

อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการย่อยสลายของเลือดบนผ้าฝ้ายโดยการฟอก
ด้วย เปอร์อะซิติก แอซิด



นางสาว พอตา บวรสถิตธรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF TEMPERATURE AND PH ON DECOMPOSITION OF BLOOD STAIN ON
COTTON FABRICS BY BLEACHING WITH PERACETIC ACID

MISS PHORTA BORWARNSATHITTHAM



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

อิทธิพลของอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการย่อย
สลายของเลือดบนผ้าฝ้ายโดยการพอกด้วย เปอร์อะซิติก
แอซิด

โดย

นางสาว พอตา บวรสถิตธรรม

สาขาวิชา

วิศวกรรมเคมี


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรพร มงคลศรี)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรเจต จงสมจิตร)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวล هل่ำศิริพจน์)

พอดา บวรสถิตธรรม : อิทธิพลของอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการย่อยสลาย
ของเลือดบนผ้าฝ้ายโดยการฟอกด้วย เปอร์อะซิติก แอซิด.(EFFECTS OF
TEMPERATURE AND PH ON DECOMPOSITION OF BLOOD STAIN ON
COTTON FABRICS BY BLEACHING WITH PERACETIC ACID)
อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศ.ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์, 74 หน้า.

เปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid or PAA) เป็นสารฟอกขาว (Bleaching agent) ชนิด
หนึ่งซึ่งปัจจุบันนิยมนำมาใช้แทนโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite or NaOCl) และ
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เนื่องจากเป็นสารเคมีประเภทอินทรีย์ สามารถย่อยสลายได้ง่าย
ตามธรรมชาติ ไม่สะสมในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้ไฮโดรเจน
เปอร์ออกไซด์ และ โซเดียมไฮโปคลอไรต์

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการย่อยสลาย
ของเลือดบนผ้าฝ้ายโดยการฟอกด้วย เปอร์อะซิติก แอซิด เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้โซเดียมไฮโป
คลอไรต์เป็นสารฟอกในปริมาณที่เท่ากัน (0.5%) โดยศึกษาปริมาณผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric
loss) ปริมาณเลือดบนผ้าที่กำจัดได้ (% Blood removal) และ หาปริมาณของเปอร์อะซิติก แอซิด
ที่เพิ่มขึ้นและลดลงที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศา
เซลเซียส โดยการใช้ผ้าตัวอย่างที่เป็นผ้าฝ้าย 100% ที่เปื้อนเลือดมาฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด
และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ จากการศึกษาพบว่า เปอร์อะซิติก แอซิด สามารถกำจัดเลือดบนผ้าได้
แต่ประสิทธิภาพยังด้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ในปริมาณที่เท่ากัน แต่สิ่งที่
ได้จากการทดลองที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งก็คือ เส้นใยผ้าถูกทำลายน้อยกว่าและเหตุผลดังกล่าว
เป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยยืดอายุการใช้งานของเสื้อผ้าและเส้นใยได้ยาวนานขึ้นและยังสามารถ
ช่วยลดการใช้พลังงานในการทำความสะอาดผ้าอีกด้วย

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี.....
ปีการศึกษา.....2552.....

ลายมือชื่อนิสิต พอดา บวรสถิตธรรม
ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

5071481221 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEYWORDS : PERACETIC ACID, BLEACHING

PHORTA BORWARNSATHITTHAM : EFFECTS OF TEMPERATURE AND PH
ON DECOMPOSITION OF BLOOD STAIN ON COTTON FABRICS BY BLEACHING
WITH PERACETIC ACID. THESIS ADVISOR : PROF. SUTTHICHAI

ASSABUMRUNGRAT, Ph.D., 74 pp.

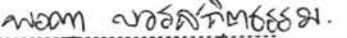
Peracetic acid (PAA) is used as a replacement for conventional bleaching agents, such as sodium hypochlorite (NaOCl) and hydrogen peroxide (H_2O_2). Peracetic acid is an organic chemical. It can be decomposed in the environment and has no potential to bioaccumulation. Therefore, peracetic acid is more environmental friendly than sodium hypochlorite (NaOCl) and hydrogen peroxide (H_2O_2).

This research investigated the effects of temperature and pH on decomposition of blood stain on cotton fabrics by bleaching with peracetic acid at 0.5%, the same usage of sodium hypochlorite. The main purpose is to present results obtained in experiments carried out to study the % Fabric loss and % Blood removal at pH 5, 8 and 11 and at temperature 30, 40, 50 and 60°C using 100% cotton staining with blood. Although the bleaching efficiency of peracetic acid for removing the blood was found to be lower than sodium hypochlorite, the benefit from this experiment is that the fiber or fabric is lost or damaged at less extent. The results demonstrated that the use of peracetic acid can extend service life of fabric or clothes and that cost reduction by minimizing the use of energy in fabric bleaching is realized.

Department : CHEMICAL ENGINEERING

Field of Study : CHEMICAL ENGINEERING

Academic Year : 2009

Student's Signature 

Advisor's Signature 

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ธราธร มงคลศรี และ รศ.ดร.ศราวุธ ริมดุสิต ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.บรรเจิด จงสมจิตร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.นพดล เหล่าศิริพจน์ กรรมการร่วม เป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณ บริษัท วี.พี.ซี เคมิคอล จำกัด และบริษัท แอ็คโคแล็บ จำกัด ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือและสารเคมีในการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่กราบขอบพระคุณ บิดามารดาและครอบครัว รวมถึงน้องๆและพี่ที่บริษัท วี.พี.ซี เคมิคอล จำกัด ที่ได้สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และทำสุดขอบคุณเพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมเคมี (ภาคนอกเวลา) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องของการเรียนและข้อมูลในการทำวิจัย จนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	4
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎี.....	5
2.1 จุดประสงค์ของการฟอกขาว.....	5
2.2 ประเภทของสารออกซิไดซิ่ง.....	5
2.3 การฟอกขาวที่สมบูรณ์.....	5
2.4 การฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์.....	6
2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์.....	7
2.5 การฟอกขาวด้วยไฮโปคลอไรต์.....	7
2.6 เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นเคมีทางเลือกใหม่ที่ใช้สำหรับฟอก.....	9
2.7 การผลิตและคุณสมบัติของเปอร์อะซิติก แอซิด.....	9
2.8 ปฏิกิริยาของเปอร์อะซิติก แอซิด กับ ลิกนิน.....	10
2.8.1 Baeyer – Villiger Reaction.....	10
2.8.2 Epoxidation of alkenes.....	11
2.8.3 Hydroxylation.....	11
2.9 การฟอกขาวด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด.....	12
2.9.1 การย่อยสลายและไฮโดรไลซิสของเปอร์อะซิติก แอซิดสำหรับการฟอก เยื่อกระดาษ.....	12

2.9.1.1 การย่อยสลายเอง (Spontaneous decomposition).....	12
2.9.1.2 ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis).....	14
2.9.1.3 ปฏิกิริยาคะตะลิสต์แทนซีชันโลหะ (Transition Metal Catalyzed Reactions).....	14
บทที่ 3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	26
4.1 ประชากร.....	26
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	27
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
บทที่ 5 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....	34
5.1 ปริมาณของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้สารฟอกเปอร์อะซิติก แอสิดและโซเดียมไฮโปคลอไรต์.....	34
5.2 ปริมาณของเลือดที่ถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้สารฟอก เปอร์อะซิติก แอซิดและโซเดียมไฮโปคลอไรต์.....	37
5.3 ปริมาณของเปอร์อะซิติก แอซิดที่เพิ่มขึ้นและลดลง (mol/l).....	42
5.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ส่งผลต่อ การทำลายเส้นใย.....	44
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	48
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	48
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	48
รายการอ้างอิง.....	49
ภาคผนวก.....	54
ภาคผนวก ก (ข้อมูลดิบ).....	55
ภาคผนวก ข (วิธีการคำนวณ).....	69
ภาคผนวก ค (วิธีการไตเตรตหาเปอร์อะซิติก แอซิด).....	71
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	74

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
รูปที่ 2.5.1	แสดงการสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ณ pH ต่างๆ.....	8
รูปที่ 4.2.1	แสดงเครื่องชั่งแบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Precision balance).....	27
รูปที่ 4.2.2	แสดงเครื่องแพดผ้า (Padding machine or Padder).....	28
รูปที่ 4.2.3	แสดงเครื่องฟอกผ้าหรือย้อมผ้า (Bleaching or Dyer machine).....	28
รูปที่ 4.2.3.1	แสดงตัวเครื่องด้านหน้าของเครื่องฟอกผ้าหรือเครื่องย้อมผ้า.....	28
รูปที่ 4.2.3.2	แสดงลักษณะภายในของเครื่องฟอกผ้าหรือเครื่องย้อมผ้า.....	29
รูปที่ 4.2.3.3	แสดงกระบอกที่สำหรับใส่ผ้าเพื่อนำไปใส่ในเครื่องฟอกผ้า.....	29
รูปที่ 4.2.4	แสดงเครื่องอบผ้า (Stenter machine).....	30
รูปที่ 4.2.5	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง (Scanning electron microscopy : SEM).....	31
รูปที่ 5.1.1	แสดงน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้เปอร์อะซิดิก แอซิด ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส.....	34
รูปที่ 5.1.2	แสดงน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส....	35
รูปที่ 5.1.3	แสดงน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้เปอร์อะซิดิก แอซิด ณ อุณหภูมิ 30 - 60 องศาเซลเซียส.....	36
รูปที่ 5.2.1	แสดงน้ำหนักของเลือดถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้เปอร์อะซิดิก แอซิด ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส.....	37
รูปที่ 5.2.2	แสดงน้ำหนักของเลือดถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส....	38
รูปที่ 5.2.3	แสดงน้ำหนักของเลือดถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้เปอร์อะซิดิก แอซิด ณ อุณหภูมิ 30 - 60 องศาเซลเซียส.....	39
รูปที่ 5.2.4	แสดงการเกิดปฏิกิริยา Depolymerisation cotton.....	40
รูปที่ 5.2.5	แสดงการเกิดปฏิกิริยา Reaction of nucleophilic bleaching agent....	41
รูปที่ 5.3.1	แสดงความเข้มข้นของเปอร์อะซิดิก แอซิด (mol/l).....	42
รูปที่ 5.4	แสดงลักษณะของเส้นใย (ไม่ผ่านการเป็อนเลือด) ที่ถูกทำลาย.....	44
รูปที่ 5.4 (a) – (l)	แสดงลักษณะของเส้นใย (ไม่ผ่านการเป็อนเลือด) ที่ถูกทำลาย	

โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์และเปอร์อะซิติก แอซิด..... 44 - 45

รูปที่ 5.4 (m) – (x) แสดงลักษณะของเส้นใย (ผ่านการปั่นเลือด) ที่ถูกทำลาย

โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์และเปอร์อะซิติก แอซิด..... 46 - 47



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สารฟอกขาวเป็นสารเคมีที่ใช้สำหรับกำจัดสีหรือทำให้ขาวโดยเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยทั่วไปสารฟอกขาวที่ใช้ในครัวเรือน จะเป็นสารฟอกขาวประเภทคลอรีน ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลายของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้นประมาณ 3-6 เปอร์เซ็นต์ และสารฟอกขาวอีกประเภทจะเป็นสารเคมีประเภทออกซิเจนในรูปของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หรือสารประกอบของสารที่สามารถปล่อยสารเปอร์ออกไซด์ได้ เช่น โซเดียมเปอร์บอเรต หรือ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต เป็นต้น ซึ่งส่วนมากสารฟอกขาวจะมีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ ดังนั้นจึงถูกนำไปใช้เป็นสารลดเชื้อหรือสารฆ่าเชื้ออย่างแพร่หลาย ประวัติและความเป็นมาของสารฟอกขาวแต่ละประเภทมีดังนี้

โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) มีการผลิตครั้งแรกในปี 1789 ในประเทศฝรั่งเศส และถูกนำมาใช้เป็นสารฟอกขาว (Bleaching) สารฆ่าเชื้อ (Disinfectant) สารเคมีใช้ในการบำบัดน้ำ (Water treatment) สารออกซิเดชัน (Oxidation) และยังรวมไปถึงใช้ในการบำบัดน้ำเสียอีกด้วย (Wastewater treatment) [1] แต่การนำโซเดียมไฮโปคลอไรต์มาใช้สำหรับการฟอกขาวนั้น พบว่าได้มีการนำมาใช้เป็นสารกำจัดคราบสกปรกบนผ้า ที่สามารถหาซื้อได้ตามร้านค้าทั่วไปและเป็นที่ยอมรับใช้กันมากในบ้านเรือน เนื่องจากใช้งานได้ง่ายและสะดวก แต่ผลของการใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการกำจัดคราบสกปรกบนเส้นใยผ้า นั้น จะส่งผลต่อการทำลายของเส้นใยเป็นอย่างมาก เนื่องจากสารเคมีที่เป็นต่างที่เป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่หลงเหลือหรือล้างออกไม่หมด จะทำปฏิกิริยาย่อยสลายเส้นใย ทำให้ผ้ามีอายุการใช้งานสั้นลงและเกิดการฉีกขาดได้ง่าย เนื่องจากเส้นใยมีความแข็งแรงลดน้อยลง โดยเฉพาะเส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยเซลลูโลสจะถูกทำลายได้ง่ายกว่าเส้นใยประเภทอื่นๆ และยังสามารถใช้ได้กับผ้าหรือเส้นใยที่มีสีขาวเท่านั้น ดังนั้นการใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการขจัดคราบเลือดบนผ้าสีจึงทำไม่ได้ แต่ข้อดีของการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ คือ สามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิห้อง หรือ ประมาณ 30 – 40 องศาเซลเซียส แต่ปัญหาสำคัญอีกปัญหาที่จะทำให้ต้องมีการใช้สารเคมีฟอกขาวประเภทอื่นๆ แทนการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นสารฟอกนั้น เนื่องมาจากเมื่อนำโซเดียมไฮโปคลอไรต์มาใช้ร่วมกับสารเคมีอินทรีย์ เช่น สารลดแรงตึงผิว (Surfactant) และอื่นๆ อาจส่งผลให้เกิดไอระเหยของสารประกอบของสารอินทรีย์กับคลอรีน (Chlorinated volatile organic compound ;

VOCs) และเมื่อได้รับการสูดดมจะส่งผลทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งในระยะยาวอาจส่งผลทำให้เป็นโรคมะเร็งได้อีกด้วย

ส่วนสารฟอกประเภทเปอร์ออกไซด์ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ได้มีการนำมาใช้ครั้งแรกในปี 1950 เพื่อใช้สำหรับการฟอกเยื่อกระดาษ ซึ่งในระยะต่อมามีการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สำหรับการกัดสีผมโดยใช้ผสมกับแอมโมเนีย ใช้เป็นยาล้างแผลและยาสำหรับฆ่าเชื้อรา และยังรวมไปถึงการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สำหรับการกำจัดกลิ่น ทั้งในระบบบำบัดน้ำเสียเป็นต้น [2] ดังนั้นการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เริ่มมีความสำคัญและมีการนำมาใช้มากขึ้นเนื่องจากเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป็นทางเลือกใหม่ของการฟอกมากกว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โดยข้อดีของการใช้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ คือ สามารถใช้ขจัดคราบเลือดได้ทั้งบนผ้าขาวและผ้าสี จึงทำให้เป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก แต่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิสูงประมาณ 60 – 80 องศาเซลเซียส [3] จึงทำให้ต้องใช้พลังงานความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำมากกว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ จึงทำให้เป็นข้อดีของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกแทนการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โดยเฉพาะในสภาวะปัจจุบันพบว่า ปัญหาเชื้อเพลิงและพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงอยู่ของโลกเป็นอย่างมาก

ดังนั้นในการศึกษาและวิจัยครั้งนี้จะพิจารณาสารฟอกขาวอีกประเภทที่มีค่าความสามารถในการออกซิไดซ์มากกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งค่าความสามารถในการออกซิไดซ์มีค่า 1.81, 1.36 และ 1.33 eV [4] ตามลำดับ มาใช้สำหรับการฟอกสิ่งสกปรกที่มีสีหรือการขจัดคราบเลือด โดยในปี 1985 หน่วยงานป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นครั้งแรกเพื่อเป็นสารป้องกันเชื้อโรค (antimicrobial) และในระยะต่อมาได้มีการนำไปใช้ภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยา และยังนำไปเป็นสารฆ่าเชื้อโรคบนอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร [5]

ดังนั้นจึงมีการใช้ เปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid or PAA) มาเป็นสารฟอกขาว (Bleaching agent) ในอุตสาหกรรมฟอกเยื่อกระดาษ แทนการใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ($NaOCl$) และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เพื่อช่วยยืดอายุของเสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่มและยังสามารถขจัดคราบเลือดได้ทั้งบนผ้าขาวและผ้าสี โดยสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิต่ำและจุดเด่นอีกข้อของการนำเปอร์อะซิติก แอซิด มาเป็นสารฟอกเนื่องจาก เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นสารเคมีประเภทอินทรีย์ สามารถย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติไม่สะสมในสิ่งแวดล้อมดังนั้นจึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่า ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และ โซเดียมไฮโปคลอไรต์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำ เปอร์อะซิติก แอซิด มาเป็นสารฟอกขาวเพื่อใช้ในการขจัดคราบเลือดบนผ้าแทนการใช้สารฟอกขาวประเภท โซเดียมไฮโปคลอไรต์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
- 1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อการนำ เปอร์อะซิติก แอซิด ในการกำจัดเลือด โดยส่งผลกระทบต่อการทำลายเส้นใยบนผ้าที่แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 เปรียบเทียบปริมาณของเลือดที่ถูกกำจัดโดยการใช้เปอร์อะซิติก แอซิด กับ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่อุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียสและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5, 8 และ 11
- 1.3.2 เปรียบเทียบน้ำหนักของเส้นใยที่ถูกทำลายไปหลังการฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิดกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่อุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียสและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5, 8 และ 11
- 1.3.3 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์อะซิติก แอซิด (mol/l) ที่เพิ่มขึ้นและลดลงที่ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียสและค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5, 8 และ 11
- 1.3.4 เปรียบเทียบอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่จะส่งผลการทำลายเส้นใยบนผ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถเลือกใช้ประเภทของสารฟอกขาวเพื่อใช้ในการกำจัดเลือดบนผ้าได้อย่างเหมาะสม
- 1.4.2 มีความรู้ความเข้าใจในการนำ เปอร์อะซิติก แอซิด ในการกำจัดเลือดบนผ้า ในสภาวะที่อุณหภูมิต่างกัน เพื่อใช้พลังงานในการให้ความร้อนน้อยที่สุดและไม่ทำลายเส้นใยของผ้าที่เปื้อนเลือดมากเกินไป
- 1.4.3 มีความรู้ความเข้าใจในการนำ เปอร์อะซิติก แอซิด ในการกำจัดเลือดบนผ้า ในสภาวะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม โดยไม่ทำลายเส้นใยของผ้าที่เปื้อนเลือดมากเกินไป

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 คำนึงว่าข้อมูลพื้นฐานของการใช้ เปอร์อะซิติก แอซิด เป็นสารฟอกขาว (Bleaching agent) ในการกำจัดเลือดบนเส้นใยผ้า
- 1.5.2 ทำการทดลองโดยเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณของ เปอร์อะซิติก แอซิด ที่ใช้ในการฟอกเลือด ที่ความเข้มข้น อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆ กัน
- 1.5.3 ทำการทดลองโดยเก็บรวบรวมข้อมูลของปริมาณเลือดที่ถูกกำจัดโดยการ ใช้ เปอร์อะซิติก แอซิด ในการฟอก ที่อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆกัน
- 1.5.4 ทำการทดลองโดยเก็บรวบรวมข้อมูลของปริมาณเลือดที่ถูกกำจัดโดยการ ใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการฟอก ที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียสและความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆกัน
- 1.5.5 ทำการทดลองโดยเก็บรวบรวมข้อมูลของน้ำหนักของเส้นใยผ้าที่ลดลง เนื่องจากการใช้ เปอร์อะซิติก แอซิดและโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ในการกำจัดเลือด
- 1.5.6 คำนวณหาปริมาณของเปอร์อะซิติก แอซิด (mol/l) ที่เพิ่มขึ้นและลดลง โดยใช้วิธีการไตเตรต ที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียสและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5, 8 และ 11
- 1.5.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎี

แนวคิดและทฤษฎี

เส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้าย มักมีสารที่มีสีติดมาตามธรรมชาติ ทำให้เส้นใยมีสีออกเหลือง บางครั้งจึงจำเป็นต้องฟอกขาวเส้นใยเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน [3]

