



การแยกเส้นใยกัญชง

Separation of Hemp Fiber

ประสงค์ กรรโมปกรณ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะ อุตสาหกรรมสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ





การแยกเส้นใยกัญชง

Separation of Hemp Fiber

ประสงค์ กรรโมปกรณ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะ อุตสาหกรรมสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ





Separation of Hemp Fiber

Prasong Kunmopokorn

**A INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF TEXTILE AND GARMENTS
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP**

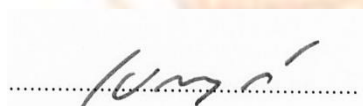
Academic Year 2018

Copyright of Rajamangala University of Technology Krungthep



ชื่อสารนิพนธ์	การแยกเส้นใยกล้วยง
โดย	ประสงค์ กรรโมปกรณ์
สาขาวิชา	สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ชนิษฐา เจริญลาภ
ปีการศึกษา	2561

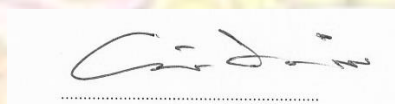
คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ อนุมัติให้นับสารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชมชาติ สุรกุล)

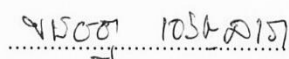
คณบดีคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



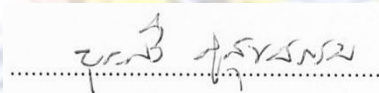
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนสิธิ์)

ประธานกรรมการ



(รองศาสตราจารย์ ชนิษฐา เจริญลาภ)

อาจารย์ที่ปรึกษานิพนธ์



(รองศาสตราจารย์บุญศรี คู่สุขธรรม)

กรรมการ





กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ณิษฐา เจริญลาภ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนสิทธิ และรองศาสตราจารย์บุญศรี กุสุขธรรม กรรมการสอบหัวข้อและโครงร่างวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เข็มชาติ สุรกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรสวัสดิ์ ผดุง ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณศิริกุล ธนสารศิลป์ คุณบุญดี อำนวยสกุล คุณการุณี สุหรัย คุณสมพงษ์ รัศมีธรรม และผู้บังคับบัญชา ตลอดจนเพื่อนพนักงาน ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ประสงค์ กรรโมปกรณ์
ผู้วิจัย

ชื่อสารนิพนธ์	การแยกเส้นใยกล้วยง
โดย	ประสงค์ กรรโมปกรณ์
สาขาวิชา	สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	รองศาสตราจารย์ขนิษฐา เจริญลาภ
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกและฟอกขาวเส้นใยกล้วยง ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว ทดลองโดยศึกษาผลของ ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ และปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของ เส้นใย (เซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลส) และสมบัติทางกายภาพของเส้นใย (น้ำหนัก ดัชนีความ ขาว ดัชนีความเหลือง ความทนแรงดึง และค่าการยืดตัว ณ จุดขาด) ผลการทดลองพบว่าสภาวะที่ เหมาะสมในการแยกเส้นใยกล้วยงในขั้นตอนเดียวคือการใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.0 กรัม ต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6.0 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2.0 กรัมต่อลิตร สารคงสภาพ 5.0 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที องค์ประกอบ ทางเคมีของเส้นใยที่ได้หลังการแยกมีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 80.42 ปริมาณลิกนินร้อยละ 3.88 ปริมาณเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 6.73 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยหลังการแยกพบว่าน้ำหนักของเส้น ใย ค่าดัชนีความเหลือง ความทนแรงดึง และค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยลดลงร้อยละ 19.27, 55.66, 31.67, และ 7.94 ตามลำดับ ยกเว้นค่าดัชนีความขาวของเส้นใยที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 87.46 เมื่อ เปรียบเทียบการแยกแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอน พบว่าขั้นตอนการแยกไม่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกล้วยง ค่าดัชนีความเหลือง ความทนแรงดึง และการยืด ตัว ณ จุดขาดของเส้นใยหลังการแยก แต่มีผลต่อน้ำหนักเส้นใย และดัชนีความขาวของเส้นใยอย่างมี นัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยน้ำหนักของเส้นใยหลังการแยกแบบขั้นตอนเดียวลดลงน้อยกว่า และเส้นใย มีความขาวมากกว่าการแยกแบบสองขั้นตอน

คำสำคัญ การแยกเส้นใย; กล้วยง

Independent study	Separation of Hemp Fiber
Author	Prasong Kunmopokorn
Major	Textiles and Garments
Advisor	Ass. Prof. Khanittha Charoenlarp
Academic Year	2018

Abstract

The objective of this research is to study the optimum conditions for the extraction and bleaching of hemp fibers with sodium hydroxide and hydrogen peroxide in one step. Experiment by studying the effect of sodium hydroxide and hydrogen peroxide concentration on the chemical composition of fibers (cellulose, lignin and hemicellulose) and physical properties of fiber (weight, white index, yellow index, tensile strength and elongation at break point). The results showed that the optimum condition for the extraction of hemp fibers in one step was the amount of sodium hydroxide 5.0 gram/liter, the concentration of 50 percent hydrogen peroxide 6.0 gram/liter, soaping agent 2.0 gram/liter, and stabilizing agent 5.0 gram/liter at 100°C for 60 minutes. Chemical composition of fibers obtained after extraction had cellulose 80.42%, lignin 3.88%, hemicellulose 6.73%. The physical properties of the fibers after extraction showed that the weight of the fibers, yellow index, tensile strength and elongation at break of the fiber decreased 19.27%, 55.66, 31.67, and 7.94 respectively except for the white index increased by 87.46%. Comparison of one-step and two-step extraction, the results showed that the extraction process did not affect the chemical composition of hemp fibers, yellow index, tensile strength and elongation at break of the fibers after extraction. The extraction process had a significant effect on the fiber weight and whiteness index ($P < 0.05$). The weight of the fiber obtained from one-step extraction is less than that of two-step extraction and the fiber is whiter than the two-step extraction.

Keywords fiber extraction, hemp

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 นิยามเฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 พืชเส้นใย (fiber crops)	5
2.2 เส้นใยธรรมชาติ	5
2.3 กัญชง.....	11
2.4 การแยกเส้นใย	12
2.5 สมบัติของเส้นใย	16
2.6 การทดสอบเส้นใย	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	19
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	19
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	25
4.1 สมบัติของเส้นใยแก้วนำแสงก่อนทดลอง.....	25
4.2 การแยกเส้นใยแก้วนำแสงแบบขั้นตอนเดียว	26
4.3 เปรียบเทียบการแยกเส้นใยแก้วนำแสงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน	72
4.4 เปรียบเทียบการแยกเส้นใยแก้วนำแสงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และขยายสเกล 20 เท่า.....	75
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	77
5.1 สภาวะที่เหมาะสมในการแยก และฟอกขาวเส้นใยแก้วนำแสงด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	77
5.2 สมบัติของเส้นใยแก้วนำแสงที่แยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	77
5.3 ผลของสารทำความสะอาด และสารคงสภาพต่อสมบัติของเส้นใยแก้วนำแสง	78
5.4 สรุปและข้อแนะนำ.....	78
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก.	82
แบบรับรองการมีจริยธรรมและจรรยาบรรณทางวิชาการในการทำวิทยานิพนธ์	82
แบบรับรองการมีจรรยาบรรณในการทำวิทยานิพนธ์	84
ภาคผนวก ข.	86
ประวัติผู้วิจัย.	100

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.2.1 องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณความชื้น และมุมไมโครไฟบริลลา (microfibrillar angle)	6
ตารางที่ 2.2.2 สมบัติของเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติ	10
ตารางที่ 3.2.1 ปริมาณสารเคมีในการแยกเส้นใยกัญชงแบบขั้นตอนเดียว	20
ตารางที่ 4.1.1 สมบัติของเส้นใยกัญชงก่อนการทดลอง	25
ตารางที่ 4.2.1 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกเส้นใยโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์	26
ตารางที่ 4.2.2 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	28
ตารางที่ 4.2.3 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยกัญชง	29
ตารางที่ 4.2.4 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยกัญชง	29
ตารางที่ 4.2.5 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเส้นใยกัญชง	31
ตารางที่ 4.2.6 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเส้นใยกัญชง	31
ตารางที่ 4.2.7 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองเส้นใยกัญชง	32
ตารางที่ 4.2.8 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองเส้นใยกัญชง	32
ตารางที่ 4.2.9 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงเส้นใยกัญชง	34
ตารางที่ 4.2.10 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชง	35
ตารางที่ 4.2.11 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกเส้นใยโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.2.12 ปริมาณเซลล์โลส เสมิเซลล์โลส และลิกนินในเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	38
ตารางที่ 4.2.13 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	40
ตารางที่ 4.2.14 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	40
ตารางที่ 4.2.15 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว	42
ตารางที่ 4.2.16 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	43
ตารางที่ 4.2.17 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	44
ตารางที่ 4.2.18 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	45
ตารางที่ 4.2.19 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ต่อความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	47
ตารางที่ 4.2.20 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของ เส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.2.21 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกเส้นใยโดยใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว โดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	49
ตารางที่ 4.2.22 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยที่แยก ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์โดยแปรผัน ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	51
ตารางที่ 4.2.23 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยแปรผัน ปริมาณต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยที่แยกด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	53
ตารางที่ 4.2.24 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยแปรผันปริมาณ ต่อค่าความขาวของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	54
ตารางที่ 4.2.25 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ย ดัชนีความขาวเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	54
ตารางที่ 4.2.26 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยแปรผันปริมาณ ต่อค่าความเหลืองของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	56
ตารางที่ 4.2.27 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ย ดัชนีความเหลืองเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	56
ตารางที่ 4.2.28 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ย ความทนแรงดึงของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.2.29 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	58
ตารางที่ 4.2.30 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	59
ตารางที่ 4.2.31 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยความยืดตัวของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว	59
ตารางที่ 4.2.32 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะต่างกัน	61
ตารางที่ 4.2.33 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะต่างกัน	63
ตารางที่ 4.2.34 การเปรียบเทียบผลของภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยภาวะแตกต่างกัน	63
ตารางที่ 4.2.35 เปรียบเทียบผลของภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยภาวะแตกต่างกัน	65
ตารางที่ 4.2.36 การเปรียบเทียบผลของภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยภาวะแตกต่างกัน	65
ตารางที่ 4.2.37 เปรียบเทียบผลของสภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยสภาวะแตกต่างกัน	67
ตารางที่ 4.2.38 การเปรียบเทียบผลของภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยภาวะแตกต่างกัน	68
ตารางที่ 4.2.39 เปรียบเทียบผลของสภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยัญชง	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.2.40 เปรียบเทียบผลของสภาวะการแยกราชคู่ต่อค่าเฉลี่ย การยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกันขง	71
ตารางที่ 4.3.1 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกในขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน	72
ตารางที่ 4.3.2 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกันขงที่แยก ในขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน	73
ตารางที่ 4.3.3 การทดสอบผลของขั้นตอนการแยกต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกันขง	74
ตารางที่ 4.3.4 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกันขงที่แยก ในขั้นตอนเดียว และการขยายสเกล	75
ตารางที่ 4.3.5 การทดสอบผลของการขยายสเกลต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกันขง	76



สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1.1	เส้นใยเซลลูโลสในธรรมชาติจากส่วนต่าง ๆ ของพืช	6
รูปที่ 2.2.1	โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส	8
รูปที่ 2.2.2	โครงสร้างทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส	9
รูปที่ 2.3.1	ภาคตัดขวางของเส้นใยัญชง	12
รูปที่ 2.4.1	การเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์	14
รูปที่ 3.1.1	การแยกเส้นใยัญชงแบบขั้นตอนเดียว	22
รูปที่ 3.1.2	การเตรียมตัวอย่างเส้นใยเป็นรูปซีแคมป์ (C-Camp)	23
รูปที่ 4.1.1	เส้นใยัญชงจาก ร้านฝ้ายทอง จังหวัดเชียงใหม่	25
รูปที่ 4.2.1	การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	29
รูปที่ 4.2.2	การเปลี่ยนแปลงของค่าความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	30
รูปที่ 4.2.3	การเปลี่ยนแปลงของค่าความเหลืองของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	32
รูปที่ 4.2.4	การเปลี่ยนแปลงของค่าความทนแรงดึงของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	33
รูปที่ 4.2.5	การเปลี่ยนแปลงของค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	35
รูปที่ 4.2.6	การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์	39
รูปที่ 4.2.7	การเปลี่ยนแปลงของค่าความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์	42

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.2.8	การเปลี่ยนแปลงของค่าความเหลือของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์	44
รูปที่ 4.2.9	การเปลี่ยนแปลงของค่าความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์	46
รูปที่ 4.2.10	การเปลี่ยนแปลงของค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์	48
รูปที่ 4.2.11	การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	52
รูปที่ 4.2.12	การเปลี่ยนแปลงค่าความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	54
รูปที่ 4.2.13	การเปลี่ยนแปลงค่าความเหลือของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	55
รูปที่ 4.2.14	การเปลี่ยนแปลงของค่าความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	57
รูปที่ 4.2.15	การเปลี่ยนแปลงของค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	59
รูปที่ 4.2.16	การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยกัญชงที่แยกในสถานะต่างกัน	62

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.2.17	การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกใน สภาวะต่างกัน	64
รูปที่ 4.2.18	การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยัญชงที่แยก ในสภาวะต่างกัน	67
รูปที่ 4.2.19	การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยดัชนีความทนแรงดึงของเส้นใยัญชงที่แยก ในสภาวะต่างกัน	69
รูปที่ 4.2.20	การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยัญชงที่แยก ในสภาวะต่างกัน	71



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

g/l	กรัมต่อลิตร
%	ร้อยละ
°C	องศาเซลเซียส
X	ค่าเฉลี่ย
SD	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F test	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่จำแนกตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดยจะทดสอบก่อนว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหรือไม่ หากพบว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงเปรียบเทียบรายคู่ (multiple comparison) เป็นขั้นตอนต่อไป
t test	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่จำแนกออกเป็น 2 กลุ่มเท่านั้น โดยตัวแปรที่จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ส่วนตัวแปรจำแนกเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ
NaOH	โซเดียมไฮดรอกไซด์
H ₂ O ₂	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พืชเส้นใยเป็นกลุ่มพืชที่มีความสำคัญ และเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมสิ่งทอ เส้นใยจากพืชถูกนำมาใช้ทอผ้า เครื่องนุ่งห่ม เชือก เยื่อกระดาษ ความต้องการผลิตภัณฑ์จากพืชเส้นใยเริ่มมาตั้งแต่สมัยโบราณที่มนุษย์รู้จักเครื่องนุ่งห่ม และมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น แม้ว่าปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เส้นใยสังเคราะห์เกิดขึ้นทดแทนเส้นใยจากพืช แต่เส้นใยจากพืชยังคงมีความต้องการเพิ่มขึ้น

เส้นใยจากต้นกัญชงประกอบด้วยโครงสร้างหลักคือ เซลลูโลสประมาณร้อยละ 55 - 72 และสารที่ไม่ใช่เซลลูโลส ได้แก่ เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 8 - 19 ลิกนินร้อยละ 2 - 15 ปริมาณใยน้อยกว่าร้อยละ 1 และแร่ธาตุอื่นๆ ร้อยละ 4 รวมเรียกว่ากัม (gum) (Thomsen et al., 2006) โดยโครงสร้างของเส้นใยจะถูกยึดติดกันด้วยสารที่ไม่ใช่เซลลูโลส ในการนำเส้นใยกัญชงไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอจำเป็นต้องมีการกำจัดกัมและสิ่งเจือปน เพื่อให้เหลือเฉพาะส่วนของเซลลูโลสของเส้นใย เพื่อใช้ในการปั่นด้าย การทำให้เส้นใยมีความบริสุทธิ์มากขึ้นโดยการกำจัดกัม ทำให้เส้นใยมีสมบัติที่ดีขึ้น เส้นใยจะมีความนุ่มและความละเอียดมากขึ้น ในการกำจัดกัมโดยทั่วไปจะใช้สารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) โซเดียมซัลเฟต (sodium sulfate) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) โซเดียมซัลไฟด์ (sodium sulfide) และเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) แต่เนื่องจากปัจจุบันการคำนึงถึงการรักษาสภาพแวดล้อมได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในตลาดผู้บริโภค เนื่องจากทั่วโลกกำลังตื่นตัวเรื่องการรักษาภาวะสิ่งแวดล้อม สินค้าที่ผลิตจากวัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความเป็นธรรมชาติ และเรียบง่ายได้รับความนิยมมากขึ้นเป็นลำดับ

งานวิจัยนี้ สนใจการแยกเส้นใยกัญชงให้มีคุณภาพที่ดี เหมาะสำหรับการนำไปผลิตเป็นเส้นด้าย และผืนผ้า และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (eco-textile products) ด้วยการศึกษการแยกและฟอกขาวเส้นใยกัญชง ในขั้นตอนเดียว ด้วยการใช้สารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เนื่องจากสมบัติของสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารฟอกขาว สามารถสลายตัวได้ในธรรมชาติ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อศึกษาสถานะที่เหมาะสม ในการแยกและฟอกขาวเส้นใยกล้วยง ด้วยไฮโดรเจนเพอร์ ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว (one bath one step)
- (2) เพื่อศึกษาสมบัติของเส้นใยกล้วยงที่แยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียว ด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์
- (3) เพื่อศึกษาผลของการใช้และไม่ใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพ ในการแยกและฟอกขาวเส้นใยกล้วยงด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ต่อสมบัติของเส้นใยกล้วยง

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

การใช้สารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ สามารถแยกและฟอกขาวเส้นใยกล้วยงได้ในขั้นตอนเดียว (one bath one step system) ในสถานะที่เหมาะสม จะทำให้ลดเวลา ลดการใช้พลังงาน ลดการใช้สารเคมี ลดการใช้น้ำ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

- (1) เส้นด้ายกล้วยง (เส้นด้ายดิบ) จาก ร้านฝ้ายทอง จังหวัดเชียงใหม่
- (2) ภาวะในการแยกเส้นใยกล้วยง คือ
 - แยกเส้นใยกล้วยงในอัตราส่วนสารละลายต่อวัสดุ 50:1 ด้วยเครื่องข้อมลินีเทสต์ (Linitest) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที
 - แยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรรูปปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 - 15 กรัมต่อลิตร
 - แยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ แปรรูปปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 1 - 12 กรัมต่อลิตร
- (3) ทดสอบสมบัติของเส้นใยที่แยกได้ โดย
 - ตรวจสอบปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน โดยวิเคราะห์ที่ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา สำนักพัฒนาอาหาร

สูตร กรรมปสูตรตามวิธีวิเคราะห์ Method Analysis: Acid detergent fiber (ADF): Neutral detergent fiber (NDF): Acid detergent Lignin (ADL): Cellulose and Hemicellulose base on Georing and Van Soest (1970), Van Soest (1991) and AOAC (2000)

- ทดสอบความต้านทานแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่ได้จากการแยกเส้นใย โดยทดสอบที่ห้องปฏิบัติการทดสอบ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D3822-01
- ตรวจวัดค่าความขาว (WI Index) และค่าความเหลือง (YI Index) ของเส้นใยกัญชงที่ผ่านการแยก ด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer Portable Color Measurement model MINISCAN XE PLUS

1.5 นิยามเฉพาะ

สารทำความสะอาด (scouring and soaping agent) หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ที่ใช้ในการซักล้าง ทำความสะอาด และทำน้ำที่เป็นสารลดแรงตึงผิว

สารคงสภาพ (stabilizing agent) หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ที่ใช้ควบคุมการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาในการฟอกขาวอย่างเหมาะสม

ดัชนีความขาว (WI index) หมายถึง ค่าตัวเลขแสดงระดับความขาวของสิ่งทอ สิ่งทอในการวิจัยนี้ คือ เส้นใยกัญชง โดยตัวเลขยิ่งมากหรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าเส้นใยมีความขาวมาก และตัวเลขยิ่งน้อยหรือมีค่าเป็นลบ แสดงว่าเส้นใยมีความขาวน้อยหรือมีสีคล้ำ ซึ่งสามารถวัดได้จากเครื่องวัดสี (CCM)

ดัชนีความเหลือง (YI index) หมายถึง ค่าตัวเลขแสดงระดับความเหลืองของสิ่งทอ สิ่งทอในการวิจัยนี้ คือ เส้นใยกัญชง โดยตัวเลขยิ่งน้อยหรือมีค่าเป็นลบ แสดงว่าเส้นใยมีความเหลืองมาก และตัวเลขยิ่งมากหรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าเส้นใยมีความเหลืองน้อยหรือมีความคล้ำน้อย ซึ่งสามารถวัดได้จากเครื่องวัดสี (CCM)

ความทนต่อแรงดึง (tensile strength) หมายถึง ค่าความแข็งแรงของเส้นใยกัญชงในการต้านทานแรงดึงขาด มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) หรือ เซนตินิวตัน (cN)

การยืดตัว ณ จุดขาด (elongation at break) หมายถึง ค่าการยืดตัวสูงสุดของเส้นใยกันขง เมื่อถูกแรงดึงจนเส้นใยขาดออกจากกัน มีหน่วย เป็น ร้อยละ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- (1) สามารถใช้สารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โดยใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการแยกและฟอกขาวเส้นใยกันขงในขั้นตอนเดียว
- (2) ทำให้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการแยกและฟอกขาวเส้นใยกันขง ด้วยสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์
- (3) ทำให้ทราบผลกระทบของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ ต่อเส้นใยกันขง
- (4) สามารถลดการใช้ เวลา พลังงาน และสารเคมี ในการแยกและฟอกขาวเส้นใยกันขง ด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการลดใช้น้ำ สารเคมี และพลังงาน
- (6) เป็นแบบอย่างให้อุตสาหกรรมปรับวิธีการเพื่อจัดเตรียมเส้นใยกันขงได้อย่างเหมาะสม



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พืชเส้นใย (fiber crops)

พืชเส้นใย (fiber crops) หมายถึงพืชที่ใช้ประโยชน์จากเส้นใย

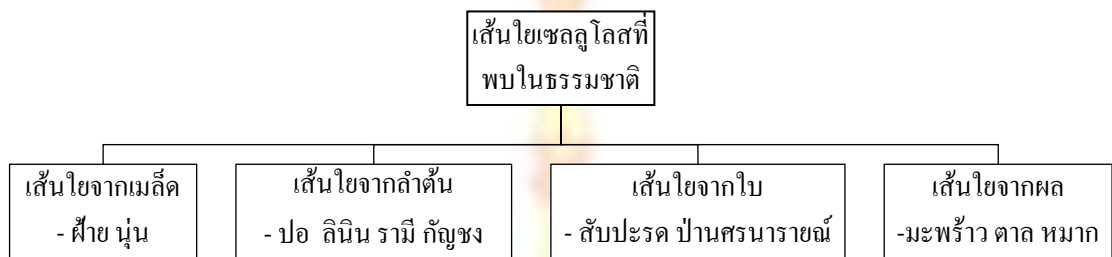
เส้นใย หมายถึงสิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว องค์ประกอบของเซลล์ ส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ของโมเลกุลกลูโคส โมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมากเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใย

สมบัติของพืชเส้นใย ที่สามารถนำมาใช้งานสิ่งทอได้คือ สามารถปั่นได้ (can be spun) มีความแข็งแรง และทน (strength and durability) มีความสามารถในการดูดซับดี (absorbency)

2.2 เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติเป็นเส้นใยที่มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ โดยเฉพาะทางด้านสิ่งแวดล้อม และต้นทุนการผลิตต่ำกว่าเส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยที่ได้มาจากธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยจากพืช สัตว์ และสารอนินทรีย์หรือแร่ธาตุ โดยเส้นใยพืชที่ได้มาจากส่วนลำต้น เช่น เส้นใยกัญชง ปอ ลินิน เป็นต้น ส่วนเส้นใยที่ได้มาจากใบ เช่น เส้นใยป่านสรนารายณ์ กัลล้วย เส้นใยจากผล เช่น เส้นใยมะพร้าว เส้นใยจากเมล็ด เช่น เส้นใยฝ้าย นุ่น เส้นใยจากสัตว์ ได้แก่ เส้นขนที่จากมาจากขนแกะ เป็นต้น

ในธรรมชาติจะพบเส้นใยเซลลูโลสจากส่วนต่างๆ ของพืชแตกต่างกันได้หลากหลาย บางประเภทเป็นเส้นใยที่ได้จากเมล็ด บางประเภทเป็นเส้นใยที่ได้จากลำต้น เส้นใยจากใบ หรือจากผล ดังแสดงในรูปที่ 2.1.1



รูปที่ 2.1.1 เส้นใยเซลลูโลสในธรรมชาติจากส่วนต่างๆ ของพืช

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมี (สันตนิย และ จันทราวรรณ, 2545)

เส้นใยธรรมชาติจากพืชทุกชนิดเป็นเส้นใยเซลลูโลส (cellulose) มีองค์ประกอบของธาตุหลักคือ คาร์บอนร้อยละ 44.4 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.2 และออกซิเจนร้อยละ 49.4

องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยพืช มีความหลากหลายขึ้นกับชนิดของเส้นใย โดยเส้นใยพืชประกอบด้วยพอลิเมอร์หลัก 4 ชนิด คือ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เพกทิน (pectin) และลิกนิน (lignin) สัดส่วนขององค์ประกอบเหล่านี้จะส่งผลถึงสมบัติของเส้นใย องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1.1

ตารางที่ 2.1.1 องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณความชื้น และมุมไมโครไฟบริลลา (microfibrillar angle)

Fiber	Cellulose (wt%)	Hemicellulose (wt%)	Lignin (wt%)	Pectin (wt%)	Moisture content (wt%)	Waxes (wt%)	Microfibrill (wt%)
Flax	71	18.6-20.6	2.2	2.3	8-12	1.7	5-10
Hemp	70-74	17.9-22.4	3.7-5.7	0.9	6.2-12	0.8	2-6.2
Jute	61-71.5	13.6-20.4	12-13	0.2	12.5-13.7	0.5	8
Kenaf	45-57	21.5	8-13	3-5			
Ramie	68.6-76.2	13.1-16.7	0.6-0.7	1.9	7.5-17	0.3	7.5
Nettle	86				11-17		
Sisal	66-78	10-14	10-14	10	10-22	2	10-22
Henequen	77.6	4-8	13.1				
Palf	70-82		5-12.7		11.8		14
Banana	63-64	10	5		10-12		

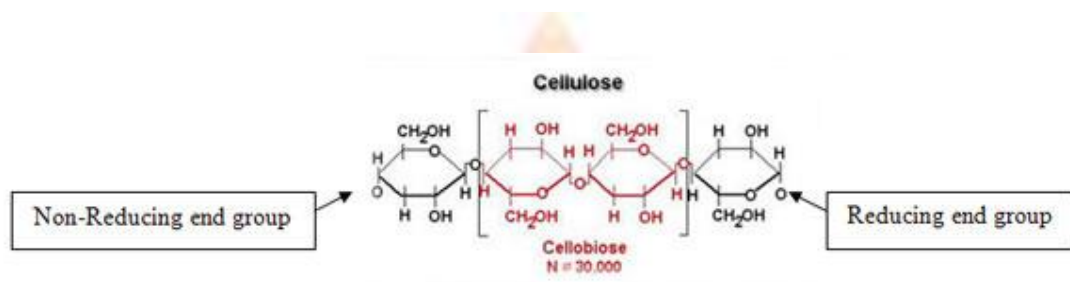
Fiber	Cellulose (wt%)	Hemicellulose (wt%)	Lignin (wt%)	Pectin (wt%)	Moisture content (wt%)	Waxes (wt%)	Microfibrill (wt%)
Abaca	56-63		12-13	1	5-10		
Oil palm EFB	65		19				42
Oil palm mes	60		11				46
Cotton	85-90	5.7		0-1	7.85-8.5	0.6	
Coir	32-43	0.15-0.25	40-45	3-4	8		30-49
Cereal straw	38-45	15-31	12-20	8			

ที่มา: Mohanty, 2005.

ในปี ค.ศ.1838 Anselme (คันสนีย์ และ จันทราวรรณ, 2545; Winter, 2008) ศึกษาว่าผนังเซลล์ของพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งเป็นวัสดุเสริมแรงภายในผนังเซลล์ โดยเซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น (linear polymer) ส่วน เฮมิเซลลูโลสประกอบด้วยกลุ่มของพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharides) เมื่อกำจัดลิกนินออกไปองค์ประกอบที่ยังคงเหลืออยู่กับเซลลูโลส คือ เฮมิเซลลูโลส ซึ่งสมบัติทั่วไปของเฮมิเซลลูโลส คือ มีมวลโมเลกุลต่ำกว่าเซลลูโลส และเนื่องจากมันเป็นพอลิเมอร์ชอบน้ำ (hydrophilic polymer) ดังนั้นจึงส่งผลต่อสมบัติการสลายตัวตามธรรมชาติ การดูดความชื้น และการสลายตัวโดยความร้อน องค์ประกอบที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ ลิกนิน ทำหน้าที่เป็นสารยึดติดภายในผนังเซลล์ มีความเสถียรทางความร้อนสูง แต่มีผลกระทบกับการย่อยสลายโดยรังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) ส่วนองค์ประกอบสุดท้าย คือ เพกทิน เป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharides) เป็นเมทริกซ์ภายในผนังเซลล์

เซลลูโลส (cellulose)

เซลลูโลส คือองค์ประกอบส่วนใหญ่ของผนังเซลล์ มีลักษณะเป็นเส้นใยขนาดเล็กเรียกว่าไมโครไฟเบอร์ (microfiber) เกิดจากการพอลิเมอร์ไรเซชัน ของหน่วยพื้นฐานคือกลูโคส สูตรโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลสคือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ จะซ้ำกันใน 2 ลักษณะ เรียกว่า cellobiose unit ซึ่งส่วนปลายของทั้งสองข้าง คือ ส่วนที่ทำปฏิกิริยาได้ง่ายสุด (reducing end group (C1)) และส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยา (non-reducing end group (C4))

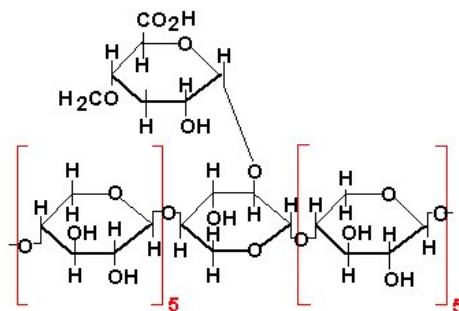


รูปที่ 2.2.1 โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

เซลลูโลสมีความเหนียว น้ำหนักโมเลกุลสูง ความเป็นผลึกสูง เป็นส่วนประกอบหลักของไม้ที่ส่งผลต่อความแข็งแรง ความสม่ำเสมอของเส้นใย และปริมาณของเซลลูโลสในเส้นใยจะส่งผลต่อความคุ้มค่าคุ้มทุนในการผลิตเส้นใย โดยเส้นใยที่มีปริมาณเซลลูโลสมาก จะเหมาะกับการนำไปใช้งานสิ่งทอและกระดาษ โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อการกำหนดสมบัติของเส้นใย กล่าวคือหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จะเป็นตัวดึงดูดน้ำ ทำให้มีความสามารถในการดูดซึมความชื้นได้ดี ลักษณะการเรียงตัวเป็นสายโซ่ยาว ทำให้มีความแข็งแรงสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ในโครงสร้างบริเวณที่เป็นการต่อกันของธาตุ -C-O-C- จะเป็นบริเวณที่ถูกทำลายได้ด้วยผลจากการเกิดออกซิเดชัน หรือจากการถูกทำลายโดยสภาพภูมิอากาศ ทำให้โมเลกุลขาดลงเป็นส่วนเล็กๆ คล้ายน้ำตาล และสลายเป็นอาหารของพืชและสัตว์ต่อไป

เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose)

สารกึ่งเซลลูโลส หรือเฮมิเซลลูโลส จะแทรกตัวอยู่ระหว่างเซลลูโลสและลิกนิน ประกอบด้วยน้ำตาล ได้แก่ เฮกโซเสส(hexoses) จำนวน C = 6 : กลูโคส(glucose) แมนโนส(mannose) กาแลคโทส(galactose) และเพนโทส(pentose) จำนวน C = 5 : ไซโลส(xylose) เอราบินโนส(arabinose), กรดกลูคูโรนิก(glucuronic acid) ในทางเชิงกล เฮมิเซลลูโลสช่วยทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 2.2.2 โครงสร้างทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส

ลิกนิน (lignin)

ลิกนินเป็นสารพอลิเมอร์ที่ซับซ้อนกว่าเซลลูโลส กับเฮมิเซลลูโลส และเป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ ลิกนินเป็นสารประกอบที่มีมากรองจากเซลลูโลส ทำหน้าที่เป็นเหมือนกาวที่เชื่อมระหว่างเส้นใยกับผนังเซลล์ ลิกนินมีส่วนช่วยให้เส้นใยมีสมบัติต้านทานต่อแรงกด และป้องกันไม่ให้เส้นใยได้รับผลกระทบจากปฏิกิริยาทางกายภาพและทางเคมี ปริมาณของลิกนินในเส้นใยจะส่งผลต่อโครงสร้าง คุณสมบัติ ความยืดหยุ่น และอัตราการย่อยสลายของเส้นใย

สารแทรก (extractive)

สารแทรก คือ สารที่ไม่ใช่องค์ประกอบของโครงสร้างของผนังเซลล์ อาจเป็นกรดหรือเป็นกลางก็ได้ มีตั้งแต่ สารไอโซพรีน เทอร์ปีน สเตเทอโรไฮโดรคาร์บอน กรด เรซิน สารพอลิฟีนอลต่างๆ และอัลคาลอยด์ เป็นต้น และเป็นสารประกอบที่เป็นคุณสมบัติของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด สารประกอบเหล่านี้จะทำให้พืชแต่ละชนิดมีสี กลิ่น รส และความแข็งที่แตกต่างกันออกไป สารเหล่านี้มีประมาณร้อยละ 5 - 30 โดยมวล ซึ่งรวมไปถึง สารส่วนน้อย (minor constituent) เป็นสารประกอบที่ก่อให้เกิดเถ้า อันได้แก่ สารประกอบแคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสเฟส และซิลิกา เป็นต้น สารพวกนี้มีประมาณร้อยละ 0.1 - 3 โดยมวล การใช้ประโยชน์ของสารแทรกขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเคมีของสารนั้น เช่น สารแทรกพวกเทอร์ปีนอาจใช้เป็นตัวทำละลาย ทำน้ำหอม ยา สบู่ กาว และใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ พวกพอลิฟีนอลใช้ในการฟอกหนัง สังกะสีกาว ส่วนพวกอัลคาลอยด์ ส่วนใหญ่มีประโยชน์ทางเภสัชกรรม

ในระดับโครงสร้างของเส้นใย พบว่าที่ผิวของเส้นใยจะมีสารเคลือบ เช่น เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคติน ห่อหุ้มอยู่ภายนอก ซึ่งมีไว้ปกป้องเซลลูโลสด้านใน เมื่อเส้นใยผ่านกระบวนการแยกเส้นใย สารเคลือบส่วนใหญ่จะถูกทำลายไป ทำให้ผิวของเส้นใยมีความหยาบ จึงมีกระบวนการ

ทางเคมี ชีวภาพ และทางกล เพื่อปรับปรุงสมบัติของเส้นใย แม้ว่าเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด แต่เนื่องจากทุกชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีในหน่วยย่อยที่เหมือนกัน ทำให้สมบัติของเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติมีความคล้ายคลึงกัน และสะท้อนไปยังสมบัติของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 2.2.1

ตารางที่ 2.2.1 สมบัติของเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติ

สมบัติ	ความสำคัญต่อผู้ใช้
ดูดความชื้นได้ดี	สวมใส่สบาย เหมาะกับการทำเป็นผ้าเช็ดตัว ผ้าอ้อมเด็ก ผ้าเช็ดหน้า
นำความร้อนได้ดี	ทำให้ผ้าเย็นสบายในหน้าร้อน
ทนต่ออุณหภูมิสูง	ต้มในหม้ออบเพื่อทำความสะอาด ซักเชื้โรก ริดผ้าด้วยความร้อนสูง
มีการคืนตัวจากแรงอัดต่ำ	ผ้ายับง่าย ยกเว้นในกรณีที่ผ่านมากระบวนการตกแต่งสำเร็จ
เส้นใยสามารถเกาะกันแน่นในขณะที่เป็นด้าย	สามารถทอเป็นผ้าที่มีโครงสร้างแน่น ถี่ กันลมได้ดี
เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี	ไม่สะสมประจุไฟฟ้า
ความหนาแน่นสูง	ผ้ามีน้ำหนักดี
ถูกทำลายด้วยกรด โดยเฉพาะกรดนิทรี	รอยเปื้อนจากผลไม้จะต้องทำความสะอาดทันทีก่อนที่จะติดผ้าล้างไม่ออก
ทนต่อแมลง	ง่ายต่อการเก็บรักษา
ถูกทำลายโดยเชื้อรา	ระมัดระวังเรื่องความชื้น
จุดติดไฟ	เส้นใยเซลลูโลสติดไฟได้รวดเร็ว เผาไหม้ ให้เถ้าสีเทา เบา

สมบัติของเส้นใย เช่น ความหนาแน่น ความต้านทานไฟฟ้า ความต้านทานแรงดึง การดูดซับความชื้น และผลึกในเส้นใย ต่างเป็นผลเนื่องจากโครงสร้างภายใน และส่วนประกอบของเส้นใย เส้นใยที่มีส่วนประกอบของเซลลูโลสในปริมาณสูง และมีส่วนประกอบอื่นในปริมาณต่ำ จะมีสมบัติเชิงกลที่ดี สำหรับเส้นใยที่มีปริมาณลิกนินสูง และมีอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างต่ำ จะมีความแข็งแรงต่ำ แต่มีความยืดหยุ่นสูง

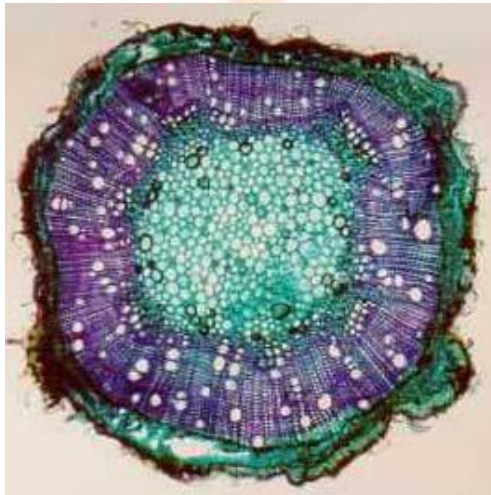
2.3 กัญชง

กัญชงและกัญชาเป็นพืชที่มีต้นกำเนิดมาจากพืชชนิดเดียวกัน แต่จากการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อการใช้ประโยชน์ ทำให้มีการจำแนกพืชทั้งสองชนิดนี้ออกจากกัน โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพฤกษเคมี โดย กัญชง มีชื่อวิทยาศาสตร์ ว่า *Cannabis sativa* L var. *sativa* และใช้ประโยชน์ ด้านเส้นใย ส่วนกัญชา มีชื่อ วิทยาศาสตร์ ว่า *Cannabis sativa* L var. *indica* ใช้ประโยชน์ด้านสารเสพติดและระงับปวด (Burnie และ คณะ, 1998; McPartland และคณะ, 2000)

กัญชง เป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ ด้านเส้นใย โดยจะมีสาร Δ^9 tetrahydrannabinol ต่ำกว่าร้อยละ 0.3 ซึ่งในทางกฎหมายสากลไม่ถือว่าเป็นพืชเสพติด ดังนั้นจึงมีการใช้กัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจในหลายประเทศ เช่น แคนาดา และจีน เป็นต้น โดยอุตสาหกรรมที่สำคัญของเส้นใยกัญชง ได้แก่ การใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเส้นใยของเสื้อผ้า และการทำเยื่อกระดาษ สำหรับประเทศไทย กัญชงยังจัดเป็นพืชห้ามปลูกตามกฎหมาย ยกเว้น เพื่อการศึกษาวิจัย และต้องขออนุญาตพิเศษ ซึ่งปัจจุบันสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ องค์การสวนพฤกษศาสตร์ สำนักนายกรัฐมนตรี ได้จัดทำแผนงานการศึกษาวิจัยกัญชงเพื่อพัฒนาศักยภาพเป็นพืชเศรษฐกิจ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีการใช้วัตถุดิบด้านเส้นใยและเยื่อกระดาษเป็นจำนวนมาก ดังนั้นกัญชงจึงเป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่สามารถให้เส้นใยที่มีคุณภาพสูง มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น สามารถปลูกได้หลายครั้งต่อปี และนอกจากจะใช้ประโยชน์ด้านเส้นใยแล้ว เมล็ดของกัญชงยังมีโปรตีนและน้ำมันที่มีคุณภาพในการบริโภค (สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์, 2544) สำหรับประเทศไทยการศึกษาวิจัยกัญชงยังขาดข้อมูลเป็นอย่างมาก ทั้งทางด้านการผลิต การใช้ประโยชน์จากเส้นใย โปรตีน และน้ำมันในเมล็ด ดังนั้นการศึกษากายการแยกเส้นใยกัญชง จึงเป็นงานวิจัยพื้นฐานที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในการพัฒนาให้พืชนี้มีศักยภาพเป็นพืชเศรษฐกิจต่อไปในอนาคต

เส้นใยจากกัญชง

เส้นใยจากลำต้นเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงและความเหนียว มากกว่าเส้นใยที่มาจากส่วนอื่นๆ โดยเฉพาะแฟล็กซ์ (flax) รามี่ (ramie) และกัญชง (hemp) เป็นต้น ส่วนลำต้นจะประกอบด้วยแกนไม้ล้อมรอบด้วยกลุ่มเส้นใย ซึ่งยาวและกลวง กลุ่มของเส้นใยจะเชื่อมเข้าด้วยกันโดยลิกนินและเพกทิน ภายในกลุ่มเส้นใยเหล่านี้ ประกอบด้วยเส้นใยเดี่ยว ภาควัดขวางของเส้นใยกัญชง แสดงดังรูปที่ 2.3.1



รูปที่ 2.3.1 ภาคตัดขวางของเส้นใยกล้วยง

ที่มา: ลิลลี่ กาวิตะ และคณะ, 2551

ในหลายๆ พื้นที่ของเอเชียได้มีการนำเส้นใยกล้วยงมาใช้ตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ บันทึกในตำนานได้กล่าวไว้ว่า ในประเทศจีนมีการนำเส้นใยกล้วยงมาใช้ในก่อนปีพุทธศักราช ประมาณ 2800 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงแรกของยุคคริสเตียน ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยกล้วยงมีใช้อย่างแพร่หลายในประเทศทางเมดิเตอร์เรเนียน ยุโรป และนับตั้งแต่นั้นมาเส้นใยกล้วยงก็มีการใช้อย่างกว้างขวางทั่วโลก ต้นกล้วยงถูกปลูกเพื่อนำมาทำเส้นใยเป็นส่วนใหญ่

2.4 การแยกเส้นใย

การเก็บเกี่ยวและกระบวนการที่ใช้กับกล้วยงจะมีลักษณะคล้ายแฟลกซ์ เส้นใยจะถูกแยกออกมาจากเนื้อไม้ โดยวิธีหมักโดยน้ำค้าง (dew-retting) หรือหมักด้วยน้ำ (water-retting) จากนั้นจะผ่านกระบวนการขูดลอกเส้นใย (breaking และ scotching) และทำให้เส้นใยนุ่มโดยการทุบด้วยเครื่องจักร หรือมือ

กล้วยงสามารถแยกจากเปลือกแห้งโดยกระบวนการทางกลได้ง่ายกว่า ในกรณีของแฟลกซ์ โครงสร้างและสมบัติของเส้นใยกล้วยงมีความหยابมากกว่าเส้นใยแฟลกซ์ สีมืดเข้มกว่า และการฟอกขาวของเส้นใยทำได้ค่อนข้างยาก เส้นใยมีความแข็งแรงและความคงทน นิยมนำมาใช้ทำเชือกหรือเส้นด้าย การทำเส้นใยกล้วยงจะทำจากส่วนของก้านใบ และลำต้นของต้นกล้วยง

การผลิตเส้นใยจากเปลือกโดยทั่วไปทำได้ 3 วิธี คือ การแยกเส้นใยด้วยมือ (scraping) การแยกโดยวิธีการแช่หมัก (water retting) และการแยกโดยเครื่องจักรกล (decorticating machine)

วิธีแยกเส้นใยออกจากเปลือกไม้ทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

(1) การลอกเปลือกสดออกจากต้นแล้วตากเส้นใยให้แห้ง เส้นใยที่ได้เรียกว่าเส้นใยแห้ง (dry ribbon fiber) วิธีนี้มักทำกันเป็นอุตสาหกรรมภายในครอบครัว

(2) การลอกเปลือกสดออกจากต้นแล้วชุบน้ำออกให้เหลือแต่เส้นใยแล้วตากแดดให้แห้ง เส้นใยที่ได้เรียกว่าเส้นใยชุบ (decorticate fiber)

(3) การลอกเปลือกสด (fresh ribbon) ออกแล้วนำไปแช่หมัก เส้นใยที่ได้เรียกว่าเส้นใยหมัก (retted fiber) วิธีนี้เป็นวิธีประหยัดเนื้อที่แช่ หลังจากตัดต้นสดแล้วใช้ไม้ทุบโคนต้นให้แตกเสียก่อนเพื่อความสะดวกในการลอกเปลือกออกจากแกนลำต้น นำเปลือกสดที่ได้มามัดเป็นกำโดยมัดส่วนโคนแล้วนำไปแช่หมัก

(4) การแช่ทั้งต้นและฟอก เส้นใยที่ได้เรียกว่าเส้นใยฟอก การแช่นี้เป็นงานที่ยุ่งยาก คุณภาพของเส้นใยนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการแช่เป็นหลัก นอกจากนั้นก็ยังขึ้นอยู่กับวัตถุนำมาทပ် ขนาดของมัด ลักษณะและปริมาณของน้ำในกู บ่อ ห้วย หนอง หรือคลองที่แช่ และความหนาของชั้นที่แช่อยู่ได้ระดับน้ำ

(5) การใช้สารเคมีแยกผิวและเมือกที่ปกคลุมเส้นใยออก วิธีการแยกเส้นใยโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆ เรียกว่า การแยกด้วยสารเคมี (chemical extraction) สารเคมีที่ใช้มี โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodiumhydroxide) โซเดียมคาร์บอเนต (sodiumcarbonate) โซเดียมซัลเฟต (sodiumsulfate) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calciumhydroxide) โซเดียมซัลไฟด์ (sodiumsulfide) และเอทิลแอลกอฮอล์ (ethylalcohol)

(6) การแยกผิวเปลือกออกจากเส้นใยโดยใช้เชื้อแบคทีเรีย (bacteriological extraction) แบคทีเรียที่ใช้ได้แก่ *Arthrobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Aerobacter* sp. หรือ *Bacillus vulgatus* และ *Bacillus cereus*

2.4.1 กระบวนการทางเอนไซม์ (enzymatic process)

กระบวนการทางเอนไซม์ หมายถึงกระบวนการเร่งปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ที่พบในสิ่งมีชีวิต ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการทางอุตสาหกรรม

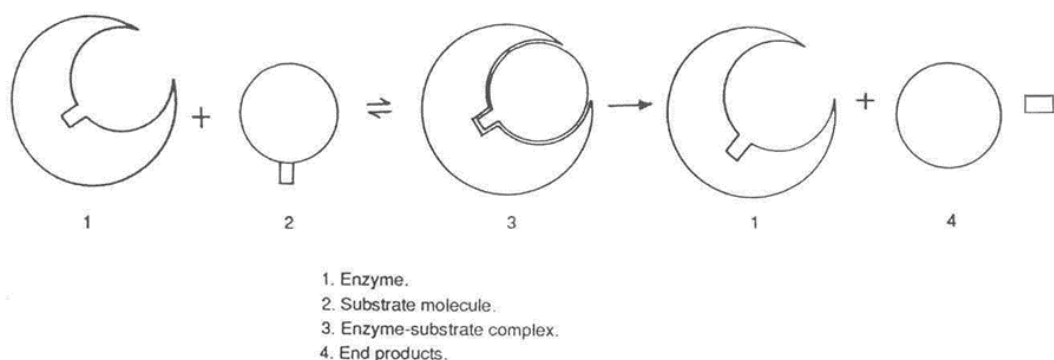
เอนไซม์เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่สามารถทำหน้าที่กระตุ้นปฏิกิริยาเคมีที่จำเพาะเจาะจง ซึ่งอาจเรียกว่า Bio-catalyst ก็ได้ โดยปกติเอนไซม์จะมีอยู่เซลล์ต่าง ๆ ดังนั้นเอนไซม์จะทำหน้าที่ในสภาวะที่มีความดันบรรยากาศ และในสภาวะที่ปานกลาง เช่น ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 8.0 เป็นต้น เอนไซม์ที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส รีดักชัน ออกซิเดชัน ตกตะกอน และแตกตัว สำหรับเอนไซม์ไฮโดรไลซิสนิยมใช้ในงานสิ่งทอ เช่น เอนไซม์เซลลูเลส (cellulase) ทริปซิน (trypsin) ปาเปอิน (papain) เป็นต้น

สมบัติบางอย่างของเอนไซม์มีดังนี้คือ

- (1) เอนไซม์เป็นโมเลกุลที่มีน้ำหนักมาก และค่อนข้างซับซ้อน
- (2) เอนไซม์ไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ซึ่งหากไม่เหมาะสมกับค่าที่เอนไซม์ ต้องการอาจจะเกิดการแตกตัว หรือถูกทำลายได้
- (3) เอนไซม์ทำปฏิกิริยาเฉพาะที่กับโมเลกุลของสาร
- (4) ปฏิกิริยาของเอนไซม์เป็นปฏิกิริยาที่ย้อนกลับได้

ปฏิกิริยาของเอนไซม์

ทฤษฎีแม่กุญแจกับลูกกุญแจ (lock-key theory) จะเป็นทฤษฎีที่ง่ายที่สุดที่จะอธิบายการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ได้ดี แสดงในภาพที่ 2.4.1



รูปที่ 2.4.1 การเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์

ทำปฏิกิริยากับสสารอย่างที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เอนไซม์จะต้องมีบริเวณที่ทำปฏิกิริยา และโมเลกุลของสสารจะต้องติดกับบริเวณที่ทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ เหมือนกับลูกกุญแจที่เปิดแม่กุญแจ จะทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์-สสาร สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างเอนไซม์-สสารจะปล่อยผลิตภัณฑ์สุดท้าย และปลดปล่อยโมเลกุลเอนไซม์ เอนไซม์ที่ถูกปลดปล่อยออกมา และจะเกิดวัฏจักรใหม่

2.4.2 การแยกเส้นใยโดยใช้จุลินทรีย์

การแยกเส้นใยโดยใช้จุลินทรีย์ จะพัฒนาจากกระบวนการแช่หมักตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เปลือกไม้มาแช่ในน้ำเพื่อให้แบคทีเรียไปย่อยสลายเนื้อเยื่อและสารยึดติดเส้นใย เช่น สารเพคติน (pectin) จากเนื้อเยื่อรอบกลุ่มเส้นใย (fiber bundle) ออก ให้เส้นใยแยกออกเป็นเส้นเดี่ยว แบคทีเรียที่นำมาใช้ในการแช่หมักมี 2 ชนิด คือ แบคทีเรียที่มีอยู่ในอากาศตามธรรมชาติหรือใช้แบคทีเรียที่เพาะเลี้ยงบริสุทธิ์ การแช่หมักนานเกินไปมีผลให้เส้นใยเปื่อยขาดง่าย

2.4.3 การแยกเส้นใยด้วยสารเคมี

การแยกเส้นใยด้วยวิธีทางเคมี จะทำให้เส้นใยมีปริมาณลิกนินเจือปนอยู่น้อย แต่ปริมาณเส้นใยที่ได้จากกระบวนการนี้จะมีน้อย กระบวนการทางเคมี บางออกเป็น 3 ลักษณะ ตามสารเคมีที่ใช้ได้แก่

(1) กระบวนการโซดา (soda process) การแยกเส้นใยด้วยวิธีการนี้ มีกระบวนการคล้ายกับการแยกเส้นใยโดยการแช่หมัก แต่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นด่างมาช่วยย่อยสลายเนื้อเยื่อแทนแบคทีเรีย โดยการทำให้พืชที่ต้องการแยกเส้นใยเกิดการพองตัว และโซเดียมไฮดรอกไซด์ย่อยสลายเนื้อเยื่อส่วนที่หลุดออกมา โดยจะเหลือส่วนที่เป็นเส้นใยที่ต้องการ ขั้นตอนนี้ดีกว่าการแช่หมักเพราะไม่ส่งกลิ่นเหม็น และใช้เวลาน้อยกว่า แต่หากใช้ปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไปอาจทำให้เส้นใยเปื่อยและขาดง่าย

(2) กระบวนการซัลเฟต (sulphate process) หรือกระบวนการคราฟต์ (kraft process) สารเคมีที่ใช้คือโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมซัลไฟด์ โดยใช้โซเดียมซัลเฟตเติมทดแทนสารที่ใช้ไปในระหว่างกระบวนการผลิตเยื่อซัลเฟตชนิดไม่ฟอกสี

(3) กระบวนการซัลไฟต์ (sulphite process) กระบวนการนี้เหมาะสำหรับผลิตเยื่อจากไม้เนื้อแข็ง และไม้จำพวกหญ้า สารเคมีที่ใช้คือ สารละลายซัลไฟต์ของแคลเซียม แมกนีเซียม หรือแอมโมเนียม

2.5 สมบัติของเส้นใย

(1) ความละเอียดของเส้นใย (fiber fineness)

ความละเอียดของเส้นใย เป็นตัวกำหนดขนาดภาคตัดขวางของเส้นด้าย และจำนวนเส้นใยต่อภาคตัดขวางของเส้นด้ายจะช่วยกำหนดความแข็งแรงให้กับเส้นด้าย ดังนั้นเองความละเอียดของเส้นใยจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งมีผลต่อกระบวนการปั่นด้ายดังนี้คือ ข้อจำกัดในการปั่นเส้นด้าย (spinning limit) ความเหนียวของเส้นด้าย (yarn strength) ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย (yarn evenness) ความหนาแน่นของเส้นด้าย (yarn fullness) ความมันเงาของเส้นด้าย (yarn luster) ผิวสัมผัสของเส้นด้าย (handle) และผลิตผลเส้นด้าย (yarn productivity) เป็นต้น

(2) ความยาวของเส้นใย (fiber Length)

ความยาวของเส้นใยมีผลต่อกระบวนการปั่นเส้นด้ายคล้ายกับความละเอียดของเส้นใย แต่จะส่งผลต่อเส้นด้ายอีกอย่างหนึ่ง คือการเกิดขนของเส้นด้าย (yarn hairiness) นอกจากนั้นแล้วความยาวของเส้นใยยังมีผลต่อกระบวนการผลิต คือ อัตราการขาดของเส้นด้าย ปริมาณของของเสียที่จะเกิดขึ้นระหว่างการปั่น จำนวนเกลียวในเส้นด้าย และสภาพแวดล้อมของกระบวนการปั่นด้าย

ในกระบวนการปั่นด้ายความยาวของเส้นใยที่มีความยาวมากกว่า 15 มิลลิเมตร ขึ้นไปสามารถใช้ปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีคุณสมบัติที่ดีได้ ส่วนเส้นใยที่มีความยาวต่ำกว่านี้ก็สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายได้แต่คุณสมบัติของเส้นด้ายก็จะลดลง และเส้นใยที่มีความยาวต่ำกว่า 4 - 5 มิลลิเมตร นั้นจะไม่ใช่ที่ต้องการสำหรับการปั่นเป็นเส้นด้าย เพราะแทนที่จะเพิ่มคุณสมบัติที่ดีให้กับเส้นด้าย กลับจะทำให้คุณสมบัติเส้นด้ายนั้นต่ำลง ซึ่งเส้นใยเหล่านี้จะถูกกำจัดหรือสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการผลิตโดยจะเป็นลักษณะของฝุ่นใยสั้น

(3) ความแข็งแรงของเส้นใย (fiber strength)

ความแข็งแรงเป็นสมบัติเฉพาะของเส้นใยแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป ซึ่งความแข็งแรงของเส้นใยที่ใช้ในงานสิ่งทอควรมีค่าความแข็งแรงโดยประมาณที่ 6 cN/Te ดังนั้นเส้นใยที่จะสามารถปั่นเกลียวให้เกิดเป็นเส้นด้ายได้ควรจะเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงโดยประมาณร้อยละ 30-70 ของความ

แข็งแรงของเส้นใยนั้น หรือมีค่าต่ำสุดที่ 3 cN/Te โดยค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายจะแปรผันโดยตรงกับความแข็งแรงของเส้นใยที่นำมาทำการปั่น

(4) การยืดตัวของเส้นใย (fiber elongation)

การยืดตัวของเส้นใย โดยมากหากคำนึงถึงลักษณะการยืดตัวที่มีผลกระทบกับการปั่นเส้นด้าย มักจะกล่าวถึงการยืดตัวก่อนขาด (elongation at break) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการยืดตัวได้สูงสุดจนกระทั่งเส้นใยขาดมีหน่วยในการวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบด้วยเครื่องเดียวกันกับเครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย ซึ่งความสามารถในการยืดตัวของเส้นใย สามารถใช้บ่งบอกสมบัติของเส้นใยได้ เช่น รอยยับย่นของเส้นใยที่มีค่าการยืดตัวที่สูงกว่าจะมีรอยยับย่นที่น้อย อย่างไรก็ตามค่าการยืดตัวที่สูงเกินไปของเส้นใย บางครั้งก็ไม่ได้มีความจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์ทางสิ่งทอ เพราะจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการปั่นด้าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการรีดปูย เป็นต้น

(5) การคงรูป หรือความกระด้างของเส้นใย (the slenderness / stiffness)

ความกระด้างของเส้นใย มีผลกับเส้นใยในระหว่างการเคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้งลดขนาด หรือลูกกลิ้งอื่น ๆ รวมถึงความสามารถในการบิดเกลียว โดยเส้นใยที่มีความกระด้างมากจะทำให้การเคลื่อนที่ของเส้นใยเป็นไปได้อย่างยาก และการบิดตัวเพื่อให้เกิดเกลียวก็จะไม่สมบูรณ์ด้วยเช่นกัน และนอกจากนี้ปัญหาที่จะตามมาจากความกระด้างของเส้นใย คือการเกิดเป็นเม็ดปุมปม (neps) ในเส้นด้าย ซึ่งถือเป็นจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นกับเส้นด้าย สำหรับอัตราส่วนการคงรูปของเส้นใยสามารถหาได้จากสมการดังนี้

อัตราส่วนการคงรูปของเส้นใย = ความยาวของเส้นใย / เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใย

(6) ความสะอาดของเส้นใย (fiber cleanness)

ความสะอาดของเส้นใยในที่นี้หมายถึง เส้นใยที่ไม่มีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก หรือมีการปนเปื้อนน้อย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการปั่น และคุณภาพของเส้นด้าย รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเอาใจใส่อย่างมากในเรื่องนี้ เพราะสิ่งปนเปื้อนดังกล่าวจะเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความยุ่งยากในกระบวนการปั่นเส้นด้าย เช่นหากมีเศษกึ่งก้าน และเปลือกเมล็ดปนอยู่ก็จะมีผลต่อการกระจายตัวของเส้นใยในกระบวนการทำความสะอาดและสาวใย หรือขั้นตอนการรีดปูยเพื่อลดขนาดทำให้เกิดการขาด และมีการหยุดเครื่องบ่อย ๆ นอกจากนั้นสิ่งปนเปื้อนหรือสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เหล่านี้จะก่อให้เกิดการสะสมตัว และติดที่พื้นหนามเปิดเส้นใย หรือสะสมในร่องของลูกถ้วย ในกรณีที่ทำกรปั่นเป็นเส้นด้ายแบบลูกถ้วยปั่น (rotor spinning)

2.6 การทดสอบเส้นใย

ในอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสิ่งทอไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของเส้นใย เส้นด้าย ผ้าผืนสำเร็จ หรือ เสื้อผ้าสำเร็จรูป คุณภาพและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เป็นเรื่องที่สำคัญ การศึกษาสมบัติของเส้นใย ถือเป็นสิ่งจำเป็นเพราะเส้นใยที่ดี จะส่งผลถึงคุณภาพของเส้นด้าย คุณภาพของผ้าผืนที่ดี โดยสมบัติของเส้นใยที่ควรพิจารณามี ดังนี้

(1) **ลักษณะภายนอกของเส้นใย (external structure)** หมายถึง ลักษณะของเส้นใยที่สามารถตรวจดูได้ด้วยตาเปล่า หรือด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 100 เท่าขึ้นไป ลักษณะภายนอกของเส้นใยมีผลต่อการปั่นเส้นด้าย โครงสร้างผ้า ลักษณะผิวผ้า และความสบายต่อการสวมใส่ เป็นต้น โดยลักษณะภายนอกของเส้นใย ได้แก่ ลักษณะตามยาว (longitudinal section) ลักษณะด้านตัดขวาง (cross section) ลักษณะผิวของเส้นใย สี และความเป็นมัน (luster)

(2) **สมบัติทางกายภาพ (physical properties)** ได้แก่ ความยาว (length) ความละเอียด (fineness) ความแข็งแรง (strength) ความสามารถปั่นเป็นเส้นด้ายได้ (spinability) บิดตัวหรือโค้งงอได้ (flexibility or pliability) ความเป็นแบบเดียวกัน (uniformity) ความหนาแน่น (density) การดูดความชื้น (moisture absorption) การยืดตัว (elongation) ความยืดหยุ่น (elasticity) ความคืนตัว (resiliency) ความทนต่อการขัดถู (abrasion resistance) การนำไฟฟ้าและการนำความร้อน (electrical and thermal conductivity) การทนต่อความร้อน (thermal resistance)

(3) **สมบัติทางเคมี (chemical properties)** ได้แก่ ความคงทนต่อสารเคมี ซึ่งได้แก่ กรด ด่าง สารฟอกขาว สารทำลายอินทรีย์บางชนิด โดยสมบัตินี้จะได้นำไปใช้ในการเลือกใช้สารเคมีให้เหมาะสมกับชนิดของเส้นใย สมบัติทางเคมีอีกประการคือความทนต่อแสงแดด ซึ่งแสงแดดอาจทำให้เส้นใยมีความเหนียวและความแข็งแรงลดลงได้

(4) **สมบัติทางชีวภาพ (biological properties)** สมบัติทางชีวภาพของเส้นใยจะแสดงออกและเปลี่ยนแปลงเมื่อเส้นใยสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์ และก่อให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

รูปแบบการทดลองเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experiment research design) แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุและสารเคมี

เส้นใยคัญชง จากร้านฝ้ายทอง จังหวัดเชียงใหม่

โซเดียมไฮดรอกไซด์ ชนิดเกล็ด เกรดการค้า (caustic soda flakes บริษัทเอ็มซี อินดัสเทรียล เคมีคัล จำกัด)

กรด กรดอะซิติก (acetic acid 99.5 % บริษัทเอ็มซี อินดัสเทรียล เคมีคัล จำกัด)

สารฟอกขาวไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 (hydrogen peroxide 50% solution, บริษัทเพอร์ออกซิไทย จำกัด)

สารช่วยคงสภาพ: สารประกอบของเกลืออินทรีย์กับเกลืออนินทรีย์ (complex blend of organic and inorganic salts: NEORATE 02 hydrogen peroxide stabilizer, STC NICCA CO., LTD.)

สารทำความสะอาด (nonionic scouring and soaping agent: SUNMORL 800L scouring and soaping agent non APEO, STC NICCA CO., LTD.)

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องทอสารละลายแม่เหล็ก

เครื่องทดลองย้อมลินีเทสต์ (Linitest: Atlas ประเทศเยอรมัน)

เครื่องวัดสี (CCM : Computer Color Matching; Spectrophotometer Portable Color Measurement model MINISCAN XE PLUS Hunter Associates Laboratory, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา) ผู้จัดจำหน่าย Color Associates Co., Ltd.

เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด 3 ตำแหน่ง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 การแยกเส้นใยกล้วยแบบขั้นตอนเดียว

ขั้นตอนนี้เป็นการทดลอง เพื่อหาความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสมในการแยกเส้นใยกล้วยแบบขั้นตอนเดียว สารเคมีที่ใช้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดเกล็ด และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 โดยมีสารทำความสะอาด และสารคงสภาพเป็นสารช่วย ปริมาณสารที่ใช้แสดงในตารางที่ 3.1.1 และขั้นตอนการทดลองแสดงในรูปที่ 3.1.1

ตารางที่ 3.1.1 ปริมาณสารเคมีในการแยกเส้นใยกล้วยแบบขั้นตอนเดียว

ตัวอย่าง	เส้นใยกล้วย (กรัม)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)
1	5	0	5	2	0
2	5	0	10	2	0
3	5	0	15	2	0
4	5	1	5	2	5
5	5	1	10	2	5
6	5	1	15	2	5
7	5	3	5	2	5
8	5	3	10	2	5
9	5	3	15	2	5
10	5	6	5	2	5
11	5	6	10	2	5
12	5	6	15	2	5
13	5	9	5	2	5
14	5	9	10	2	5
15	5	9	15	2	5
16	5	12	5	2	5
17	5	12	10	2	5
18	5	12	15	2	5
19	5	6	0	2	5
20	5	0	0	2	5
21	5	6	5	0	0

(1) เตรียมสารละลายสำหรับการทดลอง ตามปริมาณที่ระบุในตารางที่ 3.2.1 ในอัตราส่วน สารละลายต่อวัสดุ 50:1 (L:R 50:1)

(2) นำเส้นใยและสารละลาย เติมลงในกระบอกเครื่องทดลองลิมิเทสต์

(3) ตั้งค่าเครื่องทดลองลิมิเทสต์ (Linitest) โดยตั้งอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเวลา 60 นาที

(4) นำกระบอกทดลอง ที่บรรจุสารละลายและเส้นใยแล้วบรรจุลงเครื่องลิมิเทสต์ แล้วเปิดการทำงานของเครื่องทดสอบ เมื่อครบเวลา 60 นาที นำตัวอย่างเส้นใยที่ออกมาล้างน้ำสะอาด และล้างด้วยกรดแอซิดิกเข้มข้นร้อยละ 0.01 เพื่อทำให้เป็นกลาง หลังจากนั้นล้างน้ำสะอาดซ้ำอีกครั้ง แล้วจึงบีบน้ำส่วนเกินออก นำตัวอย่างเส้นใยไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูล

(5) นำเส้นใยที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติเส้นใยในขั้นตอนที่ 4

หมายเหตุ ในทุกสภาวะการทดลอง ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง





ชั่งน้ำหนักเส้นใย



บรรจุเส้นใยในกระบอกทดลอง



เติมสารเคมี



ใส่กระบอกทดลองในเครื่องซ้อมลินีเทสต์
ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที



เมื่อครบเวลา ล้างทำความสะอาดเส้นใย

รูปที่ 3.1.1 การแยกเส้นใยกัญชงแบบขั้นตอนเดียว

ขั้นตอนที่ 2 การแยกเส้นใยกัญชง 2 ขั้นตอน

การทดลองแยกเส้นใยกัญชง 2 ขั้นตอน มีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแยกเส้นใยระหว่างแบบขั้นตอนเดียว และแบบสองขั้นตอน โดยนำผลการทดลองสภาวะที่ดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1 มาใช้ แต่แบ่งเป็นแยกเส้นใยเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ชั่งเส้นใยกัญชงน้ำหนัก 20 กรัม นำไปต้มทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณที่ได้จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 สารทำความสะอาดปริมาณ 2 กรัมต่อลิตร ในเครื่องทดลองลินีเทสต์ (Linotest) โดยตั้งอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที

(2) เมื่อครบเวลา ตามกำหนด นำตัวอย่างเส้นใยมา มาต้มฟอกด้วยด้วยสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ปริมาณที่ได้จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 และสารคงสภาพปริมาณ 5 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองขยายขนาดตัวอย่างขั้นตอนเดียว

นำผลที่ดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 มาขยายสเกล 20 เท่า โดยวิธีทดลอง ด้วยการต้มแยกและฟอกขาวเส้นใยตัวอย่างในหม้อต้มแบบระบบเปิด ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส(หรือเดือด) เป็นเวลา 60 นาที และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์และทดสอบสมบัติของเส้นใย

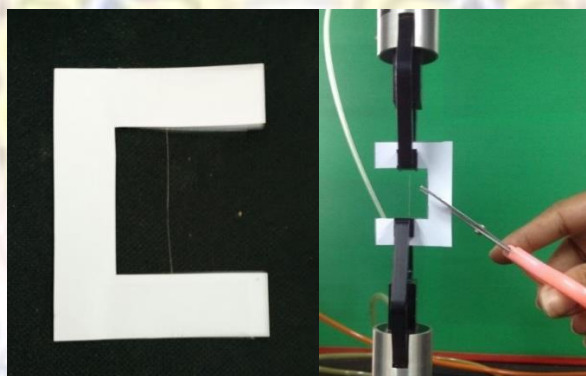
(1) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักก่อนและหลังการทดลอง

(2) เปรียบเทียบดัชนีความขาว (WI index) และดัชนีความเหลือง (YI index)

(3) วิเคราะห์ปริมาณ เซลลูโลส (cellulose) ลิกนิน (lignin) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) (โดยวิเคราะห์ที่ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ตามวิธีวิเคราะห์ Method Analysis: Acid detergent fiber (ADF): Neutral detergent fiber (NDF): Acid detergent Lignin (ADL): Cellulose and Hemicellulose base on Georing and Van Soest (1970), