum clamp empty and closed. If the pointer does not register zero, adjust the pointer stop until zero is obtained.

For digital read-out instruments, check and adjust zero according to the manufacturer's instructions.

NOTE 10 Do not change the level to adjust zero.

#### A.2.4 Pendulum friction

Make a reference mark on the pendulum release mechanism 25 mm to the right of the pendulum catch. Release the pendulum, turn the pointer if fitted, so that it points vertically upwards and return the pendulum to its initial position. On releasing the

pendulum and keeping the release mechanism depressed, the pendulum should make at least 35 complete oscillations before the edge of the pendulum which engages the pendulum catch no longer passes to the left of the reference mark. Otherwise clean, oil or adjust the bearing as appropriate for the type of apparatus.

For digital read-out apparatus, it may be necessary to make a reference mark on something other than the pendulum release mechanism and also on the pendulum.

#### A.2.5 Pointer friction

Check the zero setting as in A.2.3. Set the pendulum in its initial position with its clamp empty and closed and with the pointer on zero. Release the mechanism and stop the swing before the pendulum has completed its swing back to the left. Estimate the distance the pointer has been deflected from the zero mark. This should be within the range of 4 to 8 scale divisions.

NOTE 11 Do not oil the pointer bearing, but a drop of clock oil may be applied to the pointer friction pin plunger so that it will move freely up and down in its housing.

Too low a pointer friction is usually due to wear or compression of the linings and is remedied by roughening or replacing the lining.

After adjusting the pointer friction, check the instrument zero.

#### A.2.6 Tearing length

Check that the tearing length, i.e. the length after making the initial cut is  $43.0 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ . If this is not the case, adjust the integral knife, if fitted, the die, template or guillotine used.

**Annex B**  
(normative)

**Calibration of apparatus**

**B.1 Calibration by means of check masses**

The calibration of wholly mechanical apparatus may be checked by measuring the work done by the pendulum in raising various attached check masses.

The indicated scale reading is then compared with the amount of work done. Many tear testers are provided with a threaded hole to assist in the attachment of check masses.

The position of the centre of gravity of the attached masses should be known.

Set up the apparatus and check it as specified in annex A. With a check mass attached, operate the apparatus with the clamps closed and empty and determine the scale reading and height above a horizontal datum surface of the centre of gravity of the additional weight corresponding to this scale reading.

Calculate the correct scale reading,  $Y$ , from one of the following equations as appropriate.

a) For apparatus graduated in grams-force:

$$Y = \frac{m(h - H) \times 1000}{0,086 \times p}$$

b) For apparatus graduated in millinewtons:

$$Y = \frac{9,81 \times m(h - H) \times 1000}{0,086 \times p}$$

where

- $Y$  is the correct scale reading (scale units);
- $m$  is the mass, in kilograms, of the check mass;
- $h$  is the height, in metres, of the centre of gravity of the attached mass, above the horizontal datum line with the pendulum in the position that gives the scale reading  $Y$ ;

$H$  is the height, in metres, of the centre of gravity of the attached mass, above the horizontal datum line with the pendulum in the initial position;

$p$  is the pendulum factor (see clause 10).

Repeat with other check masses and prepare a graph of  $(h - H)$  for different scale readings.

For routine calibration checks it is then only necessary to determine the scale reading for a given added check mass to read off the corresponding value of  $(h - H)$  and to calculate the error using this value.

Calculated and indicated scale readings should agree to within  $\pm 1\%$ . If they do not, the fault should, if possible, be found and remedied. Otherwise prepare a correction chart and adjust the results accordingly.

Digital read-out apparatus are not always conveniently calibrated by the above method because of the electronic sensing systems. In such cases, alternative calibration methods specified by the manufacturer are acceptable, provided the validity of such methods can be demonstrated.

**B.2 Alternative procedure**

Sets of check masses, calibrated to specific values and constructed with tongues to fit into the pendulum clamp are available. When these are used check the calibration of the apparatus as follows.

Set up the apparatus and check it as described in annex A. Raise the pendulum to its initial position and fix a check mass in the clamp. Operate the apparatus and determine the scale reading. Repeat for other check masses in the set. The scale readings should agree with the specified values of the check masses to within  $\pm 1\%$ . If they do not, the fault should, if possible, be found and remedied. Otherwise prepare a correction chart and adjust the results accordingly.

## Annex C (informative)

### Units

Although this International Standard has been prepared using SI units, it is recognized that many existing apparatus are designed to give results in terms of the gram-force and that this is likely to continue in many countries for some time to come.

For such apparatus, the following modifications to this International Standard apply.

#### Clause 10 and clause A.1

When the apparatus gives the results in terms of gram-force, multiply such results by 9,81 to give the results in millinewtons.

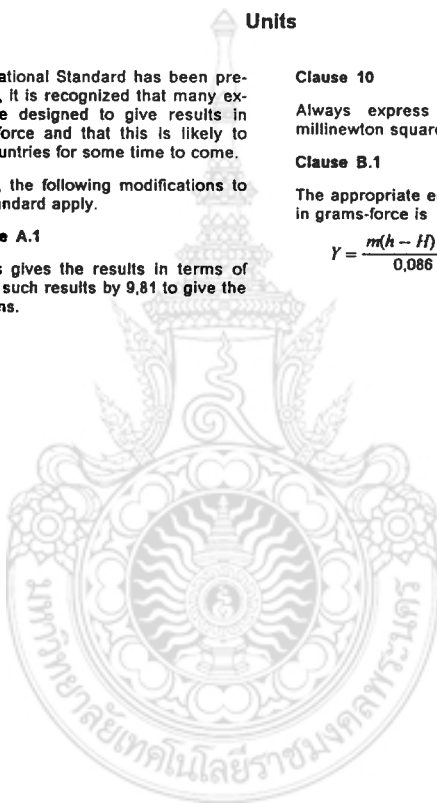
#### Clause 10

Always express the tear index in terms of millinewton square metres per gram.

#### Clause B.1

The appropriate equation for instruments calibrated in grams-force is

$$Y = \frac{m(h - H) \times 1000}{0,086 \times p}$$



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๕๐ (พ.ศ. ๒๕๒๔)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม ๑๕ ชนิดเส้นใย

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม ๑๕ ชนิดเส้นใย มาตรฐานเลขที่ มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕ - ๒๕๒๔ ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ สิงหาคม ๒๕๒๔

จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## วิธีทดสอบสิ่งทอ

เล่ม 15 ชนิดเส้นใย

### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานนี้กำหนด วิธีตรวจชนิดเส้นใยสิ่งทอที่ใช้กันมากในประเทศไทย ดังรายชื่อต่อไปนี้

1.1.1 เส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ฝ้าย ปอแก้ว (kenaf) ปอกระเจา (jute) ป่านลินิน (flax) ป่านรามี่ (ramie) ป่านเฮมพ์ (hemp) ป่านศรนารายณ์ (sisal) ไหม และขนของสัตว์

1.1.2 เส้นใยประดิษฐ์ ได้แก่

(1) รีเจเนเรตเซลลูโลส (regenerated cellulose) หรือเรยอน (rayon) เช่น เบมเบอร์ก (Bemberg) วิสโคส (Viscose) และอื่นๆ

(2) อะซิเตต (acetate) เช่น อะซิตัล (Acetal) ไดเซล (Dicel) และอื่นๆ

(3) ไตรอะซิเตต (triacetate) เช่น อาร์เนล (Arnel) ไตรเซล (Tricel) และอื่นๆ

มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕-๒๕๒๔

- (4) โพลีอะมีด (polyamide) หรือ ไนลอน (nylon) เช่น เซลลอน (Celon) ไอซีไอไนลอน (ICI nylon) และอื่น ๆ
- (5) โพลีเอสเตอร์ (polyester) เช่น แดครอน (Dacron) เทอริลีน (Terylene) และอื่น ๆ
- (6) อะคริลิก (acrylic) เช่น อะคริล (Acryl) ออร์ลอน (Orlon) และอื่น ๆ
- (7) โมดอะคริลิก (modacrylic) เช่น ไดเนต (Dynel) เทกกลาน (Teklan) และอื่น ๆ
- (8) โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol) เช่น กูราลอน (Kuralon) ไวนีลอน (Vinylon) และอื่น ๆ
- (9) โพลีโอเลฟิน (polyolefin) เช่น โพลีทีน (Polythene) โพลีไท (Polytie) และอื่น ๆ
- (10) ใยแก้ว (glass fiber) เช่น ไฟเบอร์กลาส (Fibreglass) มาร์กลาส (Marglass) และอื่น ๆ

1.2 การตรวจชนิดเส้นใยทำได้หลายวิธี โดยการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี เช่น

- 1.2.1 ตรวจลักษณะทั่วไปด้วยตาเปล่าและกล้องจุลทรรศน์
- 1.2.2 ตรวจลักษณะภาคตัดขวางด้วยกล้องจุลทรรศน์
- 1.2.3 ทดสอบการเผาไหม้
- 1.2.4 ทดสอบหาความหนาแน่น
- 1.2.5 ทดสอบการละลายด้วยสารเคมี



1.2.6 ทดสอบการบิดตัวของเส้นใยเมื่อทำให้แห้ง

1.2.7 ทดสอบโดยการย้อมสี

การตรวจสอบต้องใช้หลาย ๆ วิธีประกอบกัน เมื่อได้ผลตรงกัน  
จึงจะสรุปได้ว่าเป็นเส้นใยชนิดใด

1.3 การตรวจชนิดเส้นใยให้ได้ผลจะต้องมีประสบการณ์และความ  
คุ้นเคยกับเส้นใยชนิดนั้น ๆ การตรวจชนิดเส้นใยที่ไม่ทราบชนิด  
มาก่อน ให้ใช้วิธีเปรียบเทียบกับเส้นใยตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้  
อ้างอิง ฉะนั้นต้องมีตัวแทนเส้นใยอย่างน้อยที่สุด 1 ตัวอย่างจาก  
แต่ละชนิดของเส้นใย เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

1.4 วิธีตรวจชนิดเส้นใยในโซ่ได้กับเส้นใยที่ใช้กันโดยทั่วไป แต่ใน  
กรณีของเส้นใยที่มีได้ระบุไว้ในข้อ 1.1 หรือถ้าต้องการทราบ  
ความแตกต่างระหว่างเส้นใยชนิดเดียวกันแต่ทำมาจากโรงงาน  
ต่างกัน จะต้องศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารวิชาการเกี่ยวกับการ  
วิเคราะห์เส้นใย หรือเอกสารทางเทคนิคของผู้ทำเส้นใยนั้น ๆ

## 2. เครื่องมือ

2.1 กล้องจุลทรรศน์ซึ่งมีกำลังขยาย 100 ถึง 500 เท่า

2.2 แผ่นสไลด์ และแผ่นแก้วสำหรับปิด

2.3 เข็มสำหรับเขี่ยเส้นใย

2.4 กรรไกรขนาดเล็ก และปากก๊ีบ

2.5 เครื่องมือสำหรับตัดเส้นใยตามขวาง แบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้

2.5.1 แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 25 มิลลิเมตร × 75 มิลลิเมตร  
× 0.254 มิลลิเมตร เจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕-๒๕๒๔

๐.๙ มิลลิเมตร ไว้ ๒ ถึง ๓ รู ให้มีระยะห่างกันพอสมควร  
พร้อมด้วยหลอดทองแดงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ๐.๑๖ มิลลิเมตร

๒.๕.๒ ไมโครโทมแบบใดแบบหนึ่ง เช่น แบบฮาร์ดี้

๒.๖ ไบมีดโกน

๒.๗ หลอดแก้วกั้นต้นสำหรับหาค่าความหนาแน่นของเส้นใย (density  
gradient tube) ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๕ มิลลิเมตร ยาว  
๔๕๐ มิลลิเมตร และมีปากสอบขนาด ๒๔/๔๐ สำหรับปิดด้วย  
จุกแก้ว เพื่อป้องกันความชื้นหรือการระเหยของตัวทำละลาย

๒.๘ ลูกแก้วกลวงที่ทราบค่าความหนาแน่น สำหรับใช้เป็นเครื่องวัด  
ค่าความหนาแน่นของตัวทำละลายที่ระดับต่างๆ ของหลอดแก้ว  
ตามข้อ ๒.๗

### ๓. สารเคมีและวัสดุที่ใช้

๓.๑ สารสำหรับผนึก (mounting reagents)

๓.๑.๑ น้ำมันแร่ หรือของเหลวอื่น ๆ ที่ใช้กับกล้องจุลทรรศน์

๓.๑.๒ กอลโลเดียน (collodion)

เตรียมโดยละลายไนโตรเซลลูโลสจำนวน ๔ กรัมในตัวทำ  
ละลายเอทานอล ๑ ส่วนต่อไดเอทิลอีเทอร์ ๓ ส่วน จำนวน  
๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร

๓.๒ สารฟอกขาว (bleaching reagent)

๓.๒.๑ สารละลายไฮโดรซัลไฟต์ - คอสติค

เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์และ โซเดียมไฮ-  
ดรอกไซด์อย่างละ ๒ กรัมในน้ำ ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร

### 3.3 สารย้อมสี (staining reagents)

#### 3.3.1 ซิงก์กลอโรไอโอไดด์

เตรียมโดยละลายซิงก์กลอไรด์ 20 กรัมในน้ำ 10 ลูกบาศก์ เซนติเมตร แล้วเติมสารละลายของโปตัสเซียมไอโอไดด์ 2.1 กรัมและไอโอดีน 0.1 กรัมในน้ำ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากนั้นเติมไอโอดีนอีกหนึ่งเกล็ด

#### 3.3.2 แอซิด 1,3,5-เบนซีนไตรออล (หรือเรียกว่าฟลอโรกลูซินอล)

เตรียมโดยละลาย 1,3,5-เบนซีนไตรออล 2 กรัมในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก่อนใช้ให้เติมกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นปริมาตรเท่ากัน

### 3.4 ตัวทำละลายเส้นใย (fibre solvents)

#### 3.4.1 กรดอะซีติก ชนิดเกลเซียล

#### 3.4.2 อะซีโตน ชนิดรีเอเจนต์

#### 3.4.3 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่สามารถให้คลอรีนในการฟอกขาว (available chlorine) ร้อยละ 5

#### 3.4.4 กรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

#### 3.4.5 กรดฟอร์มิกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 85 ของน้ำหนัก

#### 3.4.6 1, 4-ไดเอทิลีนไดออกไซด์ (หรือเรียกว่า 1, 4-ไดออกเซน)

#### 3.4.7 1, 3-ไดเมทิลเบนซีน (หรือเรียกว่าเมตาไซลีน)

#### 3.4.8 ไฮโคลเฮกซะโนน

มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕-๒๕๒๔

3.4.9 เอ็น, เอ็น - ไดเมทิลฟอร์มามิด

3.4.10 สารละลายกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ  $59.5 \pm 0.25$  ของน้ำหนัก หรือมีความหนาแน่น  $1.4929 \pm 0.0027$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ 20 องศาเซลเซียส

เตรียมโดยเทกรดซัลฟูริกเข้มข้น (ความหนาแน่นสัมพัทธ์ 1.84) จำนวน 61 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในน้ำ 39 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขณะที่เตรียม ความร้อนจะเกิดขึ้นมาก ดังนั้นก่อนเติมกรดควรแช่ภาชนะที่ใส่น้ำไว้ในอ่างน้ำเย็น เมื่อสารละลายเย็นลงถึง 20 องศาเซลเซียสแล้ว วัดและปรับค่าความหนาแน่นให้ได้ตามที่กำหนด

3.4.11 สารละลายกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ  $70 \pm 1$  ของน้ำหนัก หรือมีความหนาแน่น  $1.6105 \pm 0.0116$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ 20 องศาเซลเซียส

เตรียมโดยเทกรดซัลฟูริกเข้มข้น (ความหนาแน่นสัมพัทธ์ 1.84) จำนวน 71 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำ 29 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3.4.10

3.4.12 3-เมทิลฟีนอล (หรือเรียกว่า เมตาครีซอล) ชั้นรีเอเจนต์

3.4.13 กรดไฮโดรฟลูออริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 49 ชั้นรีเอเจนต์

3.4.14 กรดไนตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ  $63.5 \pm 2.0$  ของน้ำหนัก

#### 4. การชักตัวอย่าง

- 4.1 การชักตัวอย่างให้เป็นไปตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินเส้นใย ตามประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐาน ดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ISO 1130)

#### 5. การเตรียมตัวอย่าง

- 5.1 ในหลายกรณี การตรวจชนิดเส้นใยทำได้โดยไม่ต้องจัดสาร แปรลกปลอม

- 5.2 ถ้ามีแป้ง ขผึ้ง นามัน หรือสารอื่น ๆ เคลือบหรือปิดบังลักษณะ ของตัวอย่าง ให้แช่ตัวอย่างในน้ำกลั่นอุ่นหรือร้อนเพื่อจัดสาร แปรลกปลอมเหล่านั้น ถ้าไม่ได้ผลให้ทดสอบสกัดด้วยตัวทำ ละลายอินทรีย์ หรือ กรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก

**ข้อควรระวัง** กรดทำลายเส้นใยบางชนิดได้ เช่น ไนลอน และโซเดียมไฮดรอกไซด์ก็ ทำลายเส้นใยบางชนิดได้ เช่น โหม และขนสัตว์

- 5.3 กลุ่มเส้นใยพืช (vegetable fibre bundles) แยกออกได้โดยใช้ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ของ น้ำหนัก แล้วล้างน้ำให้สะอาด และทิ้งไว้ให้แห้ง

- 5.4 เส้นใยที่ย้อมสีโดยเฉพาะเส้นใยพืช อาจสกัดสีออกได้ด้วยการ แช่ในสารละลายไฮโดรซัลไฟต์คอสติก (ข้อ 3.2.1) เป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

## 6. วิธีทดสอบ

6.1 การตรวจชนิดเส้นใยทำได้โดยทดสอบหลาย ๆ วิธี จนกระทั่งได้ข้อมูลเพียงพอที่จะสรุปได้ว่าเป็นเส้นใยชนิดใด การเลือกและการเรียงลำดับวิธีทดสอบขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ และผลของการทดสอบเบื้องต้น

6.2 การตรวจลักษณะทั่วไปด้วยตาเปล่าและกล้องจุลทรรศน์

6.2.1 บันทึกสภาพของตัวอย่างว่าเป็นเส้นใย เส้นด้าย ผ้า หรืออื่น ๆ ตรวจดูสี ความยาวและความละเอียดของเส้นใย ความสม่ำเสมอของลักษณะภายนอกที่มองเห็น และประโยชน์ใช้สอย ถ้าตัวอย่างเป็นผ้าให้แกะหรือตัดแยกเส้นด้ายออก ถ้าเป็นผ้าทอต้องแยกด้ายขึ้นและด้ายพุ่งออกจากกัน ถ้าเส้นด้ายต่างกันที่สี ความมัน ขนาด หรืออื่นๆ ให้แยกเส้นด้ายเหล่านี้ออกจากกันโดยทางกายภาพเพื่อแยกตรวจ

6.2.2 วางเส้นใยจำนวนเล็กน้อยลงบนแผ่นสไลด์ เชียเส้นใยให้แยกออกจากกัน หยคน้ำมันแร่หรือของเหลวชนิดอื่นลงไปหนึ่งหยด ปิดทับด้วยแผ่นแก้วสำหรับปิด แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า

6.2.3 สังเกตลักษณะภายนอกของเส้นใย ซึ่งจำแนกออกได้เป็น 4 พวก ดังนี้

- 6.2.3.1 เส้นใยที่มีเกล็ดที่ผิว ใต้แก่ เส้นใยที่เป็นขนของสัตว์ เช่น ขนสัตว์ ขนอูฐ และอื่นๆ ให้ตรวจดูรายละเอียดอื่น ๆ รวมทั้งภาคตัดขวางตามข้อ 6.3 ด้วย เปรียบเทียบกับลักษณะตามตารางที่ 1 รูปในผนวก ก. และตัวอย่างขนของสัตว์ที่ทราบชนิดแล้ว เพื่อความแน่นอน ควรทดสอบเพิ่มเติมโดยการเผาไหม้ตามข้อ 6.4 การหาความหนาแน่นตามข้อ 6.5 และการละลายตามข้อ 6.6
- 6.2.3.2 เส้นใยที่มีรอยขีดตามขวาง (cross markings) ใต้แก่ เส้นใยพืช ยกเว้นฝ้าย ให้ตรวจดูรายละเอียดอื่น ๆ รวมทั้งภาคตัดขวางตามข้อ 6.3 ด้วย เปรียบเทียบกับลักษณะตามตารางที่ 2 รูปในผนวก ก. และตัวอย่างเส้นใยพืชที่ทราบชนิดแล้ว ความแตกต่างระหว่างบ้านดินินและบ้านรามักกับบ้านเฮมปี สังเกตได้จากทิศทางของการบิดตัวเมื่อแห้ง ถ้าเส้นใยมีสีอ่อนให้ย้อมด้วยซิงก์คลอโรไอโอไดค์และแอซิด 1, 3, 5 - เบนซีน ไตรออลตามข้อ 6.8 เพื่อความแน่นอนควรทดสอบเพิ่มเติมเช่นเดียวกับข้อ 6.2.3.1
- 6.2.3.3 เส้นใยที่บิดเป็นเกลียว ใต้แก่ ฝ้าย และไหมป่า (tussah silk) ความแตกต่างระหว่างเส้นใยทั้งสองชนิดนี้ทราบได้จากการดูภาคตัดขวางตามข้อ 6.3 การเผาไหม้ตามข้อ 6.4 และการละลายตามข้อ 6.6 ถ้าเส้นใย

มีสีอ่อน ให้อย้อมด้วยซิงก์คลอโรไอโอไดด์ตามข้อ 6.8

6.2.3.4 เส้นใยชนิดอื่นๆ ได้แก่ เส้นใยประดิษฐ์ทุกชนิด ไหม  
เลี้ยง (Bombyx mori-silk) และใยหิน (asbestos)  
ไหมเลี้ยงและใยหิน ตรวจสอบได้โดยการดูลักษณะ  
ของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ตามข้อ 6.2 การเผา  
ไหม้ตามข้อ 6.4 และการละลายตามข้อ 6.6

เส้นใยประดิษฐ์ตรวจสอบได้ผลแน่นอนโดยการละลาย  
ตามข้อ 6.6 และการหาความหนาแน่นตามข้อ 6.5  
การตรวจคุณภาพตัดขวางจะให้ผลไม่แน่นอน เพราะภาค  
ตัดขวางของเส้นใยประดิษฐ์อาจเปลี่ยนแปลงได้ การ  
ทดสอบโดยการย้อมสีจะทำให้เข้าใจผิดได้เช่นกัน  
เนื่องจากเส้นใยที่ผ่านการปรุงแต่งแล้วจะติดสีต่างกับ  
เส้นใยเดิม การตรวจคุณภาพตัดขวางและการทดสอบ  
โดยการย้อมสีหากใช้ประกอบกับวิธีทดสอบอื่นๆ อาจ  
เป็นประโยชน์ในการจำกัดชนิดของเส้นใยให้แคบเข้า  
เส้นใยโลหะซึ่งมีลักษณะมันวาวจะช่วยให้ตรวจชนิด  
เส้นใยได้ง่ายขึ้น

6.3 การตรวจลักษณะภาคตัดขวางด้วยกล้องจุลทรรศน์

6.3.1 วิธีเตรียมตัวอย่างโดยใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม

6.3.1.1 ร้อยปลายทั้งสองของลวดทองแดงหรือเส้นด้ายขนาด  
เล็กที่มีความเหนียวเพียงพอเข้าในรูของแผ่นเหล็ก



สอดเส้นใยหรือเส้นด้ายที่จะตรวจสอบเข้าในห่วงแล้ว ดึงผ่านรู ให้ใช้เส้นใยมากพอที่จะอดรูได้เต็ม ถ้าเส้นใย ตัวอย่างมีไม่พอให้ใช้เส้นใยชนิดอื่นที่ทราบชนิดแล้ว เพิ่มให้ได้รูป

6.3.1.2 ใช้ใบมีด โคนตัดเส้นใยที่ โผล่จาก แผ่นเหล็กด้านหนึ่ง บ้ายด้วยคอลโลเดียน ปลอ่ยให้แห้ง แล้วจึงตัดด้านที่สอง สอดดูด้วยกล้องกำลังขยาย 200 ถึง 500 เท่า โดยใช้แสง (transmitted light) แล้วเปรียบเทียบกับรูปใน ผนวก ก. หรือภาคตัดขวางของเส้นใยที่ทราบชนิดแล้ว

6.3.2 วิธีเตรียมตัวอย่างโดยใช้ไมโครโทมแบบฮาร์ดี้

6.3.2.1 ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำวิธีใช้ที่ติดมากับเครื่องมือ

6.4 การทดสอบการเผาไหม้

6.4.1 ใช้ปากคีบจับเส้นใยมากระจุกหนึ่งแล้วนำไปจ่อข้างเปลวไฟ ให้สังเกตว่าเส้นใยหลอมหรือหดตัวจากเปลวไฟหรือไม่

6.4.2 เลื่อนเส้นใยเข้าไปในเปลวไฟ สังเกตดูว่าเส้นใยไหม้ไฟหรือไม่ เมื่อเส้นใยติดไฟดีแล้ว ค่อย ๆ นำออกมาจากเปลวไฟ แล้วสังเกตดูว่าเส้นใยยังคงไหม้ไฟต่อไปอีกหรือไม่

6.4.3 ถ้าเส้นใยยังไหม้ไฟอยู่ให้เป่าไฟให้ดับ ดมกลิ่นควัน แล้วตรวจสอบดูสีและลักษณะของเถ้าที่เหลือ

6.4.4 เปรียบเทียบลักษณะการไหม้ไฟกับตารางที่ 3 และกับเส้นใยที่ทราบชนิดแล้ว เส้นใยบางชนิดได้รับการปรุงแต่งให้สามารถต้านทานการลุกลามของเปลวไฟ ซึ่งทำให้ลักษณะการไหม้ไฟผิดไปจากตารางที่ 3 และเส้นใยบางชนิดที่มีสารสีผสมอยู่ สีของเนื้อจะเปลี่ยนไปด้วย

6.4.5 เส้นใยบางชนิดขณะไหม้ไฟจะมีกลิ่นเฉพาะตัว ขนของสัตว์ และเส้นใยประดิษฐ์ที่ทำจากโปรตีน (azlon) จะมีกลิ่นเหมือนผมหรือขนนกไหม้ไฟ เส้นใยพืชและเรยอนมีกลิ่นเหมือนกระดาษไหม้ไฟ ส่วนยางและเส้นใยประดิษฐ์ชนิดอื่นๆ เช่น อะคริลิก ไนลอน และสแปนเดกซ์ (spandex) ก็มีกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งสามารถบอกได้จากประสบการณ์

## 6.5 การทดสอบหาความหนาแน่น

6.5.1 การเตรียมคอลัมน์สำหรับหาค่าความหนาแน่น (density gradient column)

ขีดหลอดแก้วกันต้นให้ตั้งตรง เทเตตระคลอโรเอทิลีน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงไป ในหลอดแก้วแล้วเตรียมสารผสมของเตตระคลอโรเอทิลีนกับ ไดเมทิลเบนซีน (หรือเรียกว่าไซลีน) โดยปริมาตร เรียงตามลำดับร้อยละที่ลดลงของเตตระคลอโรเอทิลีน ดังนี้ 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70, 20/80 และ 10/90 ก้อย ๆ เทสารผสมเหล่านี้ลงทางด้านข้างของหลอดแก้วอย่างละ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ เสร็จแล้วก้อย ๆ เทไดเมทิล

เบนซีนลงไปอีก 25 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะได้หลอดแก้วที่มีของเหลวขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ แยกกันอยู่เป็นชั้น ๆ

6.5.2 การหาค่าความหนาแน่นที่ระดับต่าง ๆ

นำเส้นใยหลาย ๆ ชนิดที่ย้อมสีต่าง ๆ กันและทราบค่าความหนาแน่นแล้วจำนวนเล็กน้อยมาผูกเป็นปม ๆ ละชนิด ตัดปลายให้เรียบร้อย ต้มในไดเมทิลเบนซีนประมาณ 2 นาทีเพื่อกำจัดความชื้นและฟองอากาศ แล้วใส่ลงในคอลัมน์สำหรับหาค่าความหนาแน่นทันที ทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมงหรือจนกระทั่งปมเส้นใยหยุดอยู่กับที่ ทำเครื่องหมายแสดงค่าความหนาแน่นตามตำแหน่งของปมเส้นใยเหล่านั้นที่ข้างหลอดแก้ว ในการหาค่าความหนาแน่นดังกล่าวข้างต้น อาจจะใช้ลูกแก้วกลวงที่ทราบค่าความหนาแน่นแล้วแทนปมเส้นใยก็ได้

6.5.3 เตรียมเส้นใยที่ต้องการตรวจตามวิธีในข้อ 6.5.2 นำไปใส่ลงในคอลัมน์สำหรับหาค่าความหนาแน่น แล้วบันทึกว่าแต่ละปมลอยอยู่ที่ระดับความหนาแน่นเท่าใด เทียบความหนาแน่นเพื่อหาชนิดของเส้นใยได้จากตารางที่ 4

6.6 การทดสอบโดยการละลาย

6.6.1 ถ้าทดสอบที่อุณหภูมิห้อง ให้วางเส้นใยจำนวนเล็กน้อยลงบนกระดาษฟิวส์หรือในหลอดแก้วทดลองหรือบีเกอร์ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเทตัวทำละลายตามตาราง

ที่ 5 ลงไปให้ท่วมตัวอย่าง ใช้ตัวทำละลายประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเส้นใย 10 มิลลิกรัม

6.6.2 ถ้าทดสอบที่จุดเดือดของตัวทำละลาย ให้ต้มตัวทำละลายให้เดือด โดยตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นเหล็กในตู้ควัน ปรับอุณหภูมิให้ตัวทำละลายเดือดช้า ๆ และระวังอย่าให้แห้ง หย่อนตัวอย่างเส้นใยลงในตัวทำละลายที่กำลังเดือด

6.6.3 ถ้าทดสอบที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง ให้ต้มน้ำในบีเกอร์บนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นเหล็ก ควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้ได้ตามที่ต้องการ ใส่ตัวอย่างเส้นใยและตัวทำละลายลงในหลอดแก้วทดลอง แล้วจุ่มหลอดแก้วทดลองลงในบีเกอร์

6.6.4 สังเกตดูว่าเส้นใยละลายหมด หรืออ่อนตัวลง หรือไม่ละลาย แล้วเปรียบเทียบกับคุณสมบัติในการละลายของเส้นใยในตัวทำละลายตามตารางที่ 5

6.7 การทดสอบการบิดตัวเมื่อทำให้แห้ง (เฉพาะปอ และบ้านต่างๆ)

6.7.1 แยกเส้นใยที่ขนานกันออกมา ๒ ถึง ๓ เส้น นำไปจุ่มในน้ำแล้วบีบเอาน้ำส่วนที่เกินออก เชยให้ปลายเส้นใยแยกจากกัน อังเหนือแผ่นเหล็กร้อนโดยให้ปลายเส้นใยที่แยกจากกันหันเข้าหาผู้ทดสอบ สังเกตทิศทางของการบิดตัวเมื่อเส้นใยกำลังจะแห้ง บ้านลินินและบ้านรามี่จะบิดตัวไปทางเดียวกับเข็มนาฬิกา ส่วนบ้านเฮมพ์ และปอกระเจาจะบิดตัวไปในทิศทางตรงกันข้าม

6.8 การทดสอบโดยการย้อมสี

- 6.8.1 วางเส้นใยจำนวนหนึ่งลงบนแผ่นสไลด์ หยดซิงก์คลอไรด์  
ไอโอดีนลงไปหนึ่งหยด แล้วปิดด้วยแผ่นแก้วสำหรับปิดโดย  
ไม่ให้มีฟองอากาศ ตรวจสอบการติดสี  
บ้านเฮมพ์ บ้านรามี่ และฝ้าย จะเป็นสีม่วง  
บ้านลินิน จะเป็นสีม่วงอมน้ำตาล  
ปอกระเจา จะเป็นสีน้ำตาล  
ไหมและเส้นใยอื่น ๆ ส่วนมากจะเป็นสีเหลืองหรือน้ำตาล
- 6.8.2 วางเส้นใย 2 ถึง 3 เส้นบนแผ่นสไลด์ หยดแอซิด 1,3,5-  
เบนซีนไดรอลลงไปหนึ่งหยด แล้วทำให้อุ่น เส้นใยจาก  
เปลือกไม้ เช่น ปอกระเจาไม้ฟอกขาวจะเป็นสีแดงเข้ม  
(deep magenta) เนื่องจากมีลิกนิน

ตารางที่ 1 ลักษณะของเส้นใยกับผลิตภัณฑ์  
(ข้อ 6.๒.๓.1)

ลักษณะที่สังเกตของธรรมชาติ	ขนอูฐ (camel)	ขนแคชเมียร์ (cashmere)	ขนม้า (horse)	ขนอานา (hama)	ขนแพะแองโกลา (mohair)	ขนไวกนา (vicuna)	ขนสัตว์* (wool)
ลักษณะที่สังเกตของธรรมชาติ							
ขนอูฐ (alpaca)	-	X	-	-	-	-	X
ขนแคชเมียร์ (cashmere)	X	-	X	X	X	X	-
ขนม้า (horse)	-	X	X	-	-	X	X
ขนอานา (hama)	-	-	-	X	X	-	-
ขนแพะแองโกลา (mohair)	-	-	-	-	X	-	-
ขนไวกนา (vicuna)	-	-	-	-	-	X	-
ขนสัตว์* (wool)	-	-	-	-	-	-	X

ภาพตามรูป 1  
ลักษณะที่สังเกตของธรรมชาติ (epidermis):  
เด่นชัด  
ไม่เด่นชัด  
เป็นรอยแตกหรือรอยร้าวเล็กน้อย (coronal)  
ชัดเจนและเห็นเส้นใยเป็นบางส่วน (ambricate)  
ขอบเรียบ  
ขอบที่เลี้ยว (separated edge)  
เม็ดกลา (medulla):  
มีหรือไม่มี (occurrence):  
มีหรือไม่มี  
ไม่ชัดเจน  
ไม่ชัดเจน

ลักษณะที่ผู้ผลิตต้องทราบ	ขนแกะ (alpaca)	ขนอูฐ (camel)	ขนแคชเมียร์ (cashmere)	ขนม้า (horse)	ขนลามายา (llama)	ขนแกะแองโกลา (mohair)	ขนไวกูนา (vicuna)	ขนสัตว์* (wool)
รูปแบบ	X	X	-	-	X	-	X	X
แบบกระจัดกระจาย (fragmental)	X	-	-	-	X	X	X	X
แบบเป็นช่วง (interrupted)	X	-	-	X	X	X	X	X
แบบติดต่อกัน (continuous)	X	-	-	X	X	X	-	-
ขนาด (อัตราส่วนของเมล็ดที่ติดกัน คำนวณโดยเฉลี่ยของเส้นใย):								
น้อยกว่า 1/4	-	-	-	-	-	X	X	X
1/4 ถึง 1/2	X	-	-	X	X	X	-	X
มากกว่า 1/2	-	-	-	X	-	-	-	-
ยาว	-	-	-	-	-	-	-	-
กระจัด (diffuse)	-	-	X	-	-	-	-	-
เป็นทาง (streaky)	X	X	X	-	X	-	X	-
เป็นเม็ด (granular)	-	X	-	X	-	-	-	X
ไม่มีเม็ด	-	-	-	-	-	X	-	-
ภาคตัดขวาง:								
ขอบนอก (contour):								
ระกลวนที่ขรุขระ	-	X	X	X	-	X	X	X
รูปไข่ขรุขระ	X	-	-	-	X	-	-	X
รูปไข่	X	-	-	-	X	-	-	-

ลักษณะที่ควรพิจารณา	หนอปปากา (alpaca)	ขนอฐู (camel)	ขนเกษมเมิร์ (cashmere)	ขนม้า (horse)	ขนหนพาทา (llama)	ขนมอเทร (mohair)	ขนไวคูนากา (vicuna)	ขนเก็ดจู้* (wool)
<p>ขอมนอชากาเมดูลลา (medulla contour) :</p> <p>วงกลมหรือรูปไข่</p> <p>รูปโพ่งยาวรี</p> <p>รูปไตหรือรูปดัมเบลล์ (dumbbell)</p> <p>การกระจายของสารสี :</p> <p>สม่ำเสมอ (uniform)</p> <p>มีศูนย์กลาง (centric)</p> <p>กระจายอยู่รอบนอก (eccentric)</p> <p>ความละเอียดของเส้นใย ไม่ตรงตรง</p> <p>ค่าเฉลี่ย</p> <p>ช่วง (range)</p> <p>จำนวนเก็ดต่อ 100 ไมโครเมตร</p>	<p>-</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>26 ถึง 28</p> <p>10 ถึง 50</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>18</p> <p>9 ถึง 40</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>15 ถึง 16</p> <p>5 ถึง 30</p> <p>6 ถึง 7</p>	<p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>X</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>26 ถึง 28</p> <p>10 ถึง 40</p> <p>-</p>	<p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>13 ถึง 14</p> <p>6 ถึง 25</p> <p>-</p>	<p>X</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>10 ถึง 70</p> <p>มากกว่า 5.5</p>

- หมายเหตุ 1. X หมายถึง มงเท่ที่ได้จัด  
 2. x หมายถึง มงเท่ที่ไม่จัด  
 3. \* หมายถึง สัตว์ที่เก็ดหรือยุ่ง่าย



มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕-๒๕๒๔

ตารางที่ ๒ ลักษณะที่ปรากฏของเส้นใย  
ที่ม้วนขึ้นตามขวางหรือห้องตัวได้

(ข้อ 6.2.3.2)

	ป่านลินิน	ป่านแฮมป์	ป่านรามี่
ภาพตามยาว อัตราส่วนระหว่างขนาด ของลูเมนกับเส้นผ่านศูนย์กลาง กลางของเส้นใย ลักษณะปลายเซลล์	ต่ำกว่า 1/3  ปลายแหลม	ปกติสูงกว่า 1/3  ปลายตัด หรือเป็นง่าม	สูงกว่า 1/3  ปลายตัด
ภาคตัดขวาง ขอบนอก  ลูเมน	หลายเหลี่ยม มุมแหลม  กลมหรือรูปไข่	หลายเหลี่ยม มุมบ้าน  รูปร่าง ไม่แน่นอน	หลายเหลี่ยม ยาวรี  รูปร่าง ไม่แน่นอน

ตารางที่ 3 ปฏิกริยาต่อเปลวไฟ

(ข้อ 6.4.4)

	หลอดตัว เมองข้าง เปลวไฟ	หอค้ว จาก เปลวไฟ	ลูกไฟใหม่ ขณะอยู่ใน เปลวไฟ	ไหม้ตุกลาน เม่ออกจาก เปลวไฟ	ลักษณะเด้า	กลิ่นควัน
เส้นใยธรรมชาติ						
-ใยหิน	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	รูปร่างคงเดิม แต่อาจ มีสีดำ	ไม่มี
-เซลลูโลส	ไม่	ไม่	ใช่	ใช่	นุ่มและมีสีเทา	เหมือนกระดาษไหม้
-ไหม	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	เป็นก้อนกลม แดก ง่าย สีดำ	เหมือนเส้นไหมไหม้
-ขนสัตว์	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	เหมือนไหม	เหมือนเส้นไหมไหม้
เส้นใยประดิษฐ์						
-อะคริลิก	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	เป็นก้อนแข็ง รูปร่าง ไม่แน่นอน สีดำ	เฉพาะตัว

	หมอมตัว เมื่อข้อง เปลวไฟ	หุดตัว จาก เปลวไฟ	ดุกใหม่ ขณะอยู่ใน เปลวไฟ	ไหม้ดุกตาม เมื่อออกจาก เปลวไฟ	ลักษณะเต้า	กณกัน
-อะซีเตต	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	เป็นก้อนแข็ง รูปร่าง ไม่แน่นอน สีดำ	หมอนกระดาษใหม่ ปกรรลอะซีติกเจืออง เฉาะดำ
-โพลิเอสเตอร์	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	เป็นก้อนกลมแข็ง สีดำ	เฉาะดำ
-ไมลอน	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	เป็นก้อนกลมแข็ง สี เทา หรือดำ	เฉาะดำ
-โพลิโอเลฟิน	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	เป็นก้อนแข็ง สี ดากอมเหลือง	เฉาะดำ กลั้เขยอน ใช่
-โมดอะคริลิก	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่	เป็นก้อนแข็ง รูปร่าง ไม่แน่นอน สีดำ	เฉาะดำ
-ไซเท้ว	ใช่	ใช่	ไม่	ไม่	เป็นก้อนกลมใส	ไม่มี
-เรซอน	ไม่	ไม่	ใช่	ใช่	ไม่มีเต้า	หมอนกระดาษใหม่

มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕-๒๕๒๔

## ตารางที่ 4 ความหนาแน่นของเส้นใย

(ข้อ 6.5.3)

ชนิดเส้นใย	ความหนาแน่น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
<b>เส้นใยธรรมชาติ</b>	
- ไยหินชนิดโครโซไทล์ (chrysotile)	2.1 ถึง 2.8
- เซลลูโลส	1.51
- ไทม	1.32 ถึง 1.34
- ขนสัตว์และขนของสัตว์อื่นๆ	1.15 ถึง 1.30
<b>เส้นใยประดิษฐ์</b>	
- อะซิเตต	1.32
- ไตรอะซิเตต	1.30
- อะคริลิก	1.12 ถึง 1.19
- ไยแก้ว	2.4 ถึง 2.6
- โมดอะคริลิก	1.30 หรือ 1.36
- ไนลอน 6	1.12 ถึง 1.15
- ไนลอน 6-6	1.12 ถึง 1.15
- โพลีเอสเตอร์	1.38 หรือ 1.23
- โพลีเอทิลีน	0.90 ถึง 0.92
- โพลีโพรพิลีน	0.90 ถึง 0.92
- เรยอน	1.51

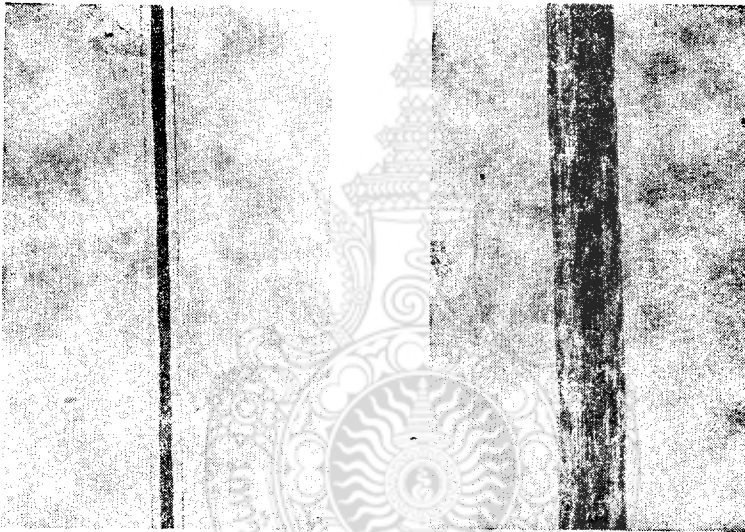


มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕-๒๕๒๔

หมวด ก.

รูปแสดงลักษณะภายนอก และภาคตัดขวางของเส้นใย  
เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

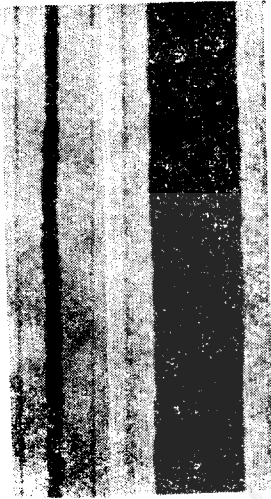
(ข้อ 6.2.3.1 ขั้ว 6.2.3.2 และ ข้อ 6.3.1.2)



ขนอัลปากาสีขาว

ขนอัลปากาที่มีสารสี

รูปที่ ๓.1 ขนอัลปากา ขยาย 180 เท่า



ขนน้าแฝงคอก

ขนน้าหาง

รูปที่ ก.4 ขนน้า ขยาย 180 เท่า



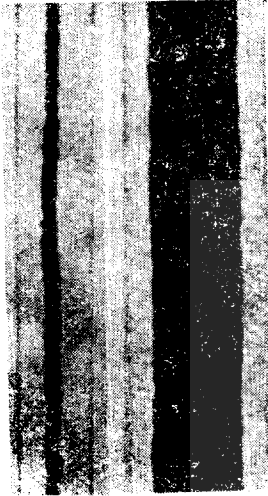
ขนละเอียด

ขนหยาบ

ลักษณะเกล็ด  
ขนละเอียด

ลักษณะเกล็ด  
ขนหยาบ

รูปที่ ก.5 ขนแพะแองโกรา (โมแฮร์) ขยาย 180 เท่า  
และลักษณะเกล็ดขยาย 500 เท่า



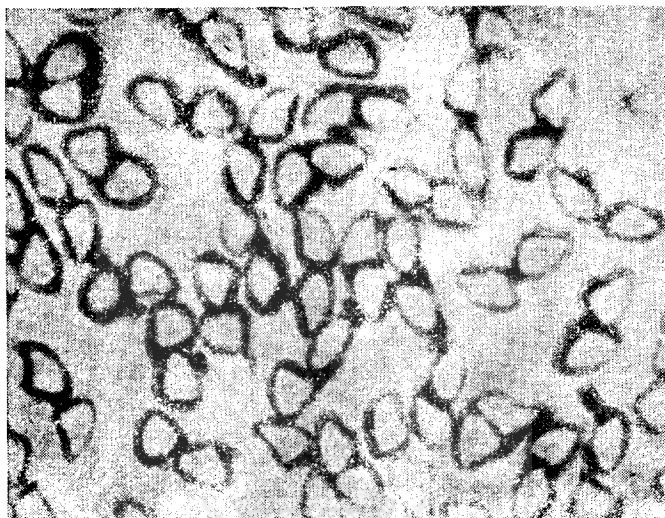
ขนนงแสงคอ ขนท่หาง  
รูปที่ ก.๔ ขนน้ำ ขยาย 180 เท่า



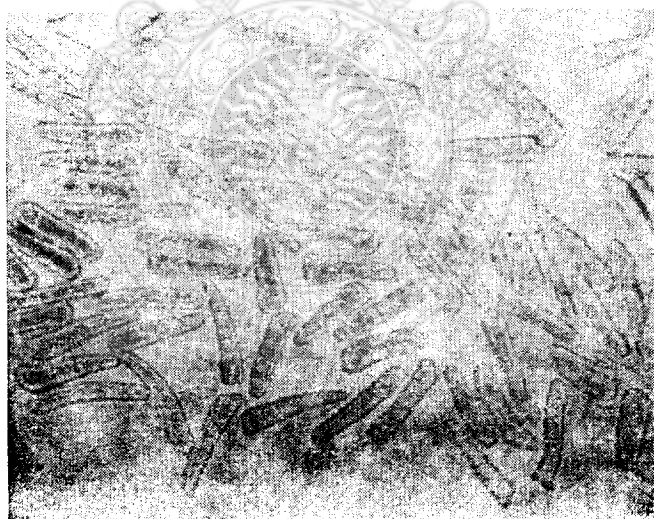
ขนละเอี๊ยด ขนหยาบ ลักษณะเกล็ด ลักษณะเกล็ด  
ขนละเอี๊ยด ขนหยาบ  
รูปที่ ก.๕ ขนแพะแองโกรา (โมแฮร์) ขยาย 180 เท่า  
และลักษณะเกล็ดขยาย 500 เท่า



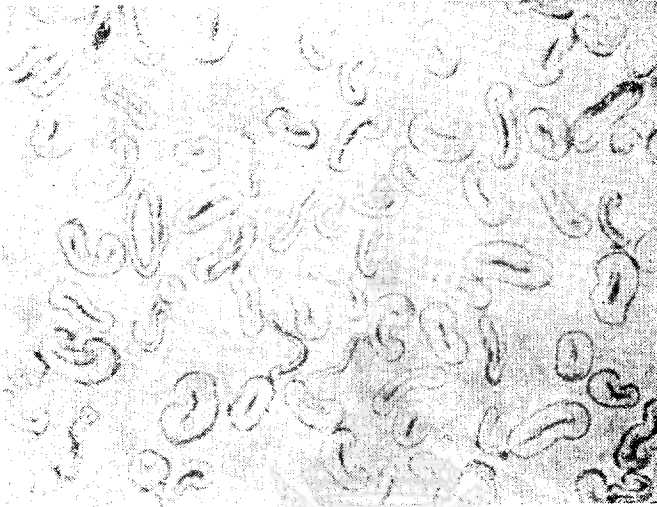
มอก. ๑๒๑ เดิม ๑๕-๒๕๒๔



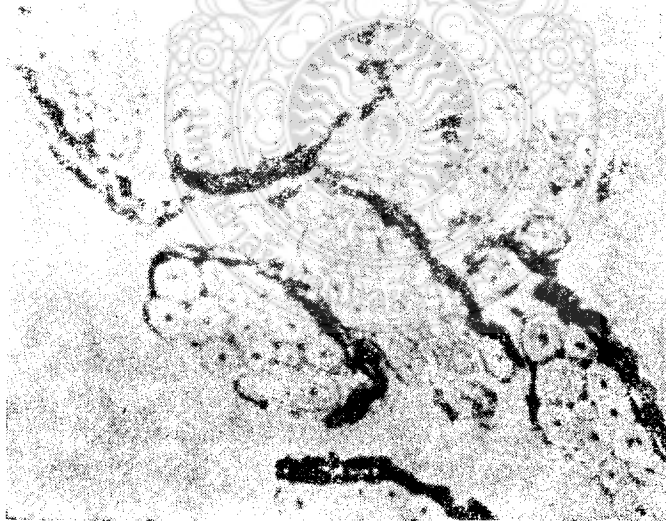
รูปที่ ก-๖ ไหมเลี้ยง ภาคตัดขวางขยาย 500 เท่า  
เส้นใยจะอยู่ติดกันเป็นคู่ด้วยกาชิ่งถูดย้อมสีให้เห็นต่างจากใยไหม



รูปที่ ก-๗ ไหมบ่า ภาคตัดขวางขยาย 500 เท่า มีเส้นตามยาว  
ซึ่งเมื่อดูภาคตัดขวางจะเห็นเป็นชั้น ๆ ต่างกับ ไหมเลี้ยงซึ่งข้างในไซ



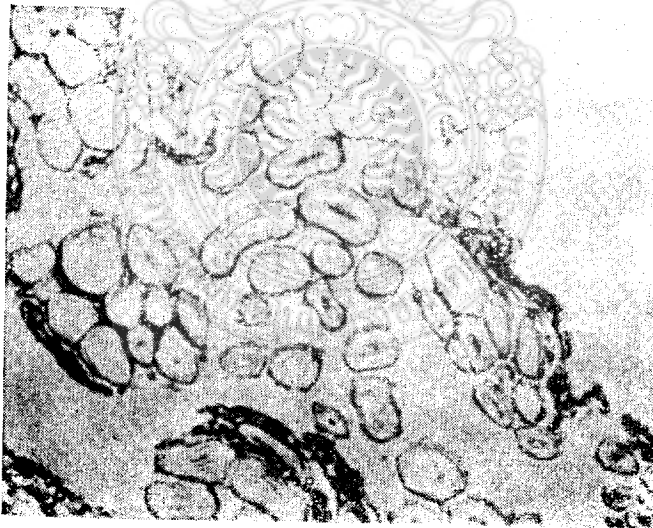
รูปที่ ก-๘ ไข่ยดิม ภาคตัดขวางขยาย 500 เท่า มีรูปร่าง  
และขนาดต่างๆ มากมาย และจะสังเกตเห็นได้ชัดว่ามีลูเมนใหญ่



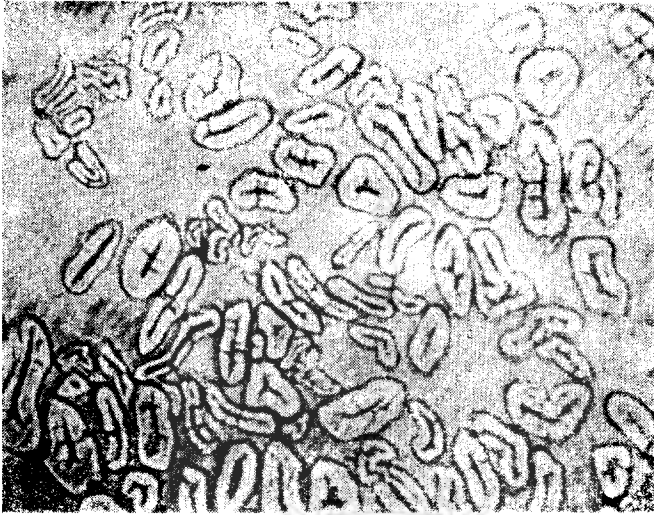
รูปที่ ก-๙ ป้านลินิน (กลุ่ม) ภาคตัดขวางขยาย 340 เท่า  
เส้นใยเดี่ยวเป็นรูปหลายเหลี่ยมและอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม



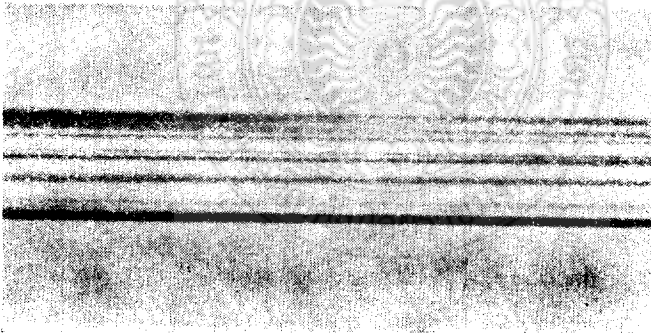
รูปที่ ก.10 ปอกระเจา (กลุ่ม) ภาคตัดขวางขยาย 500 เท่า  
เส้นใยเดี่ยวเป็นรูปหลายเหลี่ยมอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม  
และจะสังเกตเห็นลิวเมอนรูปไข่หรือทรงกลม



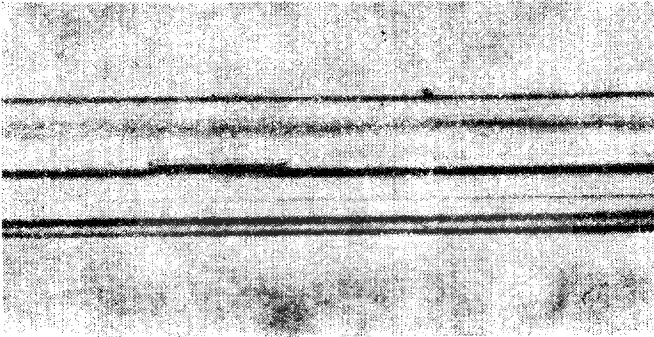
รูปที่ ก.11 ป่านแฮมป์ (กลุ่ม) ภาคตัดขวางขยาย 340 เท่า  
เส้นใยเดี่ยวส่วนใหญ่จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม



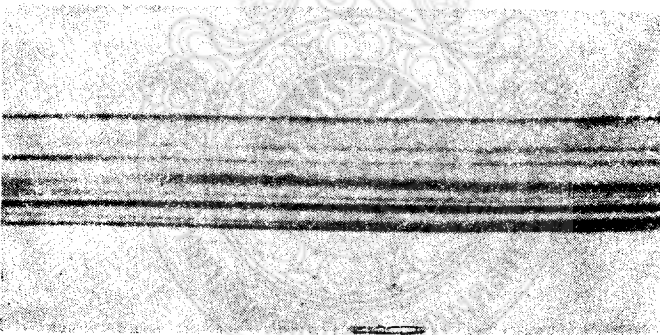
รูปที่ ก.12 ป่านรามี่ ภาคตัดขวางขยาย ๓๕๐ เท่า  
มักจะสังเกตเห็นรอยแตกออกจากลูเมน



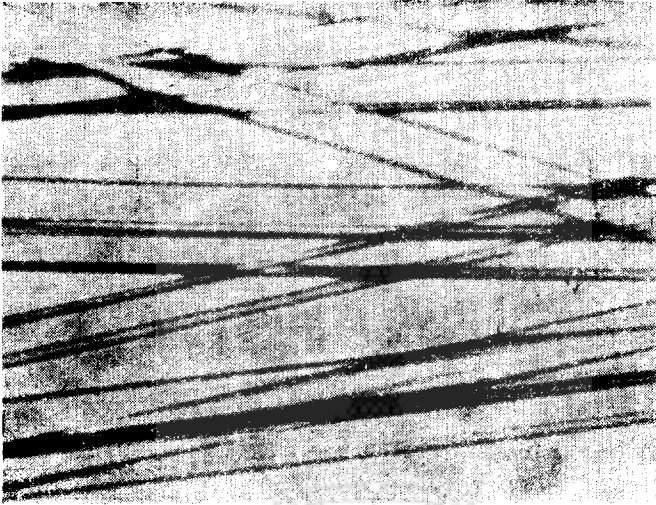
รูปที่ ก.13 วิสโคสเรซอน ชนิดความเหนียวธรรมดา (normal tenacity)  
ขยาย 750 เท่า จะสังเกตเห็นลายตามขวาง (striation) จำนวนมาก



รูปที่ ก-14 เซลลูโลสอะซีเตต (secondary) ขยาย 750 เท่า  
ลายตามขวางในเส้นใยแต่ละเส้นจะน้อยกว่าของวิสโคสเรซอน



รูปที่ ก-15 เซลลูโลสไตรอะซีเตต (Tricel) ขยาย 750 เท่า  
ลักษณะที่คู่ด้วยกล้องจุลทรรศน์แตกต่างกับของเซลลูโลสอะซีเตต (secondary) เล็กน้อย

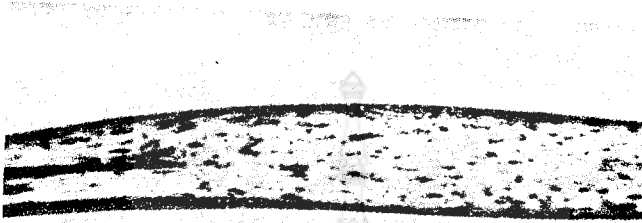


รูปที่ ก.16 โพลีเอทิลีน (ในลอน ๘-๘) ขยาย 1๘๐ เท่า



รูปที่ ก.17 โพลีเอสเตอร์ (Terylene) ขยาย 750 เท่า

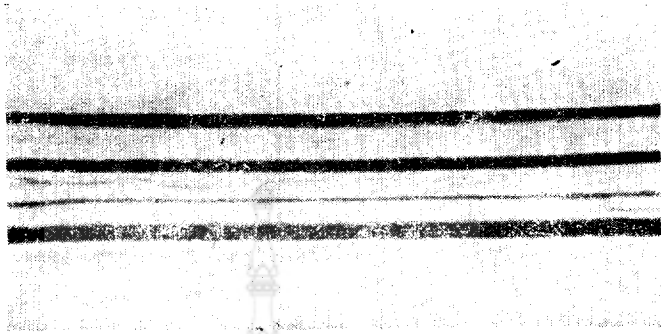
มอก. ๑๒๑ เล่ม ๑๕-๒๕๒๔



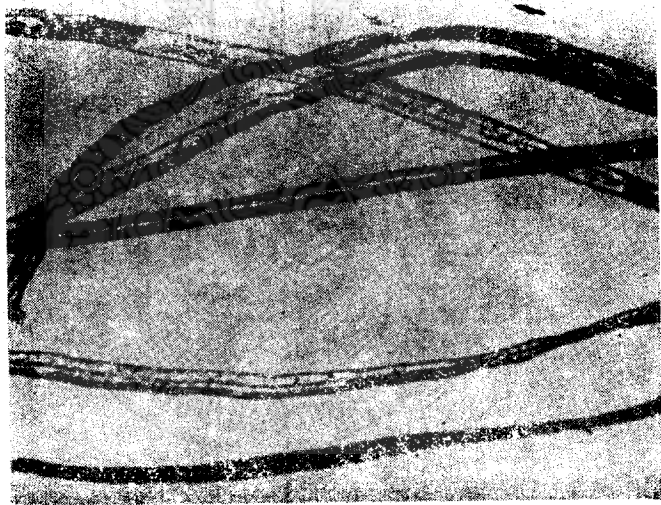
รูปที่ ก.18 อะคริลิก (Orlon type 42) ขยาย 750 เท่า  
มีลักษณะเฉพาะตัว คือ บิดเป็นเกลียวเหมือนริบบอน  
และมีกากตัดขวางเป็นรูปขวาร์ หรือเหมือนรูปถั่ว (peanut-like)



รูปที่ ก.19 อะคริลิก (Courtelle) ขยาย 750 เท่า  
ลักษณะเฉพาะตัว คือ มีรอยแยกบางๆ (streaks) ที่ผิวของเส้นใย

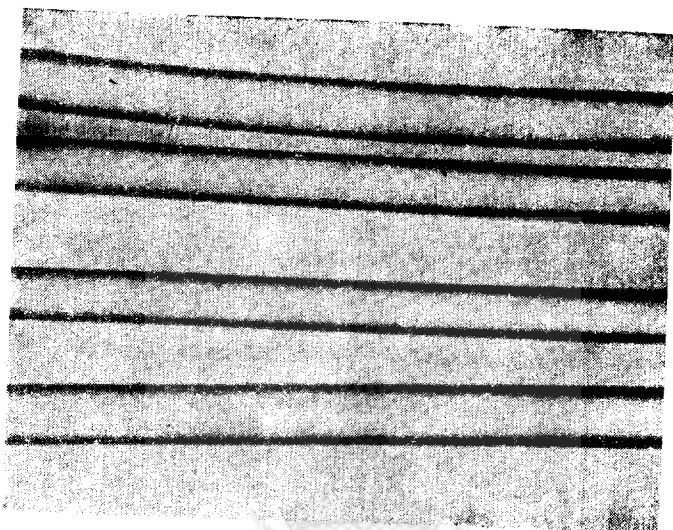


รูปที่ ก.๒๐ โมดอะคริลิก (Dynel) ขยาย 750 เท่า  
ลักษณะเฉพาะตัว คือ ผิวของเส้นใยเป็นร่องลึก (deeply-fluted surface)



รูปที่ ก.๒๑ โพลีไวนิลอัลกอฮอล์ (Kuralon) ขยาย 180 เท่า  
เส้นใยชนิดนี้มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ ยิ่งกว่าเส้นใยประดิษฐ์ชนิดอื่นๆ

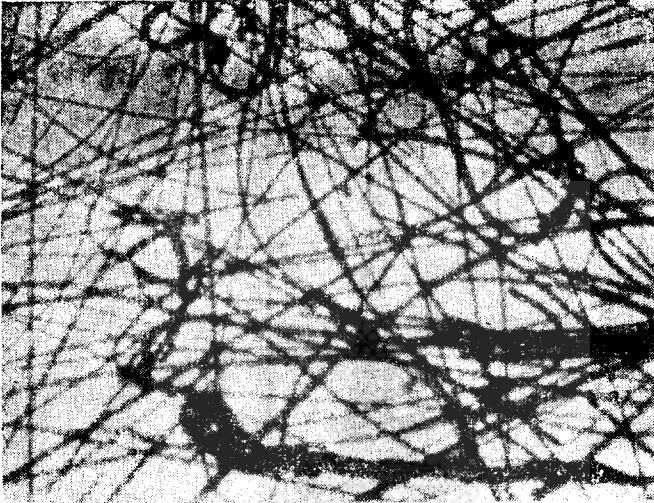




รูปที่ ก.๒๒ โพลีเอทิลีน (Courlene) ขยาย 180 เท่า



รูปที่ ก.๒๓ โยหินชนิดโครโซไทล์ (chrysotile) ขยาย 60 เท่า



รูปที่ ก.24 โยแก้ว ขยาย 60 เท่า



รูปที่ ก.25 เส้นโยโลหะ (Lurex MM) ขยาย 12.5 เท่า  
มองด้วยแสงสะท้อน แสดงให้เห็นลักษณะเหมือนริบบอน และความมันวาวอย่างมาก