การฟอกขาว (Bleaching) เป็นขั้นตอนของการทำลายสารที่มีสีบนเส้นใยที่ติดมาตามธรรมชาติหรือจากการปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการปั่น ทอ จนได้เป็นผ้าผืน การฟอกขาวมีความจำเป็นเฉพาะกับผ้าที่จะนำไปทำเป็นผ้าขาวและผ้าย้อมสีอ่อน เพื่อให้ได้ความขาวหรือได้สีที่สดใน สำหรับผ้าที่นำไปย้อมสีเข้มอาจไม่จำเป็นต้องฟอกขาวก็ได้ สำหรับเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งค่อนข้างสะอาดและขาวอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องฟอกขาวก็ได้ ยกเว้น กรณีที่ต้องการไปทำผ้าขาว

2.1 จุดประสงค์ของการฟอกขาว คือ

2.1.1 การกำจัดสิ่งเจือปนที่มีสีบนเส้นใย

2.1.2 กำจัดเปลือกเมล็ดฝ้าย

2.2 ประเภทของสารออกซิไดซิ่ง (Oxidizing bleaching agents) ที่นิยมนำมาใช้ฟอกขาวผ้ามีอยู่ 3 ชนิด คือ

2.2.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide : H_2O_2)

2.2.2 โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite : $NaOCl$)

2.2.3 โซเดียมคลอไรต์ (Sodium chlorite : $NaClO_2$)

2.3 การฟอกขาวที่สมบูรณ์ให้ผลดังนี้

2.3.1 ผ้าที่ฟอกแล้วต้องมีการดูดซึ่มสีย้อมและสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ

2.3.2 ไม่ทำให้ผ้าเปื่อย

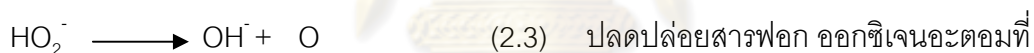
2.3.3 ได้ผ้าที่มีความขาวอย่างสม่ำเสมอและถาวร เมื่อเก็บไว้นานๆ ผ้าไม่กลับเป็นสีเหลือง

การฟอกขาวด้วยสารออกซิไดซิงทำให้ความเหนียวของเส้นใยลดลงเสมอ ดังนั้นจึงต้องควบคุมสภาพของการฟอกให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผ้าที่ขาวตามต้องการและความเหนียวของเส้นใยลดลงน้อยที่สุด

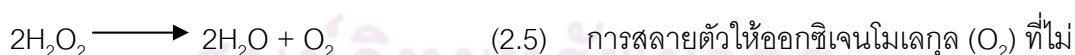
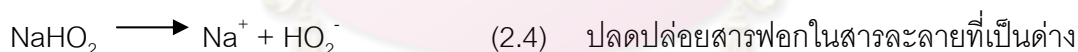
2.4 การฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดซิงที่นิยมนำมาใช้ในการฟอกผ้ามากที่สุด มีสูตรทางเคมีคือ " H_2O_2 " เป็นสารเคมีที่สามารถฟอกขาวเส้นใยได้ทุกชนิด ไม่ทำอันตรายแก่เส้นใย ใช้งานง่าย ไม่มีสารตกค้างการฟอกขาว มีความแรงต่ำ (Redox potential 810-840 mV) จัดอยู่ในลำดับท้ายๆ ของสารออกซิไดซิง ใช้ในการฟอกขาวได้ทั้งกระบวนการร้อนและเย็น มีความเสถียรในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดถูกเร่งให้สลายตัวได้ด้วยความร้อน อิออนของโลหะหนักและต่าง

กลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีดังนี้



แอกทีฟใช้ในการฟอก



แอกทีฟ ไม่ฟอกขาว

อธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งอาจเกิดตามสมการ (2.1) ถึง (2.5) ได้ดังนี้

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อมีการเก็บตามสภาพปกติมีการสลายตัวช้าๆ ตามสมการ (2.1)

เมื่อนำ H_2O_2 มาละลายน้ำจะแตกตัวตามสมการ (2.2) สารที่ได้ตัวหนึ่งคือ HO_2^- เป็นอิออนที่ไม่เสถียร เมื่อพบสารที่ถูกออกซิไดซ์ได้ เช่น สารมีสีในใยผ้า จะสลายตัวให้ออกซิเจนอะตอมดังสมการ (2.3) ออกมาฟอกสารนั้น

เมื่อเติมด่าง (NaOH) ลงในน้ำ ความสมดุลจะเลื่อนไปทางขวาของสมการ (2.4) จึงทำให้เกิดอิออนมากขึ้น กรรมวิธีนี้เรียกว่าการกระตุ้น ทำให้เกิดการฟอกมากขึ้นตามสมการ (2.3) การฟอกด้วย H_2O_2 ให้ผลที่สุดในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 11.5

เพื่อไม่ให้ HO_2^- อิออนที่ไม่เสถียรนี้แตกตัวเร็วเกินไปและไม่ให้ H_2O_2 สลายตัวให้ออกซิเจนโมเลกุลซึ่งไม่ฟอกขาวตามสมการ (2.5) จึงต้องมีตัวคุมปฏิกิริยาไม่ให้เกิดเร็วเกินไป

2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการฟอกขาวประเภทไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ [6]

2.4.1.1 ความเข้มข้นของสารฟอกขาว

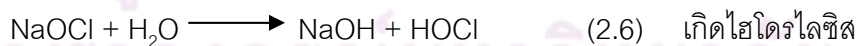
2.4.1.2 อุณหภูมิ ซึ่งเมื่ออุณหภูมิ สูงขึ้น ความสามารถในการฟอกจะเพิ่มขึ้น

2.4.1.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

2.5 การฟอกขาวด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl)

โซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นสารออกซิไดซ์ที่แรงที่สุดในจำพวกสารฟอกสิ่งทอ (Redox potential 1400-1550 mV) เป็นสารเคมีที่ราคาถูก โดยทั่วไปใช้ฟอกเส้นใยเซลลูโลส ผ่าก่อนฟอก ต้องทำการกำจัดแบคทีเรียและกำจัดสิ่งสกปรกมาอย่างดีเสียก่อน เนื่องจากมันมีค่า Redox potential สูงจึงไม่สามารถทำให้เปลือกเมล็ดฝ้ายละลายน้ำ ขณะเก็บ มันจะค่อยๆ สลายตัวไปเอง ทำลายเส้นใยฝ้ายได้รุนแรงมาก ดังนั้นการใช้จึงต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ มีสูตรทางเคมีคือ "NaOCl"

กลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ มีดังนี้



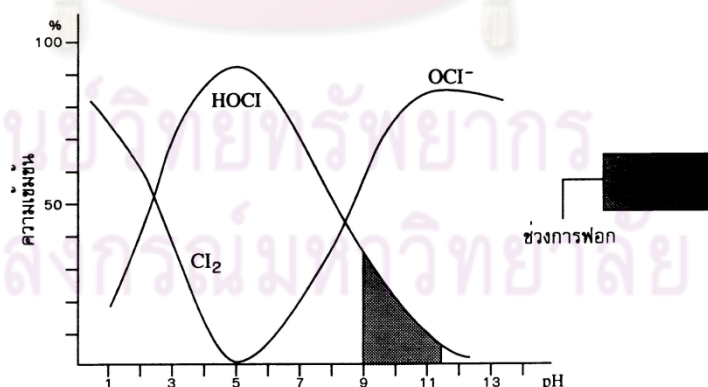
อธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามสมการ (2.6) ถึง (2.9) ได้ดังนี้

เมื่อไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ละลายน้ำเกิดการแตกตัวตามสมการ (2.6) ปฏิกิริยานี้ไป กลับ ได้มีความสมดุลที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 11-11.5

กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) ที่เกิดขึ้นตามสมการ (2.6) มีความไม่เสถียร ถ้ามีสารที่ถูก ออกซิไดซ์ได้อยู่ด้วย มันจะแตกตัวตามสมการ (2.7) ให้แควทีฟออกซิเจนอะตอมออกมาทำการ ฟอกผ้า แม้ปริมาณ HOCl มีไม่มาก แต่ก็เพียงพอต่อการนำไปฟอก เมื่อแควทีฟออกซิเจนถูกใช้ไป อย่างต่อเนื่อง ก็ทำให้ NaOCl สลายตัวให้ HOCl อย่างต่อเนื่องเช่นกัน ความสมดุลของสมการ (2.6) จะเลื่อนมาทางซ้าย ความเข้มข้นของ HOCl ลดลง ทำให้น้ำยาฟอกนี้มีความเสถียรมากขึ้น ทำให้ผลการฟอกลดลง

ถ้าเติมกรดลงในน้ำยาฟอก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ (2.8) ความเข้มข้นของ HOCl เพิ่มขึ้น HOCl เป็นกรดอ่อน เมื่อเติมกรดลงในน้ำยาฟอกทำให้ pH อยู่ในช่วง 5-6 จะทำให้เกิด HOCl สูงสุดเกิดการฟอกอย่างรุนแรง ผู้มีโอกาสเปื่อยมากที่สุด เมื่อเติมกรดลงไปอีก pH ของสารละลายต่ำลง ปริมาณ HOCl ลดลง และเปลี่ยนรูปเป็นการสลายตัวให้ก๊าซคลอรีน (Cl_2) ตามสมการ (2.9)

การสลายตัวของไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ ณ. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่างๆกัน สามารถ แสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 2.5.1



รูปที่ 2.5.1 การสลายตัวของไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ ณ. pH ต่างๆ

สรุปได้ว่าไฮเดียมไฮโปคลอไรต์เมื่อทำเป็นสารละลายเพื่อใช้ในการฟอกขาว ถ้า สารละลายที่เป็นกลางจะสลายตัวให้แควทีฟออกซิเจนออกมาเรื่อยๆ เมื่อฟอกขาวผู้มีโอกาสทำ

ให้ผ้าเปียกได้ ถ้าสารละลายที่พอกผ้าสม่ำเสมอ ไม่ทำให้ผ้าเปียก แต่ถ้าอยู่ในสารละลายที่เป็นกรด จะเกิดการพอกอย่างรุนแรงที่สุด ผ้ามีโอกาสเปียกมากที่สุดด้วย

การพอกผ้าด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถทำได้ทั้งวิธีแช่ผ้าอยู่ในสารละลายไฮโปคลอไรต์ หรือวิธีแพด-หมัก ความร้อนเป็นตัวเร่งให้เกิดการออกซิไดซ์เร็วขึ้น ทำให้ผ้าเปียกเร็วขึ้น ดังนั้นการพอกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์จึงนิยมทำที่อุณหภูมิห้อง

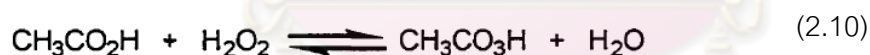
2.6 เปอร์อะซิติก แอซิด เป็นเคมีทางเลือกใหม่ที่ใช้สำหรับการพอก [7]

เทคโนโลยีใหม่สำหรับการพอกที่ไม่ต้องใช้คลอรีนได้มีการพัฒนาในอุตสาหกรรมของเยื่อกระดาษอย่างกว้างขวางเพื่อที่ลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโรงงาน ซึ่งในขณะนี้เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นตัวเลือกที่ดีในขณะนี้เนื่องจากการลงทุนต่ำและปรับปรุงได้ง่าย

2.7 การผลิตและคุณสมบัติของเปอร์อะซิติก แอซิด

เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นอนุพันธ์ของ โมโน อะเซติลของไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะมีอะซิติก โปรตอนเพียงหนึ่งเดียว และมีค่า pKa เท่ากับ 8.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

วิธีการผลิตเปอร์อะซิติก แอซิดที่นิยมใช้กันส่วนมาก เป็นวิธีแบบทางตรง โดยใช้กรดเป็นคะตาลิสในปฏิกิริยาของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กับ อะซิติก แอซิด ดังสมการที่ (2.10)



จากสมการที่ 2.10 เป็นปฏิกิริยาผันกลับสมดุล แต่อย่างไรก็ตาม เปอร์อะซิติก แอซิดบริสุทธิ์สามารถผลิตได้จากกระบวนการกลั่นแบบความดันสุญญากาศ โดยใช้อะซิติก แอซิดมากเกินไป ส่วนซัลฟูริก แอซิดสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จากการรายงานพบว่า เปอร์อะซิติก แอซิดสามารถเกิดการระเบิดอย่างรุนแรงได้เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 110 องศาเซลเซียสและเป็นสารที่เป็นวัตถุอันตรายซึ่งจะทำการขนส่งได้โดยใช้กฎควบคุมของการขนส่งวัตถุอันตราย (Transportation of dangerous goods or TDG) แม้ว่าเปอร์อะซิติก แอซิดเคยใช้เป็นสารเคมีสังเคราะห์ การใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการพอกของเยื่อกระดาษ ต้องการความปลอดภัยและการลงทุนในการผลิตไม่สูงมาก การกลั่นเปอร์อะซิติก แอซิดต้องมีการติดตั้งปั๊มสุญญากาศที่เจียบสนิท ซึ่งนับว่าเป็นขบวนการผลิตที่เป็นอันตราย

2.7.1 คุณสมบัติของเปอร์อะซิติก แอซิด

กลิ่น ฉุน

จุดเดือด 103 องศาเซลเซียส

ความดันไอ 20 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ความเป็นกรด เป็นกรดที่อ่อนกว่าอะซิติก แอซิด

Oxidation potential 1.06 V. เป็น half reaction แสดงในสมการที่ (2.11)



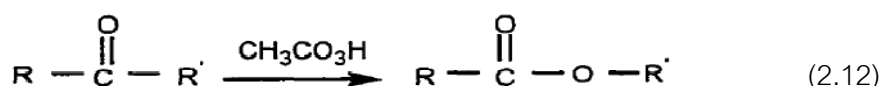
การกัดกร่อนเป็นสิ่งที่อันตรายสำคัญของเปอร์อะซิติก แอซิด ซึ่งสามารถทำลายเยื่อผิวหนัง ตาและร่างกายให้ไหม้ได้ พื้นที่สัมผัสกับเปอร์อะซิติก แอซิดควรจะทำ ความสะอาดและล้างโดยทันที ไอร์ระเหยจะส่งผลการทำลายปอด ส่วนผลกระทบในระยะยาวจะมีผลต่อตับ การลดปริมาณเม็ดเลือดขาวและเนื้องอกในปอด อุปกรณ์การป้องกันในเบื้องต้นของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้เกี่ยวข้องกับเปอร์อะซิติก แอซิดจะต้องรวมถึง หน้ากากป้องกันจุ่มจากการสูดดมและตาจากการกระเด็นของเปอร์อะซิติก แอซิด ยังรวมทั้งชุดและถุงมือยาง เป็นต้น

2.8 ปฏิกริยาของเปอร์อะซิติก แอซิด กับ ลิกนิน

ปฏิกริยาของเปอร์อะซิติก แอซิดกับ ลิกนินส่วนมากจะเป็นการศึกษาจาก แบบจำลองของสารประกอบของลิกนิน โดยทั่วไปแล้วพบว่ามี 3 ปฏิกริยาที่เกี่ยวข้องคือ

2.8.1 Baeyer-Villiger Reaction

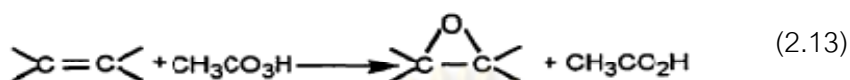
เป็นปฏิกริยาการออกซิไดซ์ของคีโตนด้วยเปอร์แอซิดไปเป็นเอสเตอร์ดังสมการที่ (2.12)



เป็นปฏิกริยาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ ความเป็นกรด-ด่าง 3 จากปฏิกริยาพบว่า คีโตนเกิดปฏิกริยาได้ช้ากว่าอัลดีไฮด์ในขณะที่การเกิดเอสเตอริฟิเคชัน (Etherification) ของกลุ่มฟีนอลลิก ไฮดรอกซิล

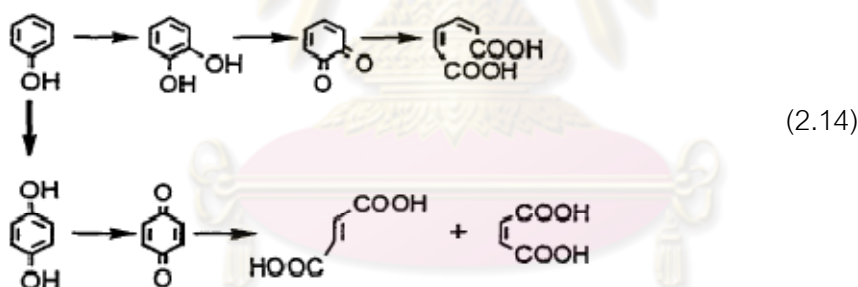
2.8.2 Epoxidation of alkenes

อัลคีนถูกเปลี่ยนไปเป็นออกซิเรน (oxiranes) โดยการเคลื่อนที่ของออกซิเจน ดังสมการที่ (2.13) เนื่องจากวงแหวนของออกซิเรนถูกเปิดออกเพื่อกลายเป็น ไกลคอลเอสเตอ์ ซึ่งเป็นกรดที่แรง



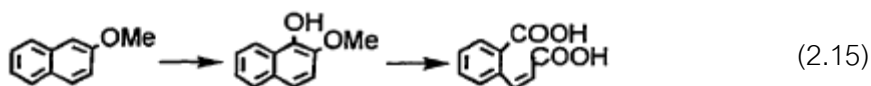
2.8.3 Hydroxylation

การเกิดออกซิเดชันของฟีนอลและเอสเทอร์เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นปฏิกิริยาเริ่มต้นโดยปฏิกิริยา ออโรและ พาราไฮดรอกซิเรชัน ผลของการเกิด catechols โดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเริ่มแรกไปเป็น ออโรควิโนน (ortho quinones) และ มูโคนิก แอซิด (muconic acids) ดังสมการที่ (2.14) การเกิดไฮดรอกซิเรชันที่ด้านพารา จะให้ ไฮโดรควิโนน ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นอนุพันธ์ของ p-quinones และ เมลาอิก แอซิด (maleic acid) และ ฟูมาริก แอซิด (fumaric acid)



McDonough ได้พบว่า การเกิดออกซิเดชันของ ครีออโรล (creosol) โดย เปอร์อะซิติก แอซิดในสารละลายของอัลคาไลน์สามารถเกิดขึ้นได้จากกลไกที่เกี่ยวข้องกับการดึงอิเล็กตรอนของ เปอร์อะซิติก แอซิดตรงแอนไอออนของฟีนอลเลต แล้วตามด้วยปฏิกิริยาดีเมทิลเลชันและการดึงนิวเคลียสโดยเปอร์อะซิติก แอนไอออนจนกลายเป็นควิโนนที่เป็นตัวกลาง (quinone intermediates)

Boeseken และ Englebarts แสดงให้เห็นว่า direct ring cleavage สามารถที่จะเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องผ่านตัวกลางที่เป็นควิโนน ดังสมการที่ (2.15) ซึ่ง Kawamoto ได้ยืนยันการเกิดดังกล่าวอีกครั้งในภายหลัง



2.9 การฟอกขาวด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด

การใช้เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นสารการกำจัดลิกนิน ได้มีการค้นพบโดย Poljak ในปี 1948 ซึ่งเป็นวิธีการเตรียมไฮโดรเซลลูโลสจากไม้ และการศึกษาอื่นๆ อีกมากมายได้ยืนยันว่า เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดในกำจัดลิกนินจากไม้ ตัวกระตุ้น (activator) สำหรับออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเป็นสารฟอกนวลหรือสารให้ความขาว (brightening agent) อีกด้วย

Bailey และ Dence ได้เผยแพร่งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นได้ทั้งสารกำจัดลิกนินและสารฟอกนวลหรือสารให้ความขาวสำหรับเยื่อกระดาษ ซึ่งพบว่า การใช้เปอร์อะซิติกในการฟอกขาว spruce kraft pulp ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง จะให้ความขาวมากที่สุด และ 3-6 % consistency ณ.อุณหภูมิ 50-85 องศาเซลเซียส จะส่งผลกระทบต่อเส้นใยเล็กน้อย ส่วน ณ.ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7-9 ค่า reduction in Kappa number ของเปอร์อะซิติก แอซิดจะให้ค่าใกล้เคียงกับการใช้คลอรีนในการฟอก

2.9.1 การย่อยสลายและไฮโดรไลซิสของเปอร์อะซิติก แอซิดสำหรับการฟอกเยื่อกระดาษ

ภายใต้การย่อยสลายและไฮโดรไลซิสของเปอร์อะซิติก มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นมากมายซึ่งจะขึ้นอยู่กับโครงสร้าง อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ คะไตลิสที่ใช้ และยังรวมไปถึงไอออนของโลหะแทรนซิชัน ซึ่งในปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิกนิน เปอร์อะซิติก แอซิดถูกใช้หรือหายไป 3 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้อง คือ การย่อยสลายเอง ไฮโดรไลซิส และ แทรนซิชันไอออนเป็นคะไตลิส

2.9.1.1 การย่อยสลายเอง (Spontaneous Decomposition)

การย่อยสลายเองของสารละลายเปอร์ออกไซด์จะให้ คาร์บอซิลิก แอซิด และ ออกซิเจน จากการศึกษากการย่อยสลายเองของเปอร์ออกไซด์ทั่วไปจะแสดงให้เห็นว่าอัตราการย่อยสลายมากที่สุดเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเท่ากับค่า pKa ของเปอร์ออกไซด์ อัตราการหายไปของเปอร์ออกไซด์ [ROOH] แสดงดังสมการที่ (2.16)

$$-\frac{d[\text{ROOH}]}{dt} = k[\text{ROOH}][\text{ROO}^-] \quad (2.16)$$

เมื่อใช้ เปอร์อะซิติก แอซิด $\text{CH}_3\text{COO}^{18}\text{O}^{18}\text{H}$ จะเกิดออกซิเจน $\text{O}^{18}\text{-O}^{18}$ 83 % ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า คาร์บอนิล คาร์บอน เป็นด้านที่เกิดปฏิกิริยาจับอิเล็กตรอนได้มากกว่า เปอร์ออกซิติก ออกซิเจน ดังสมการที่ (2.17)



จลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายเปอร์อะซิติก แอซิดได้มีการศึกษาครั้งแรกโดย Koubek ณ.ค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วงของ 5.9-10.2 โดยมี คาร์บอเนต ฟอสเฟต และ บอเรต เป็นบัฟเฟอร์ และ เอทิลไดเอมีนเตตระอะซิติกแอซิด เป็นสเตบิไลเซอร์ พบว่า ลำดับของจลนพลศาสตร์เป็นอันดับที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ. อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสมีค่า $2.7 \times 10^{-3} \text{ L/mol.s}$ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 8.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างเข้าใกล้ 7.5 ส่วนมีค่าลดลงเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 9.0 ดังสมการที่ (2.18) – (2.19)

$$\text{pH} \leq 7.5 \quad \frac{-d[\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}]_t}{dt} = k_{\text{obs}}[\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}]_t^2 = \frac{k_2[\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}]_t^2}{[\text{H}^+]} \quad (2.18)$$

$$\text{pH} \geq 9.0 \quad \frac{-d[\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}]_t}{dt} = k_{\text{obs}}[\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}]_t^2 = k_b[\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}]_t^2[\text{H}^+] \quad (2.19)$$

จากจลนพลศาสตร์ข้างต้นไม่ได้รวมค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วงของ 7.5-9.0 และจากสมการ 9-10 สามารถสร้างเส้นตรงได้ 2 เส้นซึ่งแสดงค่าของความชัน และจะได้กราฟของ $\log k_{\text{obs}}$ กับ pH แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลของ Koubek's ได้อธิบายโดยใช้สมมติฐานของการย่อยสลายโดยใช้ไอโอะนเป็นคะตาลีซิสของเปอร์อะซิติก ต่อมา McDonough ได้มีการศึกษาวิจัยการย่อย

สลายของสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิดใน DTPA ซึ่งพบว่า ปฏิกิริยาระหว่างโลหะไอออนที่เป็นอะไคริลิก กับ เปอร์อะซิติก แอซิด และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ยังปรากฏว่ามี DTPA โดยเฉพาะค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 8

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า กรดสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และ ปฏิกิริยาระหว่าง เปอร์อะซิติก แอซิด กับ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น และเขายังค้นพบอัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่ (rate constant) ในสารละลายต่ำกว่าในบัฟเฟอร์ฟอสเฟต ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสนั้น ฟอสเฟตจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหรือตัวอะไคริลิกใน เปอร์อะซิติก แอซิด ส่วน Rucker และ Cates มีรายงานว่า การหายไปของเปอร์อะซิติก แอซิดในบัฟเฟอร์ฟอสเฟตที่ค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วงของ 7.0-8.9 จะเป็นการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ไม่ใช่ปฏิกิริยาการย่อยสลายเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า บอเร็ตทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อย่างรวดเร็ว และได้สารเปอร์ออกซิบอเรต ดังนั้นจากรายละเอียดข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสควรมีการศึกษาเพิ่มและควรที่ใช้สารซีเลตติ้งซึ่งมีโลหะแทรนซิชันเป็นส่วนประกอบเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหรืออะไคริลิกในปฏิกิริยาการย่อยสลายด้วยตัวเองของจลนพลศาสตร์ของเปอร์อะซิติก แอซิด

2.9.1.2 ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และอะซิติก แอซิด เป็นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสและจะได้เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะไม่มีการสูญเสียออกซิเจนในปฏิกิริยาดังสมการที่ (2.20)



แต่อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส เป็นปฏิกิริยาที่ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการฟอกขาวลดต่ำลง เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่ได้เป็นสารฟอกภายใต้การใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอก

Bunton และคณะได้ทำการศึกษาไฮโดรไลซิสกรดในเปอร์อะซิติก แอซิด พบว่า กรดถูกไฮโดรไลซิสโดยน้ำ และอัตราการเกิดเป็นลำดับที่ 1 โดยที่ D'Ans, Mattner และ Koubek ยังพบว่า เปอร์อะซิติก แอซิดถูกไฮโดรไลซิสมากขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

2.9.1.3 ปฏิกิริยาอะไคติสแทรนซิชันโลหะ (Transition Metal Catalyzed Reactions)

Kagan และ Lubarsky ได้ทำการศึกษาเป็นครั้งแรกในเรื่องของการใช้อะไคติสสำหรับการย่อยสลายสารละลายของเปอร์ออกไซด์ ออแกนิก พบว่า แมกนีเซียม สามารถใช้เป็นอะไคติสในปฏิกิริยาการย่อยสลายของเปอร์ออกไซด์ิก แอซิด เพื่อที่จะได้ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนโมโนออกไซด์ ส่วน Vrbaski และ Brihta ได้มีรายงานในเรื่องของผลของการใช้ โคบอลท์ เป็นอะไคติสในการย่อยสลายเปอร์ออกไซด์ิก แอซิด เช่นกัน แต่จากการศึกษาดังกล่าวได้มีการศึกษาในเรื่องของจลนพลศาสตร์และกลไกของปฏิกิริยาการย่อยสลายของเปอร์ออกไซด์ิก แอซิด

Koubek ได้ศึกษาการใช้โลหะไอออนเป็นอะไคติสในปฏิกิริยาการย่อยสลายของเปอร์ออกไซด์ิก แอซิด ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.4 และใช้แอมโมเนียม อะซิเตตเป็นบัฟเฟอร์ พบว่าอันดับของการเกิดปฏิกิริยาเป็นอันดับที่ 1 และอันดับของการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงเมื่อมีอะไคติส โคบอลท์ Co(II), แมงกานีส Mn(II), เหล็ก Fe(II) และ คอปเปอร์ Cu(II) ตามลำดับ และยังแสดงความเข้มข้นของไอออนที่เปลี่ยนไปจากลำดับปฏิกิริยาลำดับที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 10^{-6} โมลต่อลิตร ไปเป็นลำดับที่ $\frac{1}{2}$ ที่ความเข้มข้น 10^{-3} โมลต่อลิตร และ พลังงานกระตุ้นเท่ากับ 21.6 กิโลแคลอรีต่อโมล Vasyutyn และคณะพบว่า การใช้ แมงกานีส Mn(II) เป็นอะไคติสจะเป็นอันตรายนอกกว่าการใช้โลหะแทรนซิชันอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการฟอกขาวด้วยเปอร์ออกไซด์ิก แอซิดในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง และประสิทธิภาพของการฟอกขาวโดยการใช้โลหะแทรนซิชันเป็นอะไคติสในการย่อยสลายของเปอร์ออกไซด์ิก แอซิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nexo และคณะ (1981) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นอันตรายและความเป็นพิษของไฮโปคลอไรต์ที่ปริมาณ 4-5 % [8] พบว่า ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา มีผู้ป่วยที่ใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดและฟอกผ้าในบ้านเรือน ที่มีส่วนผสมของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในปริมาณ 4-5 % จำนวน 93 คน เป็นเด็ก 41 คนและผู้ใหญ่ 7 คน ได้รับพิษจากการรับประทานโซเดียมไฮโปคลอไรต์เข้าไป และอาการส่วนใหญ่ที่พบคืออาเจียน หนึ่งในจำนวนของผู้ป่วยที่เป็นผู้ใหญ่เพศชายอายุประมาณ 89 ปี เสียชีวิตจากปอดติดเชื้อ และอีก 45 คน มีผู้ใหญ่ 41 คนและเด็ก 4 คน ได้รับพิษจากการสูดดมไอของสารเคมีที่เกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือนที่มีส่วนผสมของโซเดียมไฮโปคลอไรต์กับกรดหรือแอมโมเนีย โดยอาการส่วนมากที่พบจะมีอาการคันและไอ ส่วนอีกกรณีจะมีอาการเป็นหืดหอบ

Moldenius และคณะ (1982) มีรายงานการทดลองการฟอกของเยื่อกระดาษแบบ thermo mechanical และ stone groundwood [9] พบว่า ความเข้มข้นของเปอร์ออกไซด์และอัลคาไล ความเหนียวของกระดาษ (consistency pulp) และ อุณหภูมิเป็น ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการฟอก การหาอัตราการฟอกสามารถหาได้จากสมมูลระหว่าง ปฏิกิริยาการฟอกของแอนไอออนของเปอร์ออกไซด์และการเกิดของสีจากอัลคาไล จากการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของเปอร์ออกไซด์คงที่ แต่เพิ่มความเข้มข้นของอัลคาไล จะทำให้อัตราการฟอกเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดไอออนของเปอร์ออกไซด์ แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของอัลคาไลมากเกินไปจะมีผลทำให้ลดลงด้วย เนื่องจากค่า pOH น้อยกว่า 2.5 ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของไอออนไฮดรอกไซด์เพิ่มมากขึ้น จึงสรุปได้ว่า การเพิ่มความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์เป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นแอนไอออนของเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นด้วย

Mohamed และคณะ (1983) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการใช้เปอร์อะซิติก แอซิด โซเดียมไฮดรอกไซด์ และ กรดฟอสฟอริกในปฏิกิริยาเอนไซม์ไฮโดรไลซิสบนวัสดุที่เป็นเซลลูโลส [10] พบว่า คลิสต์ลของเซลลูโลส และ น้ำเสียมีการบำบัดโดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิดที่ความเข้มข้นและรีเอเจนต์ต่าง ๆ กันที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสและเวลาต่าง ๆ กัน

Sukumar และคณะ (1987) ได้ทำการทดลองหาอัตราการสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการฟอก [11] พบว่า อัตราการสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์สูงที่ความเป็นกรดต่าง 9

เมื่อเปรียบเทียบกับ 10 และ 11 และเมื่อการเกิดคลอเตรสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ความแข็งแรงของเส้นใยฝ้ายลดลง จึงสรุปได้ว่า เส้นใยฝ้ายถูกทำลายน้อยที่สุดเมื่อความเข้มข้นของอัลคาไลสูงขึ้น ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ประมาณ 30-35% ในการฟอกแบบขั้นตอนเดียว เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการฟอกแบบเดิม

Pandey และคณะ (1992) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้สารฟอก 3 ประเภทสำหรับการฟอกปอกระเจา [12] พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โซเดียมคลอไรต์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ คือ 10-10.5, 4.0-4.5 และ 10.0-11.0 ตามลำดับ การเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ไม่ได้เกิดเมื่อมีการใช้เปอร์ออกไซด์ในการฟอก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารฟอกประเภทอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังพบปัญหาการเหลืองของเส้นใย (Yellowing) แม้ว่าจะใช้เปอร์ออกไซด์ในการฟอกก็ตาม

Steiner และคณะ (1995) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอกผ้าฝ้ายและลินินแทนการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ [13] การศึกษาในครั้งนี้พบว่า การใช้เปอร์อะซิติกที่ pH 6-7 อุณหภูมิที่ 50-80 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้อ้อยู่ระหว่าง 20-60 นาทีจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการฟอกขาวมากขึ้น และความขาวของผ้าจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้สารฟอกมากขึ้น ด้วย จากการทดลอง การฟอกผ้าฝ้าย 100% โดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิดที่ความเข้มข้น 1.5-2.5 กรัมต่อลิตรที่อุณหภูมิห้องและตามด้วยการฟอกโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับด่างที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะให้ความขาวมากถึง 90 (Berger) จากการทดลองยังพบอีกว่า การใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอกขาวจะส่งผลต่อการทำลายเส้นใยน้อยกว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์

Callis และคณะ (1996) ได้ศึกษาการนำเอาสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มาใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ [14] พบว่า มีการนำเอาสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) มาใช้เป็นสารฟอกขาวและสารฆ่าเชื้อโดยเฉพาะในประเทศยุโรปจะนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้นผิวต่างๆไป และใช้ในการซักผ้าด้วย

Liebergott (1996) ได้ศึกษาการกำจัดลินินและการฟอกเยื่อกระดาษ ด้วยเปอร์แอซิด ส่วนที่ 2 [15] พบว่า เปอร์แอซิดถูกใช้เป็นตัวกระตุ้นสำหรับลินินก่อนที่ออกซิเจนหรือเปอร์ออกไซด์ และยังเป็นตัวเพิ่มความขาวด้วย ในห้องทดลอง ได้ทดลองนำเอา เปอร์ออกซี แอซิด มาใช้แทน ไฮโปคลอไรต์ และ คลอรีนออกไซด์ เพื่อเพิ่มความขาวและความแข็งแรงของเส้นใยให้มากขึ้น และได้มีการใช้ทั้ง คลอรีน ไดออกไซด์และเปอร์อะซิติก แอซิดในปริมาณเล็กน้อยพร้อมกันในการฟอก

ก็ส่งผลทำให้เพิ่มความขาวได้เหมือนกัน การใช้เปอร์อะซิติกแอซิดมาใช้ในการฟอกในขั้นตอนสุดท้ายสามารถทำให้ความขาวของ kraft pulp เพิ่มขึ้นได้ 92

Moses (1997) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เปอร์อะซิติกแอซิดกับการฟอกฝ้ายและการย้อม [16] พบว่า วัสดุที่เป็นฝ้าย ไม่ว่าจะเป็นเส้นด้าย ผ้าทอและผ้าถักที่มีการใช้เปอร์อะซิติกแอซิดที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 % ต่อน้ำหนักผ้า เวลา 20, 40 และ 60 นาทีที่ pH 6 โดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ส่วนการย้อมได้มีการใช้ เปอร์อะซิติกแอซิดหลังการย้อมสีรีแอคทีฟด้วย

Yuan และคณะ (1997) ได้ศึกษาการสลายตัวโดยธรรมชาติที่สภาวะของการฟอกเยื่อกระดาษ โดยใช้เปอร์อะซิติกแอซิดเป็นสารฟอก [17] ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ที่ไม่ต้องคลอรีนในการฟอกของเยื่อกระดาษ สรุปได้ว่าการอัตราการสลายตัวโดยธรรมชาติมีอันดับของจลนพลศาสตร์เป็น 2 ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างมากที่สุด คือ 8.2 ซึ่งเป็นค่า pKa ของเปอร์อะซิติกแอซิด

Yuan และคณะ (1997) ได้ศึกษาปัจจัยของความเป็นกรด-ด่าง และไฮโดรไลซิสของอัลคาไลน์ส่งผลต่อจลนพลศาสตร์ของการสลายตัวของเปอร์อะซิติกแอซิด [18] พบว่า มีปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้อง 3 ปฏิกิริยา คือ การสลายตัวโดยธรรมชาติ (spontaneous decomposition) ไฮโดรไลซิส (hydrolysis) และ การสลายตัวโดยคะตะไลซิสที่เป็นแทรนซิชันโลหะ (transition metal catalyzed decomposition) ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 8.2 จะทำให้ปฏิกิริยาการสลายตัวโดยธรรมชาติเกิดมากที่สุด ในขณะที่ทั้งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และการสลายตัวด้วยคะตะไลซิสแบบแทรนซิชันโลหะ เพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มมากขึ้นด้วย ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 10.5 จะส่งผลทำให้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเกิดสูงที่สุด ส่วนปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยคะตะไลซิสแบบแทรนซิชันโลหะ จะเกิดน้อยที่สุดเมื่อเติม DTMPA มีการพัฒนาจลนพลศาสตร์ของเปอร์อะซิติกแอซิดในปฏิกิริยาของไฮโดรไลซิสโดยสามารถที่ทำนายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ระหว่างปฏิกิริยาการสลายตัวได้

Cheng (1998) ได้มีการศึกษา การปรับปรุงน้ำเสียที่ได้จากการขบวนการฟอกย้อมของผ้าฝ้าย [19] พบว่า การป้องกันสิ่งแวดล้อมเริ่มจะมีอิทธิพลเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบันของอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยเฉพาะในส่วนของฟอกย้อมแบบเปียก จึงมีการนำเอาสารเคมีที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน้อยที่สุดมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่นมีการนำเอาไฮโปคลอไรต์มาใช้เป็นเอนไซม์ในการขบวนการกำจัดแป้ง (desizing process) เพื่อช่วยในการลดค่า COD (Chemical oxygen demand) ในน้ำเสียที่ได้จากการ และได้มีการนำเอาเปอร์อะซิติกแอซิดมาใช้แทน โซเดียมไฮโปคลอไรต์ เนื่องจากสารฟอกที่เป็นโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีค่าการดูดซับสารอินทรีย์ประเภทฮาโลเจนสูง

(Adsorbable organic halogen : AOX) และทำให้เกิดสารประกอบของคลอโรฟอร์มในน้ำเสียที่ปล่อยออกมา และได้ทำการเปรียบเทียบค่า COD ที่วิเคราะห์ได้จากการใช้ เปอร์อะซิติก แอซิด ไฮเดียมไฮโปคลอไรต์ และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากน้ำเสียที่ปล่อยในขบวนการฟอก

Hashem (1999) ได้ศึกษาการฟอกเส้นใยแฟลกซ์ที่อุณหภูมิต่ำด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด [20] พบว่า เส้นใยดิบของแฟลกซ์หรือลินิน ถูกฟอกด้วย เปอร์อะซิติก แอซิด ที่อุณหภูมิต่ำ โดย เปอร์อะซิติก แอซิด ได้จากการเตรียมโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของ อะซิติก แอนไฮไดรด์ กับ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และมีการใช้ โซเดียมเทตระโบเรต 2,2- ไบพิริดีน เพื่อจับกับไอออนเหล็ก (Fe^{2+}) ในเส้นใยตามธรรมชาติ กลายเป็นสารประกอบของ ไตรซีเลต ซึ่งสารประกอบของ Fe^{2+} -bipyridine เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในขบวนการฟอก โซเดียม ลอริล ซัลเฟตใช้เป็นตัวสแตบิไลเซอร์ และยังศึกษาผล ของความยาวของเส้นใย การถูกทำลายของเส้นใยและการความแข็งแรงของเส้นใยหลังจากการฟอก ซึ่งพบว่าสูตรที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการฟอกคือ 17.50 กรัมต่อลิตรของ บอแรกซ์ 6 กรัมต่อลิตรของไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ 0.3 กรัมต่อลิตรของ 2,2- ไบพิริดีน 2 กรัมต่อลิตรของโซเดียม ลอริล ซัลเฟตและ 3.5 กรัมต่อลิตรของอะซิติก แอนไฮไดรด์ ด้วยอัตราส่วนของสาร ต่อ น้ำ 1: 50 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

Chattopahyap และคณะ (1999) ได้ทำการศึกษาการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดและ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอกปอกระเจาเพื่อเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม [21] ซึ่งความพยายาม ในการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอกปอกระเจาดังวิธีการฟอก 2 ขั้นตอน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าแต่เดิมที่เคยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์และไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ในการฟอก พบว่า การใช้เปอร์อะซิติก แอซิดและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะให้ความ ขาวเพิ่มมากขึ้น การสูญเสียความแข็งแรงของเส้นใยน้อยลงและความคงทนต่อการขัดถูมากกว่า การใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอก แต่ไม่ว่าจะใช้สารฟอก ประเภทไหนก็ไม่ได้ช่วยในเรื่องความเหลืองของเส้นใยที่เกิดขึ้นหลังจากการฟอก

Wutzler และคณะ (2000) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้ 0.2 % เปอร์อะซิติก แอซิด และ 80 % ของเอทานอลในการฆ่าเชื้อบนมือ [22] พบว่า ได้ทดสอบกับเชื้อไวรัสประเภท enveloped vaccinia virus, papova virus SV 40 และ non-enveloped adenovirus ชนิดที่ 2, poliovirus ชนิดที่ 1 และส่งผลทำให้สามารถฆ่าเชื้อ poliovirus ชนิดที่ 1 ได้ภายใน 1 นาทีและ สามารถวัดค่าได้เป็น log 10 reduction ของ 4 เมื่อใช้ เปอร์อะซิติก แอซิดร่วมกับเอทานอล แต่ถ้า ใช้เพียง 0.2 % ของสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิดจะสามารถฆ่าเชื้อได้ภายในเวลา 5 นาที แต่

พบว่าภายในระยะเวลา 15 นาทีจะสามารถทำลายอนุภาคของเชื้อไวรัสได้ดีที่สุดโดยการใช้ electron microscopic เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การใช้เปอร์อะซิติก แอซิดร่วมกับเอทานอลตามสัดส่วนข้างต้น จะส่งผลทำให้การฆ่าเชื้อไวรัสประเภทดังกล่าวได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และส่งผลกระทบต่อผิวหนังอีกด้วย

Prabaharan และคณะ (2000) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในขบวนการฟอกฝ้ายที่เหมาะสม [23] โดยใช้ตัวแปรต่างๆ เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ เวลาและความเข้มข้นของเปอร์อะซิติก แอซิดเพื่อเปรียบเทียบกับฟอกแบบดั้งเดิม เพื่อให้ได้ความขาวมากที่สุดแต่ผลจากการใช้สารฟอกต้องส่งผลต่อการทำลายเส้นใยเซลลูโลสน้อยที่สุด พบว่า การใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอกจะเป็นขบวนการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้สารฟอกแบบดั้งเดิม โดยสภาวะการฟอกที่เหมาะสมคือ ใช้เปอร์อะซิติก แอซิดที่ความเข้มข้น 30 g/l หรือ 10 % ของกรด อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

Sojka-Ledakowicz และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เปอร์อะซิติก แอซิด ในการฟอกฝ้าย [24] ซึ่งเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาเปอร์อะซิติก แอซิดมาใช้ในการฟอกผ้าฝ้ายถัก โดยมีการเปรียบเทียบกับการใช้ไฮโปคลอไรต์-ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกและทดสอบปัจจัยที่จะส่งผลต่อความขาวของเส้นใยระดับโพลีเมอร์ไลต์ และความแข็งแรงของเส้นใยผ้า ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการฟอก

Brasileiro และคณะ (2001) ได้ศึกษาการใช้เปอร์อะซิติก แอซิด ในการขจัดลิกนินและการฟอกเยื่อเซลลูโลส [25] ซึ่งจะศึกษาโครงสร้าง คุณสมบัติ การเตรียมและปฏิกิริยาของเปอร์อะซิติก แอซิด กับ ลิกนิน

Kunigk และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการย่อยสลายของปฏิกิริยาจลนพลศาสตร์ของเปอร์อะซิติก แอซิดในสารละลายเปอร์อะซิติก [26] โดยการนำเอาสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิดเป็นสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารของบราซิล ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือการหาอัตราการย่อยสลายทางจลนพลศาสตร์ของสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิด ณ อุณหภูมิ 25, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการย่อยสลายของเปอร์อะซิติก แอซิดเป็นปฏิกิริยาลำดับที่ 1 และอัตราการย่อยสลายคงที่อยู่ระหว่าง $1.71 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$ ที่ 25°C และ $9.64 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$ ที่ 45°C โดยที่อัตราการย่อยสลายคงที่จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในสมการของ Arrhenius และ

Activation energy ของการย่อยสลายของอะซิติก แอซิดในสารละลาย (จากสูตรการผลิตทางการค้า) เท่ากับ 66.20 KJ/mol.

Kohitsuka (2002) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการนำกระดาษกลับมาใช้ใหม่โดยการฟอก [27] เนื่องจากปริมาณการผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปี 2000 มีประมาณ 145,744 ตันแต่ความต้องการในการใช้กระดาษมีประมาณ 71,237 ตันหรือ 48.9% และอีกประมาณ 60% เป็นการนำเอากระดาษมาใช้ใหม่ ดังนั้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารเคมีที่สำคัญในอุตสาหกรรมการนำกระดาษกลับมาใช้ใหม่ สารออกซิไดซ์มีอยู่ประมาณ 7 ชนิดได้แก่ คลอรีนไฮโปคลอไรต์ ออกซิเจน โอโซนและ เปอร์อะซิติก แอซิด ส่วนอีก 3 ชนิดเช่น โซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ โซเดียมบอโรไฮไดรด์และ ฟอรัมามิดิน ซัลฟีนิก แอซิดเป็นสารรีดิวซ์

Chattopadhyay และคณะ (2003) ได้ศึกษาการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอกปอกระดาษ [28] พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในการฟอกลดลงเมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้น และค่าความแข็งแรงของเส้นใยมีค่าลดลงอย่างมากเมื่อมีการฟอกโดยใช้ทั้งเปอร์อะซิติก แอซิด และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ตามลำดับ และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด ซึ่งได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง 68 มิลลิโมลต่อลิตรของอะซิติกแอซิด และ 74 มิลลิโมลต่อลิตรของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยใช้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะให้ความขาวของเส้นใยมากที่สุด และส่งผลต่อความแข็งแรงของเส้นใยน้อยที่สุดด้วย

Kampf และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดแทน กลูตารัลดีไฮด์ ในการกำจัดการฟุ้งแน่นของเลือด [29] มีการทดลองใช้สิ่งสกปรกที่เป็น เลือดแห้งเป็นมาตรฐาน ปริมาณ 22 กรัม โดยมี เปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) กลูตารัลดีไฮด์ (Glutaraldehyde) สารประกอบของควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (Quaternary ammonium compound (QAC)) สารประกอบของ QAC และ เอมีน (Amine) สารประกอบฟีนอล (Phenol) และอากาศแห้ง (Air Dried) เป็นสารฆ่าเชื้อ ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า สามารถใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการกำจัดเลือดที่ฟุ้งแน่นและเป็นสารฆ่าเชื้อแทนกลูตารัลดีไฮด์ โดยประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อแต่ละประเภทในการกำจัดเลือดแตกต่างกันดังนี้คือ สารประกอบประเภท ฟีนอล สามารถกำจัดเลือดได้ประมาณ $93.3 \% \pm 1.50\%$ และ กลูตารัลดีไฮด์ สามารถกำจัดเลือดได้น้อยกว่า 10% ประมาณ $76.9 \pm 8.40\%$ และ $102.5 \pm 1.10\%$ ส่วนเปอร์อะซิติก แอซิด สามารถกำจัดเลือดได้อยู่ระหว่าง $19.2\% \pm 3.3\%$ และ $78.1\% \pm 2.4\%$

Pettas และคณะ (2004) ได้ศึกษาแบบจำลองของสเปกตรัมทางกลศาสตร์ในการวิเคราะห์หาเปอร์อะซิติก แอซิดและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขบวนการฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม [30] โดยการใช้วิธีการของ multiple linear regression (MLR) โดยใช้ couple charge device (CCD) ในการวัดความยาวคลื่นของไดฟิเนลเอมีน (UV-vis spectra) และหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเริ่มต้น (initial rate) ของปฏิกิริยาของไดฟิเนลเอมีน (DPA) พบว่า การใช้แบบจำลองโดยวิธีดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้กับการหาเปอร์ออกไซด์ตกค้างในขบวนการฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมเบียร์ได้เป็นอย่างดี

Koivunen และคณะ (2005) ได้ศึกษาการใช้ เปอร์อะซิติก แอซิด สำหรับฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัสในน้ำเสียจากเทศบาล [31] โดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิด 2-15 มิลลิกรัมเป็นเวลา 27 นาที สามารถที่จะกำจัดเชื้อโคลิฟอร์มได้ 3 log reduction ดังนั้น สารฆ่าเชื้อเปอร์อะซิติก แอซิด เป็นทางเลือกที่ดีในการกำจัดเชื้อโรคจากน้ำเสีย

Pavla และคณะ (2005) ได้ศึกษาการฟอกผ้าฝ้ายด้วยเปอร์อะซิติก แอซิดร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ [32] โดยที่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เริ่มต้นและการใช้ต่างประเภทต่างๆในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อความขาวของผ้า จากผลการทดลองพบว่า การใช้ แมกนีเซียมคาร์บอเนตร่วมกับเปอร์อะซิติก แอซิด จะทำให้ปฏิกิริยาการฟอกขาวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าจะให้ปฏิกิริยาการฟอกขาวเกิดขึ้นอย่างช้าๆ จะต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับเปอร์อะซิติก แอซิดโดยจะส่งผลกระทบต่อเส้นใยที่ถูกทำลายน้อยกว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการฟอกโดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิดคือ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7 โดยใช้ร่วมกับโซเดียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนต ดังนั้นสรุปได้ว่าการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นสารฟอกเป็นตัวเลือกใหม่และยังเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีประสิทธิภาพมากด้วยเช่นกัน

Pardeshi (2006) ได้ศึกษาการพัฒนาการฟอกผ้าฝ้ายในปัจจุบัน [33] ซึ่งขั้นตอนการฟอกขาวในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้มีการคิดค้นพัฒนาสารเคมีที่ใช้ในการฟอกมากมายหลายชนิด โดยที่ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โซเดียมคลอไรต์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารฟอกขาวหลักที่สำคัญ หลังจากการผ่านขั้นตอนการฟอกขาวแล้วจะไม่มีสารหลงเหลือของแคลเซียมบนเส้นใยทำให้เส้นใยหรือผืนผ้าไม่เกิดการแข็งกระด้างซึ่งนับเป็นข้อดีของการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ส่วนโซเดียมคลอไรต์เป็นสารออกซิไดซ์ที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบซึ่งสามารถกำจัดคลอรีนที่ตกค้างบนผ้าได้ง่ายเนื่องจากคลอรีนสลายตัวได้อย่างรวดเร็วและมีอัลคาไลต์ตกค้างบนเส้นใยน้อยซึ่ง

นับเป็นข้อดีของการใช้โซเดียมคลอไรด์ในการฟอกขาว และสารฟอกขาวสุดท้ายที่จะกล่าวถึงคือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกขาวที่ใช้ได้ดีทั้งผ้าขาวและผ้าสี การดูดซับน้ำของเส้นใยผ้า หลังการฟอกดีเยี่ยม การเกิดความเหลืองของเส้นใยภายหลังการฟอกจะเกิดขึ้นน้อยและการใช้ อุณหภูมิต่ำในการฟอกโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกนั้นจะช่วยประหยัดพลังงาน ได้มากประมาณ 80% โดยเฉพาะพลังงานจากการใช้น้ำในการทำให้ผ้ามีอุณหภูมิสูงขึ้น

Pusic และคณะ (2007) ได้ศึกษาสารประกอบของสารฟอกชนิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และ เปอร์อะซิติก แอซิด ในอ่างล้าง [34] โดยใช้ผ้ามาตรฐาน EMPA และใช้โซเดียม ไฮดรอกไซด์ ในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 9-10 ในสภาวะอุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่า สิ่งสกปรกที่มีสีเช่น ไวน์แดง น้ำผลไม้ เป็นต้น สามารถกำจัดออกได้ทั้งสองอุณหภูมิ แต่จากการทดลองโดยใช้สารฟอกชนิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะกำจัดสิ่งสกปรกที่มีสีได้ดีกว่าเปอร์อะซิติก แอซิดเมื่อใช้อุณหภูมิสูงๆ ส่วนสิ่งสกปรกชนิดที่เป็นโปรตีน เช่น โกโก้ นม เลือดและไข่แดง สามารถกำจัดออกได้ที่อุณหภูมิต่ำโดยใช้เอมไซม์ในขั้นตอนการล้างเบื้องต้น

Xuebing Zhao และคณะ (2007) ได้ศึกษา จลนพลศาสตร์การสังเคราะห์และไฮโดรไลซิส ของเปอร์อะซิติก แอซิด สำหรับการเตรียม เปอร์อะซิติก แอซิด จากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ [35] พบว่า แบบจำลองหรือโมเดลทางจลนพลศาสตร์แบบ Homogenous สำหรับการเตรียม เปอร์อะซิติก แอซิด (PAA) จากอะซิติก แอซิด (AA) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (HP) ภายใต้ กรดซัลฟูริก แอซิด (SA) เป็นคะตะลิสในเฟสที่เป็นของเหลว นั้น สมการทางจลนพลศาสตร์ของการสังเคราะห์ และไฮโดรไลซิส ของเปอร์อะซิติก แอซิด และค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์สามารถหาได้จากข้อมูล จากการทดลองโดยใช้วิธี simplex optimization และปฏิกิริยาดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาแบบอันดับ แรกโดยใช้ความเข้มข้นของ reactant และความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน (H^+) เป็นข้อมูลในการหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (linear relationship) เพื่อหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่ (rate constant) และความชันที่ได้จะเป็น intrinsic rate constant ซึ่งค่าพลังงานกระตุ้น intrinsic ของ การสังเคราะห์ เปอร์อะซิติก แอซิด มีค่า 57.8 กิโลจูลต่อโมล ส่วนพลังงานกระตุ้นของการ ไฮโดรไลซิสของเปอร์อะซิติก แอซิดมีค่า 60.4 กิโลจูลต่อโมล กลไกการสังเคราะห์และการ ไฮโดรไลซิสของเปอร์อะซิติก แอซิด พิสูจน์ได้ว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์เป็นปฏิกิริยา ระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับแอททิฟของตัวกลางคาร์บอนิล และอัตราการเกิดปฏิกิริยาการ ไฮโดรไลซิสเป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำและแอททิฟของตัวกลางคาร์บอนิลเช่นกัน

Ramachadran และคณะ (2008) ได้ศึกษาการพัฒนาของ wet process ในอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ [4] เพื่อการลดปริมาณพลังงาน สารเคมี และเวลาในขั้นตอนของการฟอกโดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิด แทนการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่อุณหภูมิต่ำ โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์จะช่วยให้การสลายตัวของเปอร์อะซิติก แอซิด ช้ากว่าต่างประเภทอื่นๆ ซึ่งขบวนการฟอกดังกล่าวจะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าขบวนการแบบเดิม

Jimenez และคณะ (2008) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของตัวแปรในปฏิบัติการฟอก soda pulp ของ *Musa textilis* nee (*abaca*) ด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด [36] ณ.สภาวะที่อุณหภูมิ 55-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-150 นาที และใช้ 0.5-4.5 % ของความเข้มข้นเปอร์อะซิติก แอซิดต่อน้ำหนักผ้าแห้ง โดยพิจารณาที่ kappa number ความหนืดของเยื่อกระดาษที่ฟอก ความแข็งแรงของเส้นใย (breaking length), burst index และความขาวของกระดาษ (brightness) พบว่า 1519 มิลลิเมตรต่อกรัมของ ความหนืดสูงสุดที่เป็นไปได้ 6547 เมตรของ breaking length สูงสุด และ 5.00 กิโลนิวตันต่อกรัมของ burst index ตามลำดับ โดยสภาวะที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 4-5 % ของความเข้มข้นของเปอร์อะซิติก แอซิด และเวลาที่ใช้ 150 นาที และ 79.90% ของค่าความขาวซึ่งน้อยกว่าค่าที่มากที่สุดที่เป็นไปได้อยู่ประมาณ 6.53%

พงศธรและคณะ (2008) ได้ศึกษาตัวแปรของกระบวนการที่มีผลต่อจลนพลศาสตร์ของการขจัดลิกนินจากเยื่อกระดาษที่ไม่ใช่คาลิปต์สด้วยกรดเปอร์ออกซีแอซิดิก [37] พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการขจัดลิกนินจากเยื่อกระดาษด้วยกรดเปอร์ออกซีแอซิดิก คือ ปริมาณสารเคมี และอุณหภูมิ ในการศึกษาจลนพลศาสตร์จะต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆที่มีผลกระทบต่อการศึกษาขจัดลิกนินด้วยกรดเปอร์ออกซีแอซิดิก พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นปัจจัยที่สำคัญ เมื่อความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มขึ้นจากสภาวะกรดถึงสภาวะกรดเล็กน้อย อัตราการขจัดลิกนินจะเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพในการขจัดลิกนินเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงก่อนขั้นตอนการขจัดลิกนินจากเยื่อด้วยกรดเปอร์ออกซีแอซิดิก ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อปฏิบัติการขจัดลิกนิน คือ ปริมาณกรดเปอร์ออกซีแอซิดิก อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่าง

การขจัดลิกนินออกจากเยื่อสามารถอธิบายได้ด้วยปฏิกิริยาเดี่ยว โดยอัตราของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของกรดเปอร์ออกซีแอซิดิกเพิ่มขึ้น อันดับของปฏิกิริยาที่มีความสัมพันธ์กับลิกนินมีค่าสูง (4.52) เนื่องจากปฏิกิริยาเดี่ยวที่เกิดขึ้นจริงประกอบด้วยปฏิกิริยาขนานหลายปฏิกิริยาและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันดับปฏิกิริยาที่มี

ความสัมพันธ์กับกรดเปอร์ออกซีแอซิติกและไฮโดรเนียมไอออน เท่ากับ 1.92 และ -0.4 ตามลำดับ ค่าพลังงานกระตุ้นของการแยกกลีนิน เท่ากับ 88.8 กิโลจูลต่อโมล

Zhao Xue-bing และคณะ (2008) ได้ศึกษาการเตรียมเปอร์อะซิติก แอซิด จาก กรดอะซิติก และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการทดลองและแบบจำลอง [38] พบว่า มีการใช้สมการจลนพลศาสตร์ ค่าคงที่สมดุลและโมเดลทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาความเข้มข้นของเปอร์อะซิติก แอซิด อัตราคอนเวอร์ชันสมดุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ผลกระทบของตัวแปรในการสังเคราะห์เปอร์อะซิติก แอซิด หาได้จากผลการทดลองและแบบจำลอง ค่าคงที่สมดุลที่หาได้จากอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและผันกลับได้ที่อุณหภูมิ 293, 303, 313 และ 323 องศาเซลเซียส คือ 2.91, 2.81, 2.72 และ 2.63 ตามลำดับ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ความเข้มข้นของเปอร์อะซิติก แอซิดที่สมดุลลดลง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากร

การทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองใช้ เปอร์อะซิติก แอซิด เป็นสารออกซิไดซ์และเป็นสารฟอกขาวที่ใช้ในการกำจัดเลือดที่ปนเปื้อนบนเส้นใย ตามสมการดังนี้

ใช้เปอร์อะซิติก แอซิด ที่ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อน้ำ 50 มิลลิกรัม หรือ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผ้าฝ้ายสำหรับการทำผ้าเปื้อนเลือดน้ำหนัก ประมาณ 5 กรัม แล้วทำการจุ่มลงในเลือดที่ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ นำไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงนำไปใช้ในการฟอกที่อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่างและเวลา ดังนี้ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส และ 5, 8 และ 11 เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาทีตามลำดับ

4.1.1 วัสดุ ผ้าฝ้าย (Cotton) 100% น้ำหนักประมาณ 5.000 กรัม

4.1.2 สารเคมี

4.1.2.1 สารละลายเปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) 4% ร่วมกับสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) 25% เพื่อใช้เป็นสารออกซิไดซ์สำหรับการฟอก

4.1.2.2 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite) 5.5% เพื่อใช้เป็นสารออกซิไดซ์สำหรับการฟอก

4.1.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide 50%) และสารละลายอะซิติก แอซิด (Acetic acid) เพื่อใช้สำหรับปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

4.1.2.4 สารละลายโพแทสเซียม เปอร์แมงกาเนต (0.1N Potassium permanganate (KMnO_4), reagent grade)

4.1.2.5 สารละลายกรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, 1N H_2SO_4)

4.1.2.6 เฟอรรินอิน ดินดิเคเตอร์ (Ferroun indicator)

4.1.2.7 สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate, 0.01N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

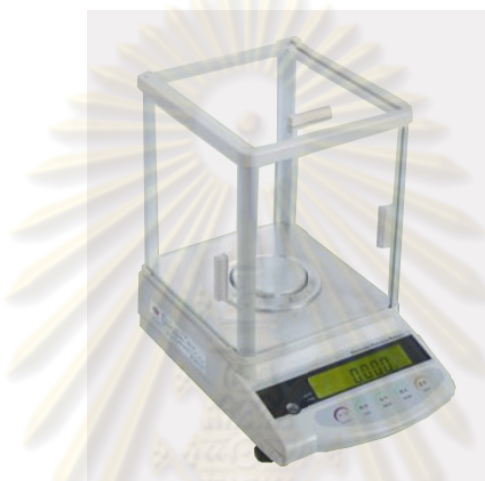
4.1.2.8 สารละลายโพแทสเซียม ไอโอดีน (Potassium Iodide, 2.5N KI)

4.1.2.9 สารละลายแป้ง 2% (2% Starch indicator solution)

4.1.2.10 สารละลายเลือด 3% (Human blood solution)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 เครื่องชั่งแบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Precision balance)

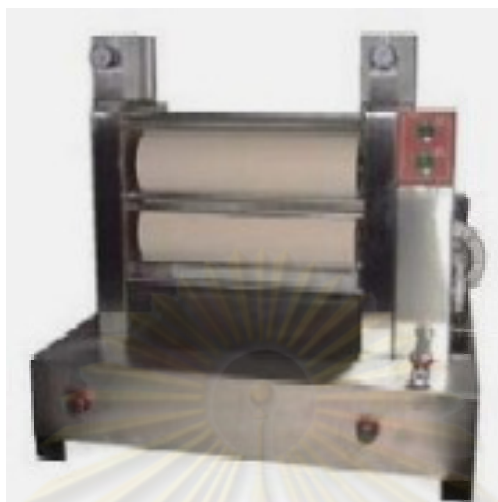


รูปที่ 4.2.1 เครื่องชั่งแบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง

จากรูปที่ 4.2.1 แสดงถึงเครื่องชั่งน้ำหนักแบบ 4 ตำแหน่งใช้เพื่อชั่งน้ำหนักผ้าก่อนและ
หลังการทำผ้าเป็อนเลือดและการฟอกขาว เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเลือดที่ถูกกำจัดและ
ปริมาณของเส้นใยผ้าที่ถูกทำลาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 เครื่องแพดผ้า (Padding machine or padder)



รูปที่ 4.2.2 เครื่องแพดผ้า

จากรูปที่ 4.2.2 แสดงถึงเครื่องแพดผ้า เพื่อใช้บีบอัดผ้าผ้าเบื่อนเลือดสำหรับใช้เป็นผ้าสกปรกที่ต้องการกำจัดเลือดออกโดยการฟอกขาว โดยเครื่องแพดผ้านี้สามารถปรับน้ำหนักของการบีบอัดได้การใช้แรงดันจากปั้มลม จากการทดลองเครื่องแพดผ้าถูกปรับสามารถบีบอัดผ้าโดยให้เลือดสารละลายของเลือดมาเกาะหรือซึมอยู่บนผ้าฝ้ายได้ประมาณ

4.2.3 เครื่องฟอกผ้าหรือย้อมผ้า (Bleaching or Dyer machine)



รูปที่ 4.2.3.1 ตัวเครื่องด้านหน้าของเครื่องฟอกผ้าหรือเครื่องย้อมผ้า



รูปที่ 4.2.3.2 ลักษณะภายในของเครื่องฟอกผ้า



รูปที่ 4.2.3.3 กระบอกที่สำหรับใส่ผ้าเพื่อนำไปใส่ในเครื่องฟอกผ้าอีกครั้ง

จากรูปที่ 4.2.3.1 – 4.2.3.3 แสดงถึงเครื่องฟอกผ้าหรือเครื่องย้อมผ้าและอุปกรณ์อื่นๆ โดยเครื่องมีขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้เฉพาะในห้องทดลองเท่านั้น ซึ่งเครื่องฟอกผ้าจะใช้เพื่อทำการฟอกผ้าที่ปนเปื้อนเลือด โดยสามารถปรับอุณหภูมิได้ในระดับ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลาได้ตั้งแต่ 0 – 60 นาที ซึ่งจากการทดลองอุณหภูมิและเวลาที่ทดลองคือ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที

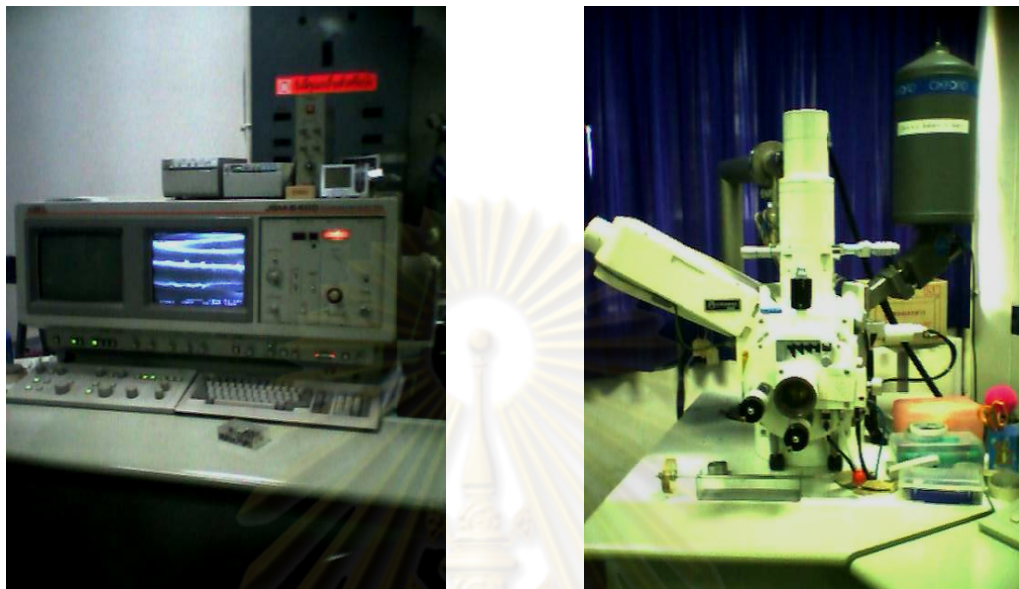
4.2.4 เครื่องอบผ้า (Stenter machine)



รูปที่ 4.2.4 เครื่องอบผ้า

จากรูปที่ 4.2.4 แสดงถึงเครื่องอบผ้า เพื่อใช้สำหรับอบผ้าให้แห้ง เนื่องจากหลังจากการทำผ้าสกปรกโดยการจุ่มในสารละลายเลือดและถูกบีบอัดด้วยเครื่องแพดผ้าแล้วจึงนำมาเข้าเครื่องอบผ้าหรือหลังจากขั้นตอนการฟอกขาว โดยเครื่องอบผ้าสามารถตั้งอุณหภูมิและเวลาได้ตั้งแต่ 40 – 220 องศาเซลเซียส และ 1 – 30 นาที ตามลำดับ แต่จากการทดลองอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำให้ผ้าแห้ง คือ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที

4.2.5 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง (Scanning electron microscopy: SEM)



รูปที่ 4.2.5 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง

จากรูปที่ 4.2.5 แสดงถึงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดูลักษณะโครงสร้างของเส้นใยหรือผ้าฝ้ายที่ถูกทำลาย เนื่องจากผ่านการฟอกขาวเพื่อกำจัดเลือดที่เป็นอยู่บนผ้า

4.2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการไตเตรต

4.2.6.1 Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

4.2.6.2 Beaker ขนาด 250 มิลลิลิตร

4.2.6.3 Erlenmeyer flash ขนาด 250 มิลลิลิตร

4.2.6.4 Buret ขนาด 25 มิลลิลิตร

4.2.6.5 Pipettes ขนาด 10 และ 25 มิลลิลิตร

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 การทำผ้าเปื้อนเลือด (Blood stained fabric) นำผ้าฝ้ายประมาณ 5.000 กรัมจุ่มลงในสารละลายเลือด 3 % แล้วนำไปเข้าเครื่องแล้วนำไปเข้าเครื่องแพดผ้าเพื่อให้เลือดติดบนผ้าประมาณ 1% แล้วนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง Stenter machine โดยใช้อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

4.3.2 การหาปริมาณผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้สารฟอก เปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite) โดยนำผ้าฝ้ายประมาณ 5.000 กรัม มาฟอกด้วย 0.25 มิลลิลิตรของสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิด (4% solution) และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (5.5% solution) ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร หรือ 0.5% ที่ pH 5, 8, 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที

4.3.3 การหาปริมาณของเลือดที่กำจัด (% Blood removal) โดยใช้สารฟอก เปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite) โดยนำผ้าฝ้ายที่เปื้อนเลือดมาฟอกด้วย 0.25 มิลลิลิตร ของสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิด (4% solution) และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (5.5% solution) ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร หรือ 0.5 % ที่ pH 5, 8, 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส และ ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ เพื่อหาปริมาณเลือดที่กำจัดได้

4.3.4 การหาปริมาณของเปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) (mol/l) ที่เพิ่มขึ้นและลดลง โดยทำการไตเตรตหาปริมาณของเปอร์อะซิติก แอซิดในขั้นตอนการฟอกผ้าเปื้อนเลือด โดยใช้ 0.50 % สารละลายเปอร์อะซิติก แอซิด เพื่อหา อุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดและการสลายตัวของเปอร์อะซิติก แอซิด

4.3.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ส่งผลต่อการทำลายเส้นใยผ้า โดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นใยผ้าที่ถูกทำลาย

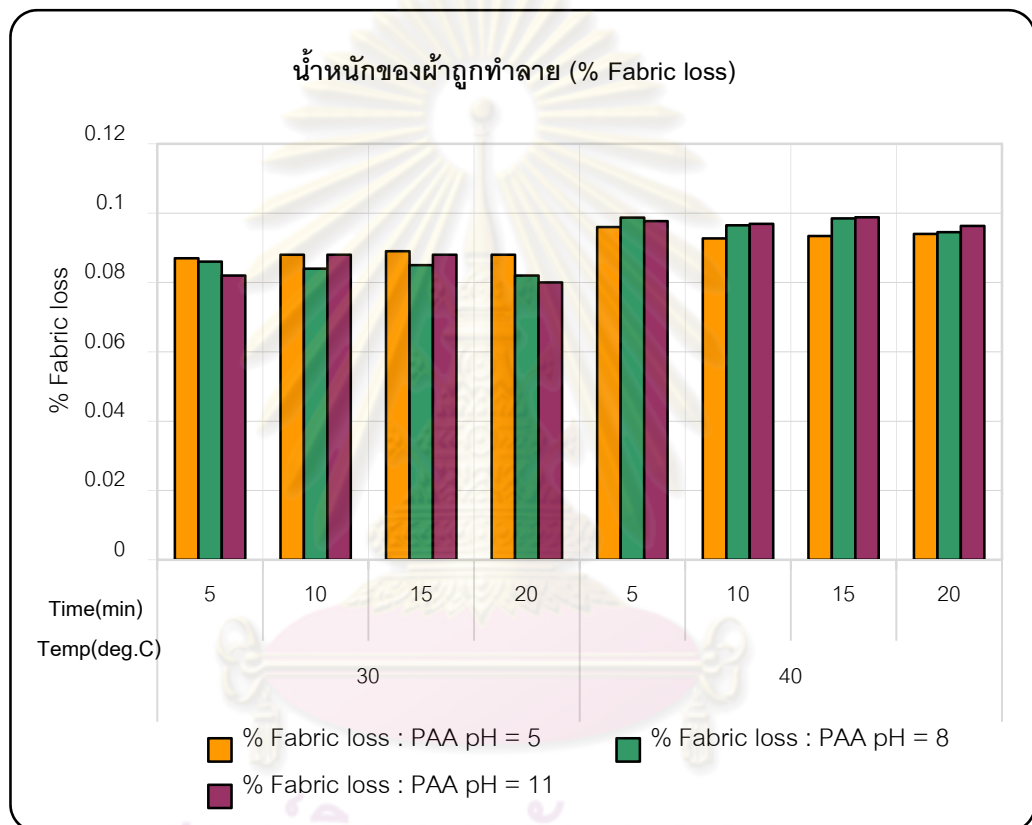


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

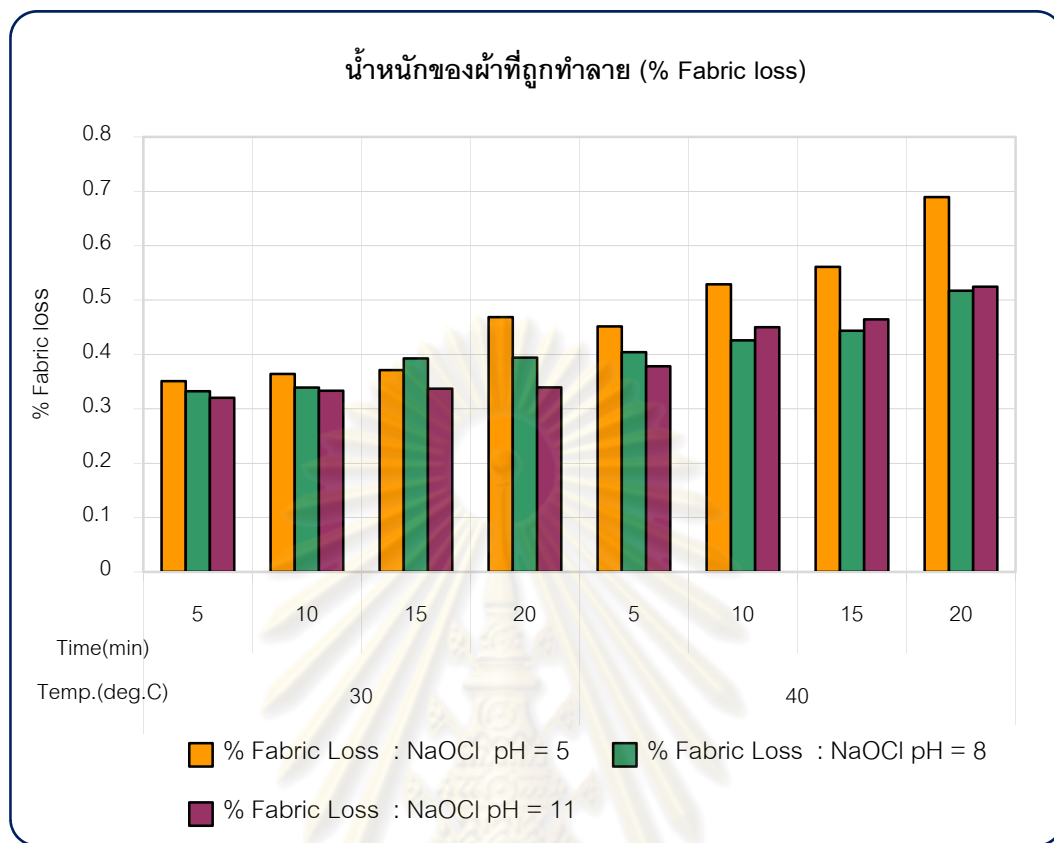
ผลการทดลองและวิเคราะห์

5.1 ปริมาณของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้สารฟอก เปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) และ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite)



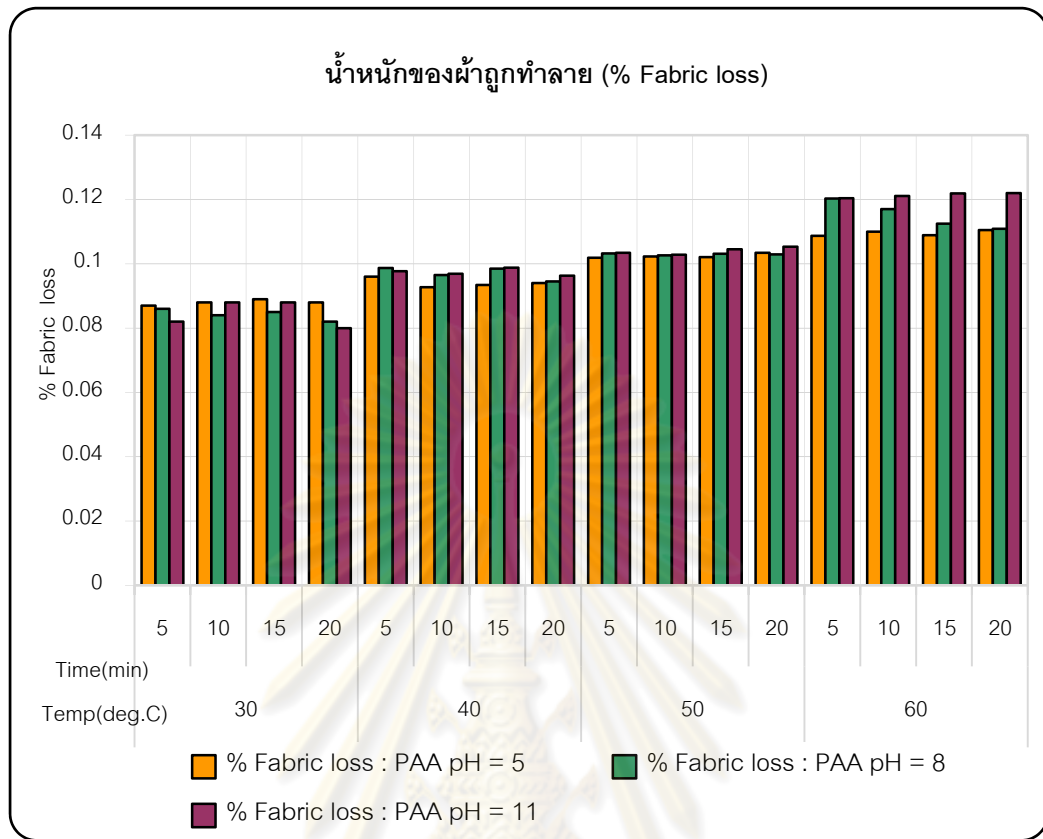
รูปที่ 5.1.1 แสดงน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอกที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.1.1 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้สารฟอกเปอร์อะซิติก แอซิดที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้เปอร์อะซิติก แอซิด เป็นสารฟอก ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและค่า pH 5 จะทำลายเส้นใยผ้ามากกว่าค่า pH อื่นๆ แต่ ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสและค่า pH 11 จะทำลายเส้นใยผ้ามากกว่าค่า pH อื่นๆ



รูปที่ 5.1.2 แสดงน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการฟอกที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.1.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้สารฟอกโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อใช้สารฟอกโซเดียมไฮโปคลอไรต์ พบว่า ทั้งอุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียสและค่า pH 5 จะส่งผลต่อการทำลายเส้นใยมากกว่าค่า pH อื่นๆ

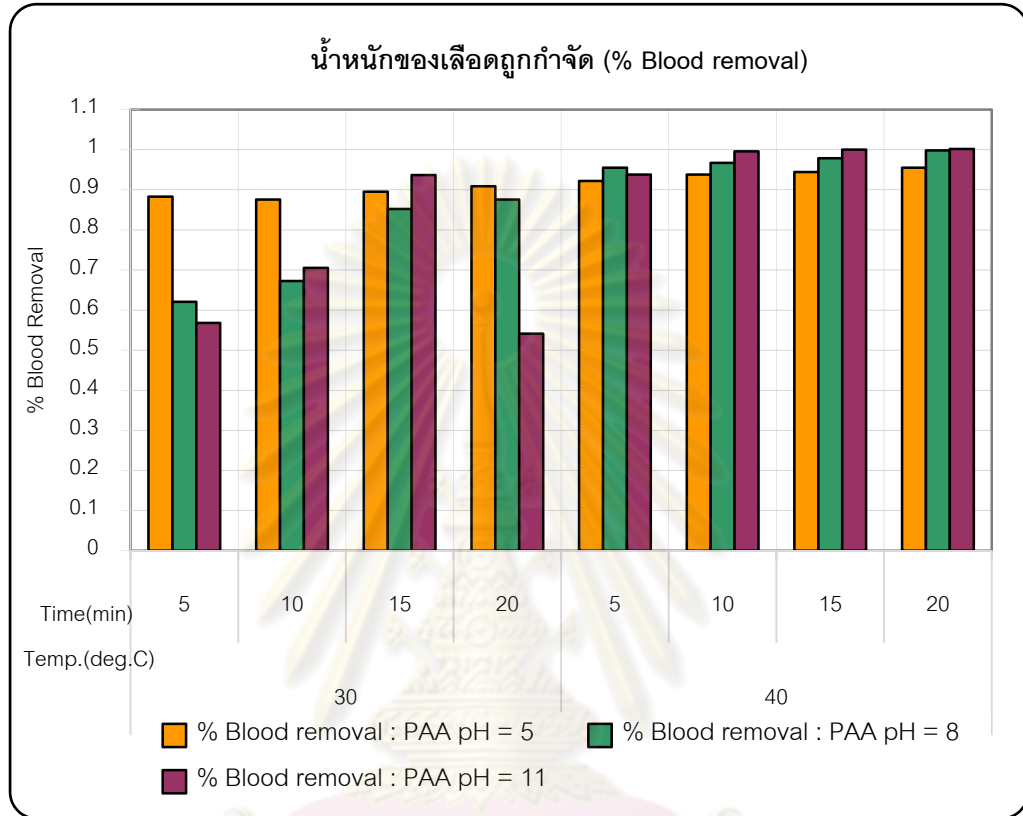


รูปที่ 5.1.3 แสดงน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอกที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.1.3 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric loss) โดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิดที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเส้นใยผ้าฝ้ายก็ถูกทำลายมากขึ้น

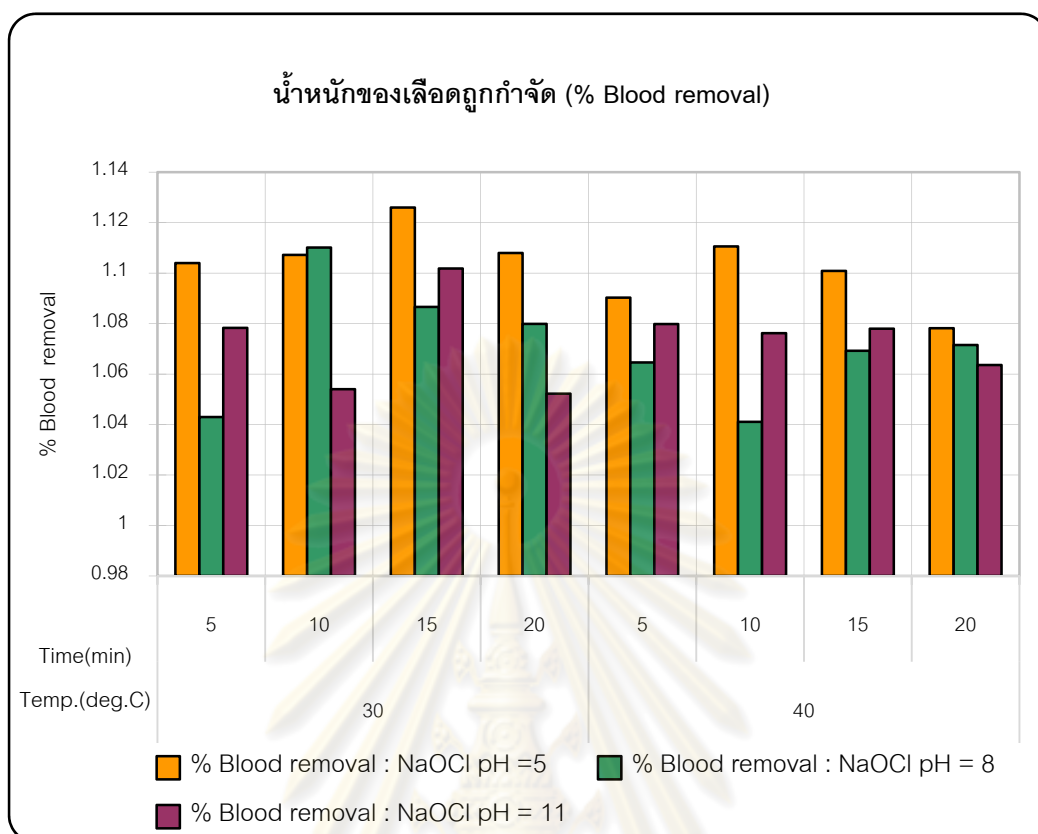
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ปริมาณของเลือดที่ถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้สารฟอก เปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) และ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite)



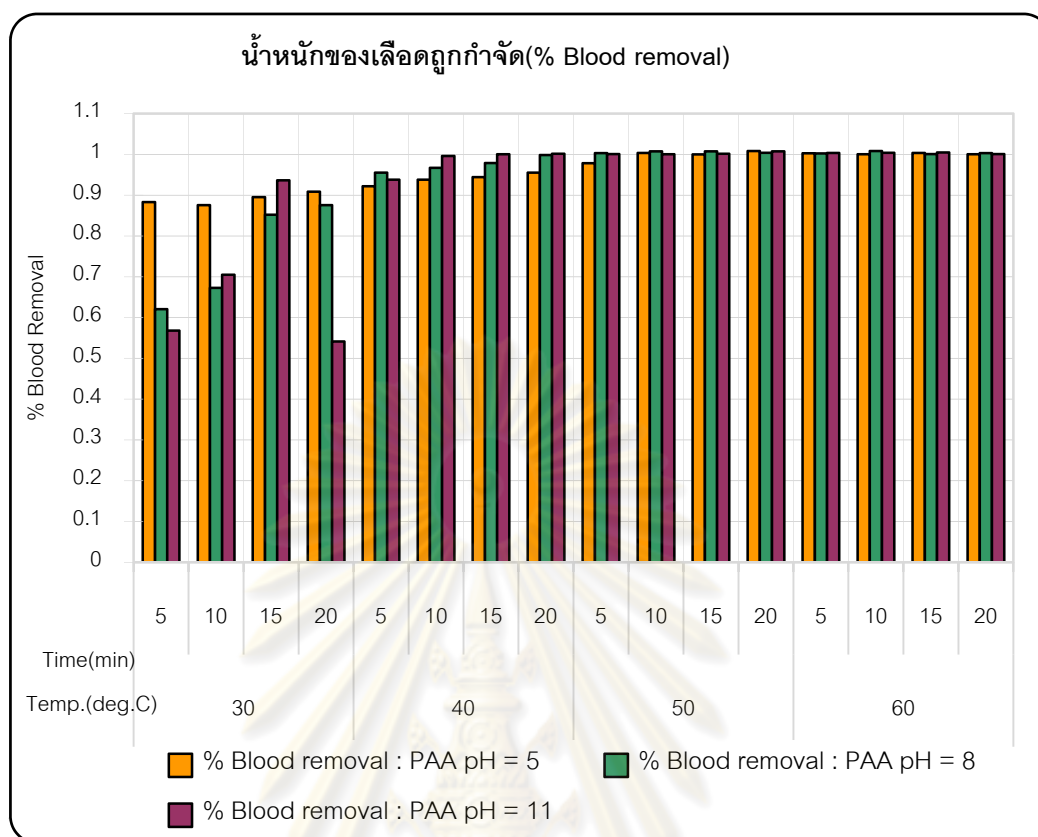
รูปที่ 5.2.1 แสดงน้ำหนักของเลือดถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้ เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอก ที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2.2 แสดงน้ำหนักของเลือดถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการฟอก ที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.2.1 และ 5.2.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเลือดที่ถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้สารฟอก เบอริอะซิติค แอซิดและโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้สารฟอกเบอริอะซิติค แอซิด ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและค่า pH 5 คว้าเลือดจะถูกกำจัดได้มากที่สุด แต่ที่อุณหภูมิอื่นๆ ค่า pH 11 จะกำจัดเลือดได้มากกว่า ส่วนการใช้สารฟอก โซเดียมไฮโปคลอไรต์ พบว่า ที่ pH 5 ณ อุณหภูมิต่างๆกัน ปริมาณคราบเลือดบนผ้าจะถูกกำจัดได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับค่า pH อื่นๆ



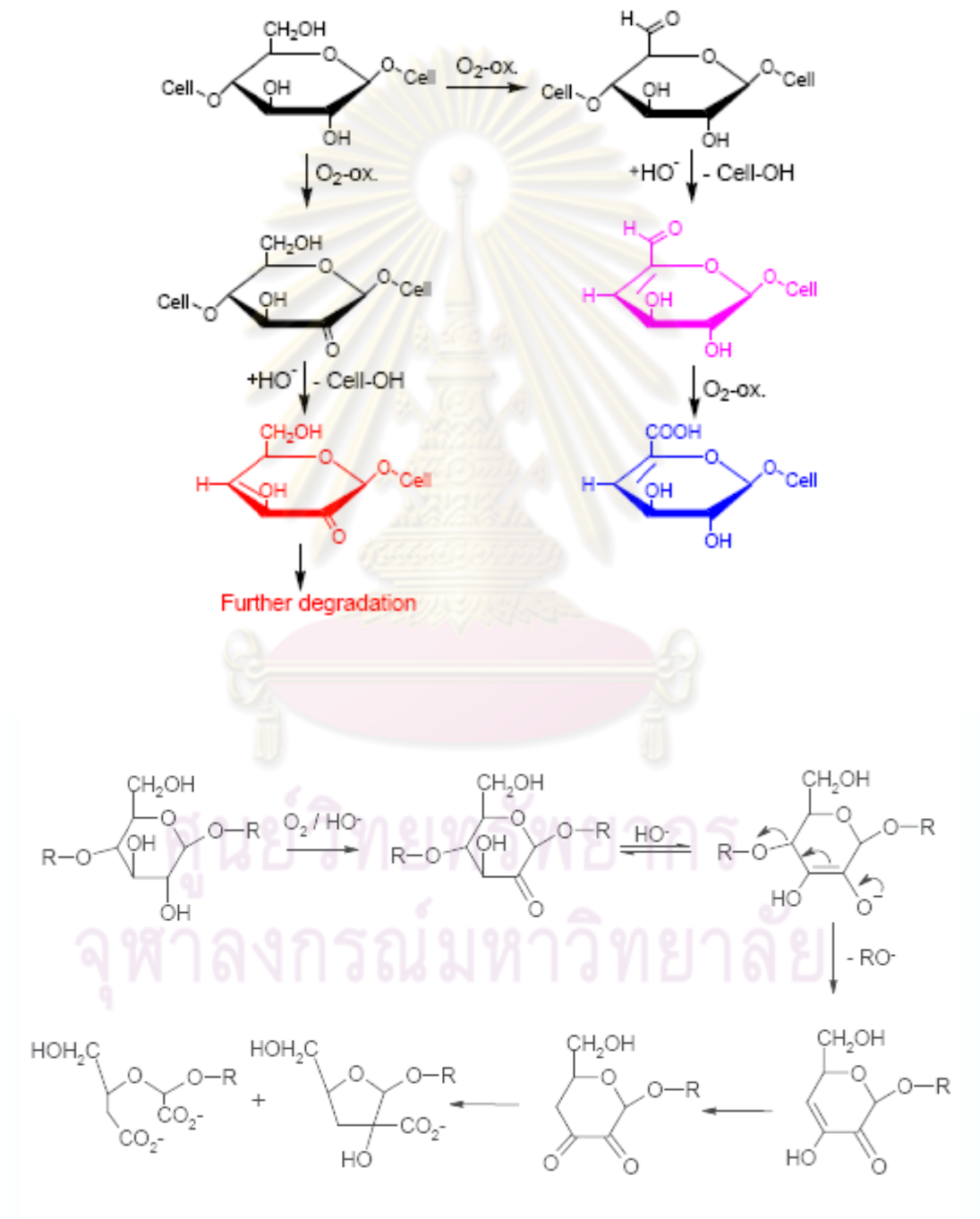
รูปที่ 5.2.3 แสดงน้ำหนักของเลือดถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้ เปอร์อะซิติก แอซิดในการฟอก ที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.2.3 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเลือดที่ถูกกำจัด (% Blood removal) โดยใช้เปอร์อะซิติก แอซิดที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณเลือดสามารถถูกกำจัดได้มากขึ้น

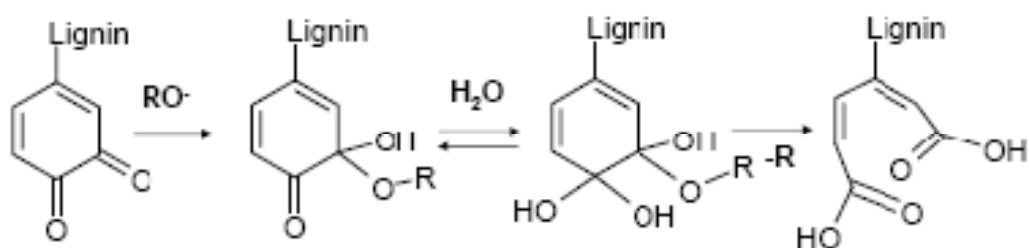
สรุปได้ว่าน้ำหนักของเส้นใยหรือผ้าฝ้ายที่ถูกทำลายและน้ำหนักของเลือดบนผ้าที่ถูกกำจัดได้มากที่สุดที่ pH 5 ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ pH 11 ณ อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เปอร์อะซิติก แอซิด ในการฟอก โดยผ้าหรือเส้นใยที่เป็นเซลลูโลสถูกทำลาย (Cellulose degradation) เพราะความยาวของเส้นใยสั้นลง เนื่องจากเปอร์ไฮดรอกซิล ไอออน (Perhydroxyl ions : CH_3COO^-) ในสมการที่ (5.1) [39] ทำปฏิกิริยากลุ่มไฮดรอกซิล (-OH) ที่อยู่ในโครงสร้างของเซลลูโลส (cellulose) หรือ ลิกนิน (lignin) และเปลี่ยนไปเป็นกลุ่มของคาร์บอกซิล (Carboxyl group : $-\text{C}=\text{OOH}$) และอัลดีไฮด์ (Aldehyde group : $-\text{C}=\text{OH}$) แทนจึงส่งผลทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงน้อยลง (Tensile strength loss) [23] ดังรูปที่ 5.2.4 -5.2.5



CH_3COO^* = Peroxyhydroxyl ion, OH^* = Hydroxyl ion ซึ่งทั้งสองตัวเป็น free radicals = RO^\cdot ที่เกิดขึ้นระหว่างเกิดปฏิกิริยาการฟอกและส่งผลต่อการเกิด Depolymerisation cotton [40]

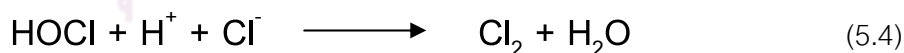


รูปที่ 5.2.4 แสดงการเกิดปฏิกิริยา Depolymerisation cotton [41]



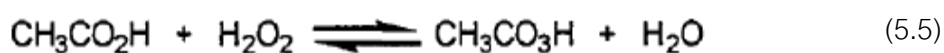
รูปที่ 5.2.5 แสดงการเกิดปฏิกิริยา Reaction of nucleophilic bleaching agent [41]

ส่วนการใช้สารฟอกประเภท โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ที่ pH 5 ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียสจะส่งผลต่อการทำลายเส้นใยและกำจัดเลือดได้มากที่สุด โดยผ้าหรือเส้นใยที่เป็นเซลลูโลสถูกทำลาย (Cellulose degradation) เพราะความยาวของเส้นใยสั้นลง เนื่องจากโซเดียมไฮโปคลอไรต์เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสแล้วจะได้กรดไฮโปคลอรัสตั้งสมการที่ (5.2) [3] และกรดไฮโปคลอรัสจะไม่เสถียรจึงเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสต่อไปและทำให้เกิด ClO^- radicals ตั้งสมการที่ (5.3) [41] ส่วนในสภาวะที่สารละลายมีค่า pH เป็นกรดโดยมีการเติมกรดลงไป ทำให้กรดไฮโปคลอรัสทำปฏิกิริยากับกรดจนเกิดเป็นคลอรีนอิสระตั้งสมการที่ (5.4) [3] จึงส่งผลทำให้ ClO^- และ Cl^- radicals ทำปฏิกิริยากับกลุ่มไฮดรอกซิล (-OH) ที่อยู่ในโครงสร้างของเซลลูโลส (cellulose) หรือ ลิกนิน (lignin) ให้เปลี่ยนไปเป็นกลุ่มของคาร์บอกซิล (Carboxyl group : $-\text{C}=\text{OOH}$) และอัลดีไฮด์ (Aldehyde group : $-\text{C}=\text{OH}$) ส่งผลทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงน้อยลง (Tensile Strength Loss) ดังรูปที่ 5.2.5 เช่นเดียวกับการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดเป็นสารฟอก

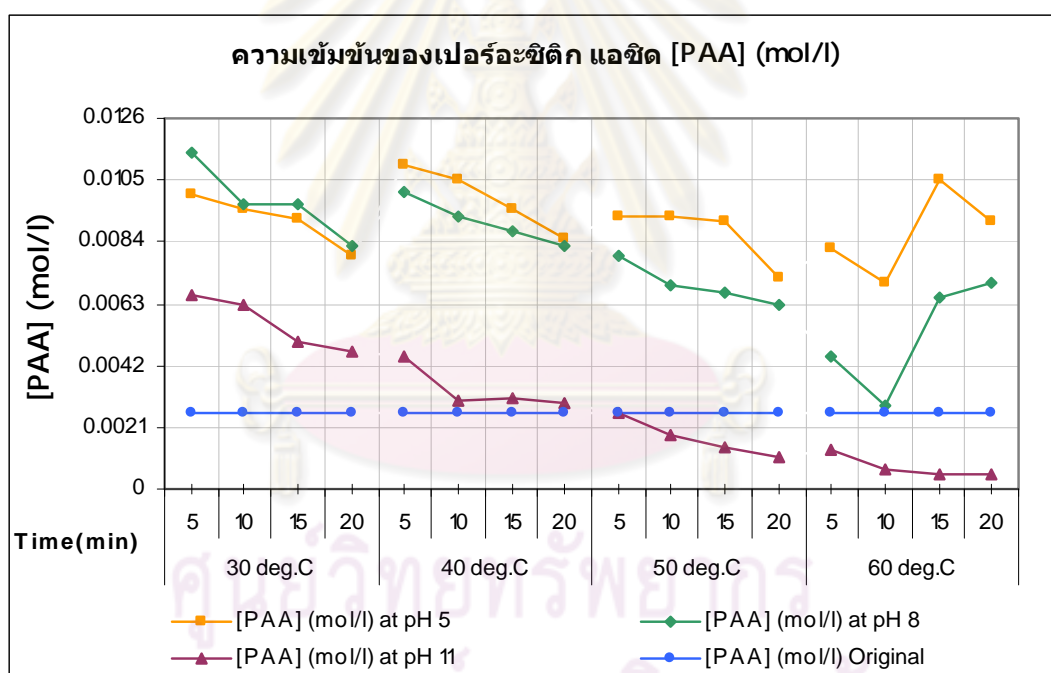


5.3 ปริมาณของเปอร์อะซิติก แอซิด (Peracetic acid) (mol/l) ที่เพิ่มขึ้นและลดลง

การผลิตเปอร์อะซิติก แอซิด โดยใช้ อะซิติกแอซิดทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ โดยมี ซัลฟูริก แอซิดเป็นคะตาลิสต์ดังสมการที่ 5.5 [7]



จากสมการที่ 1 เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้แบบสมดุล (Reverse equilibrium) ซึ่งเมื่อปฏิกิริยาเกิดไปข้างหน้า จะได้เปอร์อะซิติก แอซิดเพิ่มขึ้น แต่ถ้าปฏิกิริยาเกิดย้อนกลับ เปอร์อะซิติก แอซิดจะลดลง ดังรูปที่ 5.3.1



รูปที่ 5.3.1 แสดงความเข้มข้นของเปอร์อะซิติก แอซิด (mol/l) ที่ pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.3.1 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเปอร์อะซิติก แอซิด (mol/l) กับอุณหภูมิและค่า pH ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อัตราการสลายตัวของสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิดจะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงประมาณ 40 – 50 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 11 จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดการผันกลับและมีความสอดคล้องกับความเข้มข้นของสารละลาย เปอร์อะซิติก แอซิดที่ลดน้อยลง เนื่องจากสารละลายเปอร์อะซิติก แอซิดดังกล่าวถูกนำไปใช้ในการ ฟอกหรือกำจัดเลือดบนเส้นใยผ้า

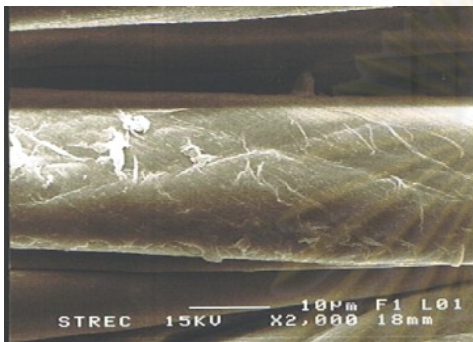
จากการทดลองทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัย สำคัญสำหรับการฟอกหรือการกำจัดเลือดบนผ้าและเส้นใยถูกทำลาย โดยที่ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะ ส่งผลทำให้การฟอกหรือการกำจัดคราบเลือดและเส้นใยถูกทำลายมากขึ้นเช่นเดียวกันไม่ว่าจะใช้ สารฟอกประเภท โซเดียมไฮโปคลอไรต์ หรือ เปอร์อะซิติก แอซิด ก็ตาม แต่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ต่างกันจะส่งผลต่อการฟอกหรือการกำจัดคราบเลือดและเส้นใยถูกทำลายที่แตกต่างกัน ด้วย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติและค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ส่งผลต่อการทำลายเส้นใย

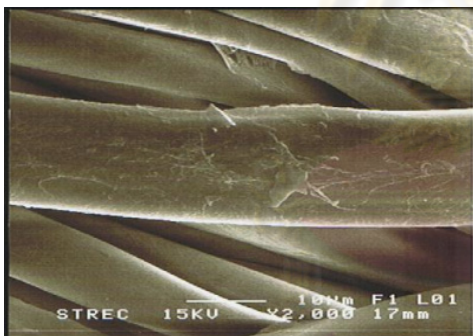
จากการทดลองสามารถดูลักษณะของเส้นใย(ทั้งยังไม่ผ่านการเปื้อนเลือดและผ่านการเปื้อนเลือด) ที่ถูกทำลายโดยใช้สารฟอกโซเดียมไฮโปคลอไรต์และเปอร์อะซิติก แอซิด ที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 และที่เวลา 20 นาที โดยการใช้อุปกรณ์จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง (Scanning Electron Microscopy: SEM) ดังรูปที่ 5.4 (a) - (x)



(a) pH 5 , 30 °C : NaOCl



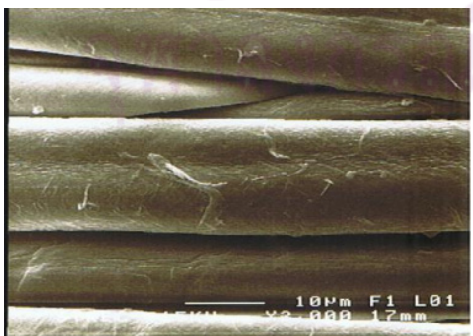
(b) pH 5 , 40 °C : NaOCl



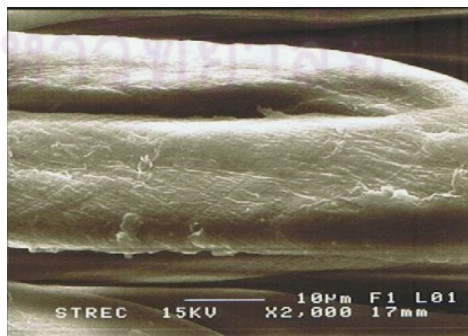
(c) pH 8 , 30 °C: NaOCl



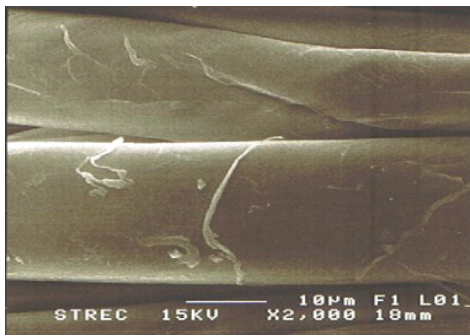
(d) pH 8 , 40 °C: NaOCl



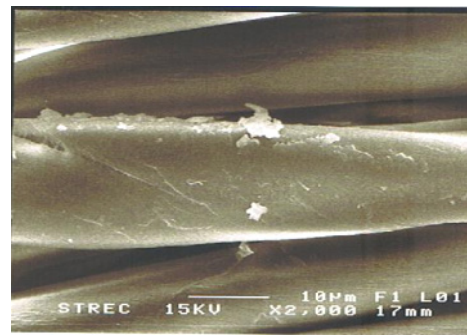
(e) pH 11 , 30 °C: NaOCl



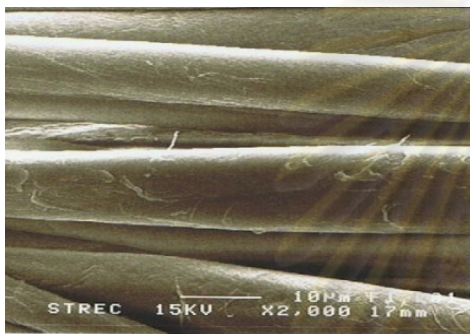
(f) pH 11 , 40 °C: NaOCl



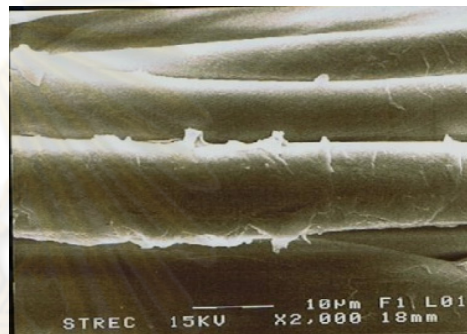
(g) pH 5 , 30 °C: PAA



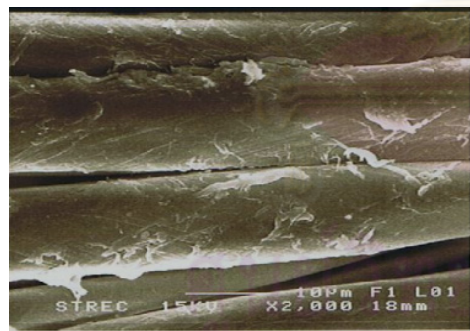
(h) pH 5 , 40 °C: PAA



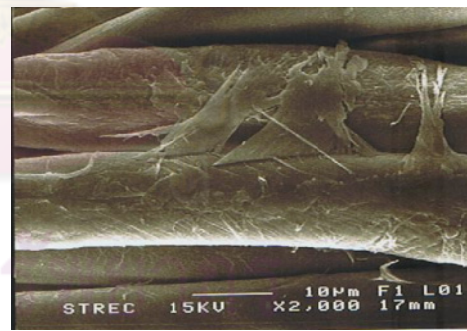
(i) pH 8 , 30 °C: PAA



(j) pH 8 , 40 °C: PAA

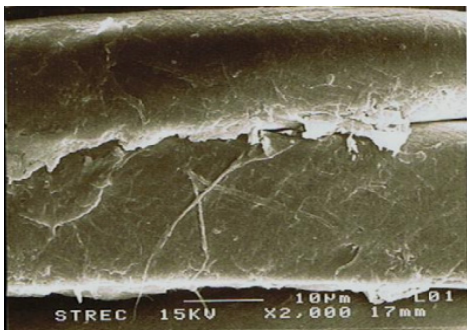


(k) pH 11 , 30 °C: PAA

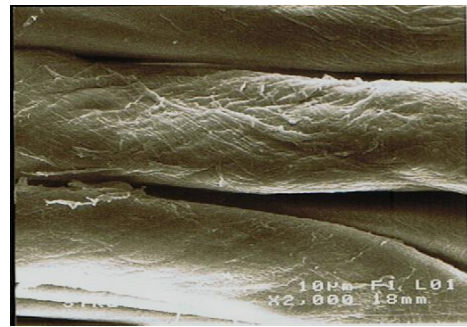


(l) pH 11 , 40 °C: PAA

รูปที่ 5.4 (a) – (l) แสดงลักษณะของเส้นใย (ไม่ผ่านการเป็อนเลือด) ที่ถูกทำลาย ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ที่เวลา 20 นาที



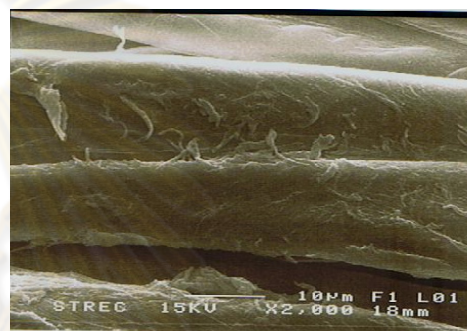
(m) pH 5 , 30 °C: NaOCl + Blood



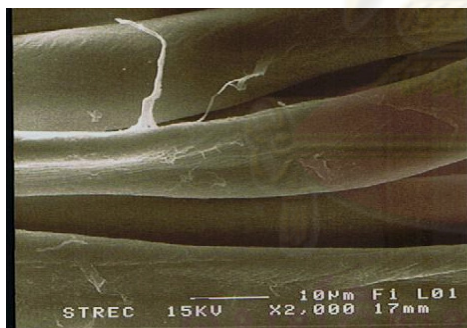
(n) pH 5 , 40 °C: NaOCl + Blood



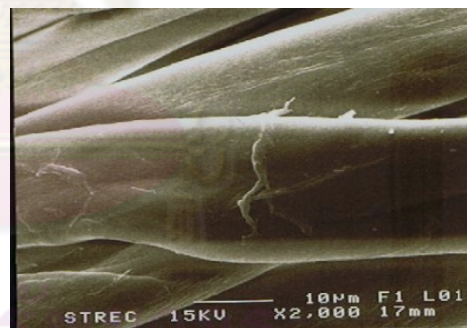
(o) pH 8 , 30 °C: NaOCl + Blood



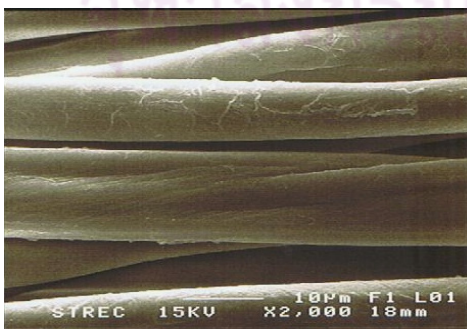
(p) pH 8 , 40 °C: NaOCl + Blood



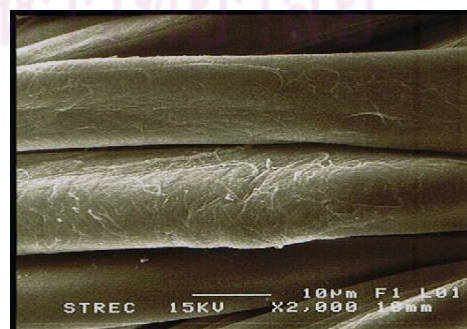
(q) pH 11 , 30 °C: NaOCl + Blood



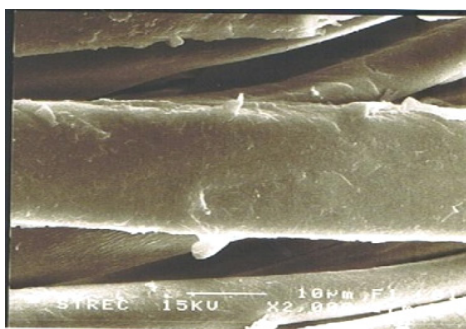
(r) pH 11 , 40 °C: NaOCl + Blood



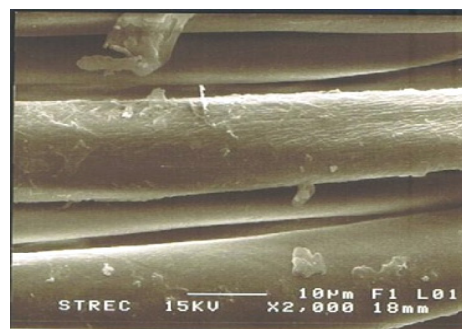
(s) pH 5 , 30 °C: PAA + Blood



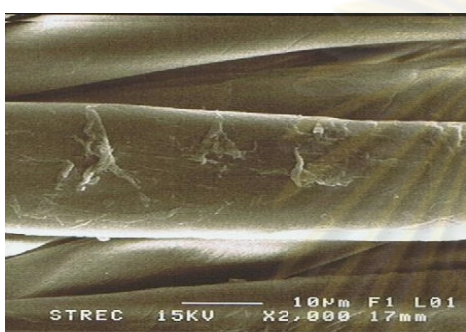
(t) pH 5 , 40 °C: PAA + Blood



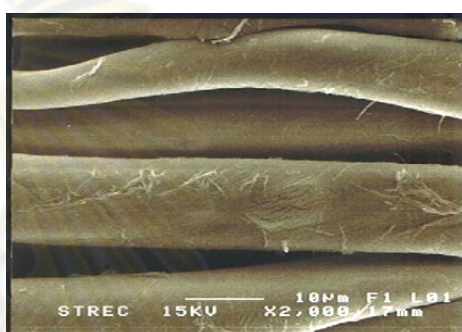
(u) pH 8 , 30 °C: PAA + Blood



(v) pH 8 , 40 °C: PAA + Blood



(w) pH 11 , 30 °C: PAA + Blood



(x) pH 11 , 40 °C: PAA + Blood

รูปที่ 5.4 (m) – (x) แสดงลักษณะเลือดบนเส้นใยที่ถูกกำจัด ณ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ที่เวลา 20 นาที

จากรูปที่ 5.4 (a) – (x) แสดงให้เห็นว่า การฟอกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ที่ pH 5 และ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสจะทำลายเส้นใยและสามารถกำจัดเลือดได้มากกว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและ pH 8 และ 11 ส่วนถ้าใช้เปอร์อะซิดิก แอซิดเป็นสารฟอก พบว่า ที่ pH 11 และ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสจะส่งผลต่อการทำลายเส้นใยและกำจัดเลือดได้มากกว่าอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและ pH 5 และ 8 เช่นเดียวกัน

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การใช้สารฟอกเปอร์อะซิติก แอซิด ที่ความเข้มข้น 0.50 % ค่า pH 5, 8 และ 11 ณ อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า ค่า pH และอุณหภูมิ มีผลต่อการกำจัดเลือดบนผ้าและการถูกทำลายของเส้นใย โดยเฉพาะที่ pH 11 สามารถกำจัดเลือดบนผ้าได้มากที่สุด แต่ปริมาณเส้นใยผ้าก็ถูกทำลายมากที่สุดเช่นกัน ส่วนที่อุณหภูมิห้องหรือประมาณ 30 และ 40 องศาเซลเซียส สารฟอก เปอร์อะซิติก แอซิดสามารถขจัดคราบเลือดได้เช่นเดียวกันแต่ประสิทธิภาพจะต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ส่วนการถูกทำลายของเส้นใยผ้าพบว่าการใช้เปอร์อะซิติก แอซิด จะส่งผลต่อเส้นใยผ้าถูกทำลายน้อยกว่า ซึ่งจะเป็นการช่วยยืดอายุของเส้นใยผ้าให้ใช้งานได้ยาวนานขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ควรจะมีการกระตุ้นหรือการรณรงค์ในการใช้เปอร์อะซิติก แอซิดมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าประเภทสารฟอกแทนการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์โดยเฉพาะในส่วนของภาคครัวเรือนให้มากขึ้น เนื่องจากเปอร์อะซิติก แอซิด เป็นสารอินทรีย์ ย่อยสลายตามธรรมชาติได้ง่าย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และไม่เป็นสารที่ก่อมะเร็ง

6.2.2 การทดลองในครั้งต่อไปควรจะทำกรทดลองกับผ้ามาตรฐาน (EMPA) ที่มีเส้นใยหลายประเภทรวมกันขึ้นเช่นเดียวกัน เพื่อจะได้เปรียบเทียบว่า การฟอกขาวด้วยสารฟอกประเภทเปอร์อะซิติก แอซิด กับเส้นใยชนิดใด สามารถฟอกหรือกำจัดเลือดได้มากกว่า

6.2.3 ควรจะมีการศึกษาในเรื่องของการนำเปอร์อะซิติก แอซิดไปใช้ในอุตสาหกรรมว่ามีผลกระทบอย่างไรต่อผู้ใช้ในด้านการระคายเคืองต่อผิว การสูดดม ในระยะยาว

รายการอ้างอิง

- [1] Wikimedia Foundation, Inc., 2007. Sodium Hypochlorite [Online]. Available from:
http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_hypochlorite
- [2] Wikimedia Foundation, Inc., 2007. Bleach [Online]. Available from:
<http://www.answer.com/topic/bleach>
- [3] เกษม พิพัฒน์ปัญญาคุณกุล. (2537). การควบคุมคุณภาพงานเตรียมสิ่งทอ เพื่อการย้อมพิมพ์. โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สหประชาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [4] Ramachandran, T. 2008. Novel Trends in Textile Wet Processing. IE(I) Journal-IX 89 (August 2008): 3-10.
- [5] Wikimedia Foundation, Inc., 2007. Peracetic acid [Online]. Available from:
http://en.wikipedia.org/wiki/Peracetic_acid
- [6] Charies L Riggs. (1990). Textile Laundering Technology. Textile Rental Services Association of America,
- [7] Zhirun Yuan. 1997. Peracetic Acid Brightening of Softwood Kraft Pulp. A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. M.Sc.Eng. Nanjing Forestry University.
- [8] Nexo, E. 1981. Hypochlorite, 4-5% is it dangerous? Ten years inquiries to the poison information center. Ugeskrift for Laeger 143: 2521-2524.
- [9] Moldenius. 1982. Kenetic Models for Hydrogen peroxide Bleaching of Mechanical Pulps. Journal of Wood Chemistry and Technology 2: 447-471.
- [10] Mohamed. 1983. Effect of peracetic acid, sodium hydroxide and phosphoric

acid on cellulosic materials as a pretreatment for enzymatic hydrolysis.
Enzyme Microb. Technol 5: 421-424.

- [11] Sukumar. 1987. Kinetics of Bleaching Agent Decomposition in A Single-Stage Preparatory Process. Part II: Sodium Hypochlorite Bleaching. Textile Research Journal 57 (February 1987): 105-109.
- [12] Pandey, S. 1992. Recent developments in bleaching of jute and allied fibres. Colourage 39: 57-61.
- [13] Steiner. 1995. Evaluation of peracetic acid as an environmentally safe alternative for hypochlorite. Textile Chemist and Colorist 27: 29-32.
- [14] Calis, S. 1996. Disinfection action of hypochlorite solutions. Sendrom 8: 102-109.
- [15] Liebergott, N. 1996. Peracid delignification and bleaching of chemical pulp part II: Oxidation. Pulp and Paper Canada 97(March 1996): 73-76.
- [16] Moses, J. J. 1997. Treatment of peracetic acid (PAA) on cotton and dyeing. Colourage 44: 19-22.
- [17] Yuan. 1997. Kinetic of the Peracetic Acid Decomposition Part I: Spontaneous Decomposition at Typical Pulp Bleaching Conditions. Canadian Journal or Chemical Engineering 75: 42-47.
- [18] Yuan. 1997. Kinetic of the Peracetic Acid Decomposition Part II: pH Effect and Alkaline Hydrolysis. Canadian Journal or Chemical Engineering 75: 42-47.
- [19] Cheng, K. M. 1998. An improvement in effluent disposal with emphasis on cotton pretreatment processes. Textile Chemist and Colorist 30 (March 1998): 15-21.

- [20] Hashem, M. M. 1999. Low temperature bleaching of flax fibres with peracetic acid. Journal of the Textile Association 60: 55-61.
- [21] Chattopadhyay, D. 1999. Sequential bleaching of jute with eco-friendly peracetic acid and hydrogen peroxide. Indian Journal of Fiber and Textile Research 24 (June 1999): 120-125.
- [22] Wutzler, P. 2000. Virucidal efficacy of a combination of 0.2% peracetic acid and 80% (v/v) ethanol (PAA-ethanol) as a potential hand disinfectant. Journal of Hospital Infection 46: 304-308.
- [23] Prabakaran, M. 2000. Process Optimization in Peracetic Acid Bleaching of Cotton. Textile Research Journal 70: 657-661.
- [24] Sojka-Ledakowicz. 2001. The possibility of bleaching cotton fabric with peracetic acid. Fibres and Textile in Eastern Europe 9 (October 2001): 50-54.
- [25] Brasileiro, L. B. 2001. The use of peracetics in delignification and cellulose pulp bleaching. Quimica Nova 24 (November 2001): 819-829.
- [26] Kunigk, L. 2001. The influence of temperature on the decomposition kinetics of peracetic acid in solutions. Brazilian Journal of Chemical Engineering 18.
- [27] Kohitsuka, T. 2002. Foundation of recycled pulp bleaching technology. Kami Pa Gikyoshi/Japan Tappi Journal 56 (July 2002): 39-51.
- [28] Chattopadhyay, D. 2003. In-situ peracetic acid bleaching of jute. Indian Journal of Fibre and Textile Research 28 (December 2003): 456-461.
- [29] Kampf, G. 2004. Surface fixation of dried blood by glutaraldehyde and peracetic acid. Journal of Hospital infection 57: 139-143.
- [30] Pettas, I. A. 2004. Simultaneous spectra-kinetic determination of peracetic acid

and hydrogen peroxide in a brewery cleaning-in-place disinfection process. Analytica Chimica Acta 522 (2004): 275-280.

- [31] Koivunen, J. 2005. Peracetic acid (PAA) disinfection of primary, secondary and tertiary treated municipal wastewaters. Water Research 39 (2005): 4445-4453.
- [32] Pavla Krizman. 2005. Bleaching of cotton fabric with peracetic acid in the presence of different activators. Coloration Technology 121 (2005): 304-309.
- [33] Pardeshi, P. D. 2006. Recent development in bleaching of cotton. Colourage 53 (March 2006): 41-48.
- [34] Pusic, T. 2007. Investigation of bleach active compounds in washing bath. Tekstil 56 (July 2007): 407-417.
- [35] Xuebing Zhao. 2007. Preparation of peracetic acid from hydrogen peroxide Part I: Kinetics for peracetic acid synthesis and hydrolysis. Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 271 (2007): 246-252.
- [36] Jimenez, L. 2008. Bleaching of soda pulp of fibres of *Musa textilis* nee (abaca) with peracetic acid. Bioresource Technology 99 (2008): 1474-1480.
- [37] Pongsatorn Chaivichai. 2008. Process parameters affecting the kinetics of eucalyptus kraft pulp delignification with peroxyacetic acid. Thesis. Pulp and Paper Technology, Chemical Unit and Thermodynamics Research Group, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, Thailand.
- [38] Zhao Xue-bing. 2008. Preparation of Peracetic Acid from Acetic Acid and Hydrogen Peroxide: Experimentation and Modeling. The Chinese Journal of Process Engineering 8 (Feb 2008): 35-41.

- [39] Christopher M. Pastore and Paul Kiekens. Surface characteristics of fibers and textiles. Surfactant science series 94,
- [40] Poulakis, K., and others. 1996. Depolymerisation Cotton. Textilveredlung 31: 55.
- [41] Goran Gellerstedt. The Chemistry of bleaching and post-color formation in kraft pulps. Department of Fibre and Polymer Technology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden,



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
(ข้อมูลดิบ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่ไม่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนการฟอก (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังการฟอก (กรัม)	น้ำหนักเส้นใยถูกทำลาย (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (%Fabric Loss)
30	5	5	5.0003	4.9828	0.0176	0.3509
		10	4.9987	4.9805	0.0182	0.3641
		15	5.0036	4.9850	0.0186	0.3712
		20	5.0076	4.9841	0.0235	0.4686
	8	5	4.9940	4.9774	0.0166	0.3322
		10	5.0015	4.9845	0.0170	0.3390
		15	5.0066	4.9869	0.0197	0.3925
		20	4.9846	4.9650	0.0197	0.3941
	11	5	5.0266	5.0105	0.0161	0.3203
		10	5.0433	5.0265	0.0168	0.3332
		15	5.0324	5.0154	0.0170	0.3371
		20	5.0071	4.9901	0.0170	0.3395

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่ไม่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนการฟอก (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังการฟอก (กรัม)	น้ำหนักเส้นใยถูกทำลาย (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (%Fabric Loss)
40	5	5	5.0491	5.0263	0.0228	0.4516
		10	4.9906	4.9642	0.0264	0.5290
		15	4.9920	4.9640	0.0280	0.5609
		20	5.0491	5.0143	0.0348	0.6892
	8	5	5.0474	5.0270	0.0204	0.4042
		10	5.0496	5.0281	0.0215	0.4258
		15	5.0264	5.0041	0.0223	0.4437
		20	5.0084	4.9825	0.0259	0.5171
	11	5	4.9983	4.9794	0.0189	0.3781
		10	5.0213	4.9987	0.0226	0.4501
		15	5.0165	4.9932	0.0233	0.4645
		20	5.0140	4.9877	0.0263	0.5245

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่ไม่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนการฟอก (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังการฟอก (กรัม)	น้ำหนักเส้นใยถูกทำลาย (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (%Fabric Loss)
30	5	5	5.0010	4.9966	0.0044	0.087
		10	5.0002	4.9958	0.0044	0.088
		15	5.0000	4.9555	0.0445	0.890
		20	4.9993	4.9949	0.0044	0.088
	8	5	5.0089	5.0046	0.0043	0.086
		10	5.0003	4.9961	0.0042	0.084
		15	5.0004	4.9961	0.0043	0.085
		20	5.0007	4.9966	0.0041	0.082
	11	5	4.9929	4.9888	0.0041	0.082
		10	5.0039	4.9995	0.0044	0.088
		15	5.0009	4.9965	0.0044	0.088
		20	5.0038	4.9998	0.0040	0.080

ศูนย์วิจัยทั่วไป
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่ไม่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนการฟอก (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังการฟอก (กรัม)	น้ำหนักเส้นใยถูกทำลาย (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (%Fabric Loss)
40	5	5	5.0047	4.9999	0.0048	0.0960
		10	5.0013	4.9967	0.0046	0.0927
		15	5.0012	4.9965	0.0047	0.0934
		20	5.0039	4.9992	0.0047	0.0940
	8	5	5.0002	4.9953	0.0049	0.0987
		10	5.0017	4.9969	0.0048	0.0965
		15	5.0067	5.0018	0.0049	0.0985
		20	5.0099	5.0052	0.0047	0.0945
	11	5	5.0000	4.9951	0.0049	0.0977
		10	5.0032	4.9984	0.0048	0.0969
		15	5.0009	4.9960	0.0049	0.0988
		20	5.0540	5.0491	0.0049	0.0963

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่ไม่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนการฟอก (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังการฟอก (กรัม)	น้ำหนักเส้นใยถูกทำลาย (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (%Fabric Loss)
50	5	5	5.0064	5.0013	0.0051	0.1019
		10	5.0486	5.0434	0.0052	0.1023
		15	5.0229	5.0178	0.0051	0.1021
		20	5.0319	5.0267	0.0052	0.1034
	8	5	5.0040	4.9988	0.0052	0.1032
		10	5.0243	5.0191	0.0052	0.1026
		15	5.0162	5.0110	0.0052	0.1031
		20	4.9973	4.9922	0.0051	0.1029
	11	5	4.9998	4.9946	0.0052	0.1034
		10	4.9812	4.9761	0.0051	0.1028
		15	5.0447	5.0394	0.0053	0.1045
		20	5.0028	4.9975	0.0053	0.1053

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่ไม่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนการฟอก (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังการฟอก (กรัม)	น้ำหนักเส้นใยถูกทำลาย (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (%Fabric Loss)
60	5	5	5.0095	5.0041	0.0054	0.1087
		10	5.0274	5.0219	0.0055	0.1100
		15	5.0351	5.0296	0.0055	0.1089
		20	5.0085	5.0030	0.0055	0.1105
	8	5	5.0009	4.9949	0.0060	0.1203
		10	5.0235	5.0176	0.0059	0.1170
		15	5.0117	5.0061	0.0056	0.1125
		20	5.0260	5.0204	0.0056	0.1109
	11	5	4.9893	4.9833	0.0060	0.1204
		10	5.0241	5.0180	0.0061	0.1211
		15	5.0346	5.0285	0.0061	0.1219
		20	5.0175	5.0114	0.0061	0.1220

ศูนย์วิจัยทรัพย์สินทางปัญญา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อน เปื้อนเลือด (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลัง เปื้อนเลือด (กรัม)	ปริมาณเลือดบนผ้า (กรัม)	% เลือดบนผ้า	น้ำหนักผ้าหลังการ ฟอก (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (% Fabric Loss : Blank)	% เลือดที่กำจัดได้ + % เส้นใยถูก ทำลาย	% เลือดที่กำจัดได้ (% Blood Removal)
30	5	5	5.0028	5.0586	0.0558	1.1154	4.985	0.3509	1.4549	1.1040
		10	5.0084	5.0638	0.0554	1.1061	4.9893	0.364	1.4712	1.1072
		15	4.9868	5.0429	0.0561	1.1250	4.9674	0.3712	1.4972	1.1260
		20	4.9998	5.0552	0.0554	1.1080	4.9755	0.4686	1.5766	1.1080
	8	5	4.9994	5.0538	0.0544	1.0881	4.9843	0.3322	1.3752	1.0430
		10	5.0165	5.0722	0.0557	1.1103	4.9987	0.339	1.4491	1.1101
		15	4.996	5.0502	0.0542	1.0849	4.9755	0.3925	1.4791	1.0866
		20	5.0003	5.0542	0.0539	1.0779	4.9797	0.3941	1.4740	1.0799
	11	5	5.0225	5.0766	0.0541	1.0772	5.0056	0.3203	1.3986	1.0783
		10	5.0008	5.0535	0.0527	1.0538	4.9834	0.3332	1.3872	1.0540
		15	4.9974	5.0524	0.055	1.1006	4.9797	0.3371	1.4389	1.1018
		20	5.0058	5.0584	0.0526	1.0508	4.988	0.3395	1.3917	1.0522

ตารางที่ ก.3 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อน เปื้อนเลือด (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลัง เปื้อนเลือด (กรัม)	ปริมาณเลือดบนผ้า (กรัม)	% เลือดบนผ้า	น้ำหนักผ้าหลังการ ฟอก (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (% Fabric Loss : Blank)	% เลือดที่กำจัดได้ + % เส้นใยถูก ทำลาย	% เลือดที่กำจัดได้ (% Blood Removal)
40	5	5	5.0043	5.0587	0.0544	1.0871	4.9807	0.4516	1.5419	1.0903
		10	5.0126	5.0682	0.0556	1.1092	4.9851	0.529	1.6396	1.1106
		15	4.9999	5.0549	0.055	1.1000	4.9709	0.5609	1.6618	1.1009
		20	5.0186	5.0726	0.054	1.0760	4.983	0.6892	1.7664	1.0782
	8	5	4.9986	5.0518	0.0532	1.0643	4.9776	0.4042	1.4688	1.0646
		10	5.0265	5.0788	0.0523	1.0405	5.0043	0.4258	1.4669	1.0411
		15	4.99	5.0433	0.0533	1.0681	4.967	0.4437	1.5129	1.0692
		20	4.9889	5.0421	0.0532	1.0664	4.962	0.5171	1.5886	1.0715
	11	5	4.9878	5.0415	0.0537	1.0766	4.968	0.3781	1.4579	1.0798
		10	4.9977	5.0515	0.0538	1.0765	4.9744	0.4501	1.5263	1.0762
		15	4.9899	5.0437	0.0538	1.0782	4.9659	0.4645	1.5425	1.0780
		20	5.0001	5.054	0.0539	1.0780	4.973	0.5245	1.6027	1.0636

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนเปื้อน เลือด (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังเปื้อน เลือด (กรัม)	ปริมาณเลือดบนผ้า (กรัม)	% เลือดบนผ้า	น้ำหนักผ้าหลังการ ฟอก (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (% Fabric Loss : Blank)	% เลือดที่กำจัดได้ + % เส้นใยถูกทำลาย	% เลือดที่กำจัดได้ (% Blood Removal)
30	5	5	5.0000	5.0493	0.0493	0.9860	5.0003	0.0870	0.9699	0.8829
		10	4.9964	5.0460	0.0496	0.9927	4.9974	0.0880	0.9636	0.8756
		15	4.9900	5.0372	0.0472	0.9459	4.9876	0.0890	0.9841	0.8951
		20	5.0023	5.0490	0.0467	0.9336	4.9987	0.0880	0.9967	0.9087
	8	5	5.0053	5.0555	0.0502	1.0029	5.0198	0.0860	0.7066	0.6206
		10	5.0048	5.0511	0.0463	0.9251	5.0129	0.0840	0.7567	0.6727
		15	5.0044	5.0544	0.0500	0.9991	5.0070	0.0850	0.9372	0.8522
		20	5.0000	5.0463	0.0463	0.9260	4.9980	0.0820	0.9575	0.8755
	11	5	4.9979	5.0485	0.0506	1.0124	5.0157	0.0820	0.6501	0.5681
		10	4.9960	5.0464	0.0504	1.0088	5.0064	0.0880	0.7931	0.7051
		15	5.0079	5.0580	0.0501	1.0004	5.0062	0.0880	1.0246	0.9366
		20	5.0039	5.0536	0.0497	0.9932	5.0222	0.0800	0.6214	0.5414

ตารางที่ ก.4 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่เป็นเนื้อเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนเปื้อน เลือด (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังเปื้อน เลือด (กรัม)	ปริมาณเลือดบนผ้า (กรัม)	% เลือดบนผ้า	น้ำหนักผ้าหลังการ ฟอก (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (% Fabric Loss : Blank)	% เลือดที่กำจัดได้ + % เส้นใยถูกทำลาย	% เลือดที่กำจัดได้ (% Blood Removal)
40	5	5	5.0095	5.0595	0.0500	0.9981	5.0080	0.0960	1.0179	0.9219
		10	5.0048	5.0550	0.0502	1.0030	5.0029	0.0927	1.0307	0.9380
		15	4.9998	5.0499	0.0501	1.0020	4.9975	0.0934	1.0376	0.9442
		20	4.9828	5.0323	0.0495	0.9934	4.9795	0.0940	1.0492	0.9552
	8	5	4.9977	5.0477	0.0500	1.0005	4.9945	0.0987	1.0539	0.9552
		10	4.9987	5.0488	0.0501	1.0023	4.9951	0.0965	1.0636	0.9671
		15	5.0001	5.0502	0.0501	1.0020	4.9958	0.0985	1.0772	0.9787
		20	5.0010	5.0512	0.0502	1.0038	4.9960	0.0945	1.0928	0.9983
	11	5	5.0030	5.0499	0.0469	0.9374	4.9976	0.0977	1.0357	0.9380
		10	5.0010	5.0510	0.0500	0.9998	4.9958	0.0969	1.0929	0.9960
		15	4.9996	5.0498	0.0502	1.0041	4.9943	0.0988	1.0991	1.0003
		20	5.0044	5.0546	0.0502	1.0031	4.9991	0.0963	1.0980	1.0017

ตารางที่ ก.4 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนเปื้อน เลือด (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังเปื้อน เลือด (กรัม)	ปริมาณเลือดบนผ้า (กรัม)	% เลือดบนผ้า	น้ำหนักผ้าหลังการ ฟอก (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (% Fabric Loss : Blank)	% เลือดที่กำจัดได้ + % เส้นใยถูกทำลาย	% เลือดที่กำจัดได้ (% Blood Removal)
50	5	5	4.9955	5.0455	0.0500	1.0009	4.9910	0.1019	1.0802	0.9783
		10	4.9970	5.0472	0.0502	1.0046	4.9914	0.1023	1.1056	1.0033
		15	4.9866	5.0365	0.0499	1.0007	4.9810	0.1021	1.1020	0.9999
		20	4.9966	5.0470	0.0504	1.0087	4.9909	0.1034	1.1116	1.0082
	8	5	5.0075	5.0579	0.0504	1.0065	5.0018	0.1032	1.1092	1.0060
		10	5.0052	5.0553	0.0501	1.0010	4.9992	0.1026	1.1100	1.0074
		15	5.0016	5.0520	0.0504	1.0077	4.9959	0.1031	1.1105	1.0074
		20	5.0007	5.0509	0.0502	1.0039	4.9950	0.1029	1.1067	1.0038
	11	5	4.9877	5.0376	0.0499	1.0005	4.9820	0.1034	1.1037	1.0003
		10	5.0000	5.0500	0.0500	1.0000	4.9943	0.1028	1.1030	1.0002
		15	5.0045	5.0546	0.0501	1.0011	4.9987	0.1045	1.1059	1.0014
		20	5.0094	5.0598	0.0504	1.0061	5.0035	0.1053	1.1127	1.0074

ตารางที่ ก.4 แสดงปริมาณน้ำหนักของผ้าก่อนและหลังจากการจากฟอกด้วยเปอร์อะซิติก แอซิด (โดยเป็นผ้าตัวอย่างที่เปื้อนเลือด) ที่อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 ณ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	pH	เวลา (นาที)	น้ำหนักผ้าก่อนเปื้อน เลือด (กรัม)	น้ำหนักผ้าหลังเปื้อน เลือด (กรัม)	ปริมาณเลือดบนผ้า (กรัม)	% เลือดบนผ้า	น้ำหนักผ้าหลังการ ฟอก (กรัม)	% เส้นใยถูกทำลาย (% Fabric Loss : Blank)	% เลือดที่กำจัดได้ + % เส้นใยถูกทำลาย	% เลือดที่กำจัดได้ (% Blood Removal)
60	5	5	4.9888	5.0389	0.0501	1.0042	4.9829	0.1087	1.1114	1.0027
		10	5.0022	5.0523	0.0501	1.0016	4.9962	0.1100	1.1104	1.0004
		15	4.9931	5.0432	0.0501	1.0034	4.9871	0.1089	1.1124	1.0035
		20	5.0010	5.0511	0.0501	1.0019	4.9950	0.1105	1.1107	1.0002
	8	5	5.0085	5.0587	0.0502	1.0023	5.0019	0.1203	1.1228	1.0025
		10	4.9981	5.0485	0.0504	1.0084	4.9917	0.1170	1.1251	1.0081
		15	4.9986	5.0486	0.0500	1.0003	4.9924	0.1125	1.1132	1.0007
		20	4.9951	5.0452	0.0501	1.0030	4.9890	0.1109	1.1139	1.0030
	11	5	5.0033	5.0535	0.0502	1.0033	4.9967	0.1204	1.1240	1.0036
		10	4.9997	5.0498	0.0501	1.0021	4.9930	0.1211	1.1248	1.0037
		15	5.0006	5.0508	0.0502	1.0039	4.9939	0.1219	1.1266	1.0047
		20	4.9995	5.0495	0.0500	1.0001	4.9928	0.1220	1.1229	1.0009

ตารางที่ ก.5 แสดงปริมาณของเปอร์อะซิติก แอซิด (ppm และ mol/l) ที่ได้จากการไทเตรท ณ อุณหภูมิ 30 – 60 องศาเซลเซียส, pH 5, 8 และ 11 และ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ppm PAA และ [PAA] (mol/l) เริ่มต้น	ppm PAA : pH 5	[PAA] (mol/l): pH 5	ppm PAA : pH 8	[PAA] (mol/l) : pH 8	ppm PAA: pH 11	[PAA] (mol/l) : pH 11
30	5	200 ppm และ 0.0026 mol/l	760	0.01	870	0.0114	500	0.0066
	10		720	0.0095	740	0.0097	480	0.0063
	15		700	0.0092	740	0.0097	380	0.005
	20		600	0.0079	630	0.0083	360	0.0047
40	5		835	0.011	765	0.0101	340	0.0045
	10		800	0.0105	710	0.0093	235	0.0031
	15		725	0.0095	665	0.0088	235	0.0031
	20		645	0.0085	630	0.0083	220	0.0029
50	5		710	0.0093	600	0.0079	200	0.0026
	10		710	0.0093	525	0.0069	140	0.0018
	15		690	0.0091	510	0.0067	110	0.0014
	20		550	0.0072	480	0.0063	80	0.0011
60	5		620	0.0082	345	0.0045	100	0.0013
	10		530	0.007	215	0.0028	50	0.0007
	15		800	0.0105	495	0.0065	40	0.0005
	20		695	0.0091	530	0.007	40	0.0005



ภาคผนวก ข
(วิธีการคำนวณ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเลือดบนผ้าหลังการทำผ้าเป็อน (% Blood on Fabric)

(จากตารางที่ ก.3 และ ก.4)

$$\% \text{ เลือดบนผ้า (\% Blood on Fabric)} = \frac{\text{ปริมาณเลือดบนผ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักผ้าก่อนเป็อนเลือด}}$$

2. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเส้นใยผ้าที่ถูกทำลาย (% Fabric Loss)

(จากตารางที่ ก.1 และ ก.2)

$$\% \text{ น้ำหนักเส้นใยผ้าที่ถูกทำลาย (\% Fabric Loss)} = \frac{(\text{น้ำหนักผ้าก่อนฟอก} - \text{น้ำหนักผ้าหลังฟอก}) \times 100}{\text{น้ำหนักผ้าก่อนฟอก}}$$


3. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเลือดที่ถูกกำจัด (% Blood Removal)

(จากตารางที่ ก.3 และ ก.4)

$$\% \text{ น้ำหนักเลือดที่ถูกกำจัด (\% Blood Removal)}$$

$$\left(\frac{(\text{น้ำหนักผ้าหลังเป็อนเลือด} - \text{น้ำหนักผ้าหลังฟอก}) \times 100}{\text{น้ำหนักผ้าหลังเป็อนเลือด}} - \% \text{ น้ำหนักเส้นใยที่ถูกทำลาย (\% Fabric Loss)} \right)$$

****หมายเหตุ น้ำหนักของผ้าและน้ำหนักของเลือดมีหน่วยเป็นกรัม



ภาคผนวก ค
(วิธีการไตเตรตหาเปอร์อะซิติก แอซิด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

QATM 202B**Quality Assurance Test Method No. 202B**
Hydrogen Peroxide and Peracid Analysis
by Titration with Potassium Permanganate

Purpose: To determine hydrogen peroxide and peracid (as peracetic acid) content.

Scope: This procedure is applicable to peracid products.

Apparatus: Balance, analytical and top-loading
Erlenmeyer flasks, 250 mL, 500 mL
Buret, Class A; 25 mL
Pipettes, Class A; 10, 25 and 50 mL
Volumetric flasks, Class A; 100, 500, and 1000 mL
Magnetic stirrer and stir bars
Beakers, 100 , 250 mL

NOTE: Since different sample sizes are used for various products,

Reagents: 0.1N Potassium Permanganate , reagent grade
1N Sulfuric acid (H_2SO_4) reagent grade
Ferroin indicator
0.01N Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$), reagent grade
2.5N Potassium iodide (KI), reagent grade
2% Starch indicator solution
Deionized Water

Precautions: Sulfuric acid: Irritant, corrosive

Procedure:

1. Prepare a 1% solution of product with distilled water in 250 ml Volumetric Flask (or remark recommended sample volume in COA : Certificate of Analysis)
2. Pipet a 10 mL aliquot of the sample solution (or remark recommended sample volume in COA : Certificate of Analysis) into a 250 mL beaker
3. Add 75 mL of 1N H_2SO_4
4. Add 2-3 drops of Ferroin indicator.
5. Titrate with 0.1N $KMnO_4$ to a colorless endpoint. The solution color will change from orange to salmon to colorless. Record the mL of $KMnO_4$ to the endpoint. (for calculate the % Hydrogen Peroxide)

NOTE: A faint green or blue color appears if the solution is over titrated.

6. After the endpoint above has been reached, add 10 mL of 2.5N KI solution.
7. Add 1-2 mL of starch indicator.
8. Titrate rapidly with 0.01N sodium thiosulfate Continue titrating rapidly until the solution changes from dark blue to a bright orange color (absence of brown). Record the mL of 0.01N sodium thiosulfate to the endpoint. (for calculate the % Peracetic acid)

QATM 202B
Quality Assurance Test Method No. 202B
Hydrogen Peroxide and Peracid Analysis
by Titration with Potassium Permanganate

Calculate:

Calculate the amount of hydrogen peroxide as follows:

$$\% \text{ H}_2\text{O}_2 = \frac{(\text{mL KMnO}_4) (\text{N KMnO}_4) (17) (100\%)}{(\text{g sample titrated}) (1000)}$$

17 = equivalent weight of H₂O₂.

1000 = factor to convert equivalents to milli-equivalents.

Calculate the amount of peracetic acid or peracid as peracetic acid:

$$\% \text{ Peracid} = \frac{(\text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)(\text{N of Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)(38)(100\%)}{(\text{g sample titrated}) (1000)}$$

38 = equivalents weight of Chlorine

1000 = factor to convert milli-equivalents to equivalents



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว พอตา บวรสถิตธรรม สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวัดระฆังและเข้าศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จากนั้นได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโทที่สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า) ในหลักสูตร การจัดการสิ่งแวดล้อม จากนั้นได้เริ่มงานที่บริษัท วี.พี.ซี. เคมิคอล จำกัด และบริษัท แอ็คโคแล็บ จำกัด และได้เข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลักสูตรปริญญาโทบริหาร (ภาคนอกเวลาราชการ) ของคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย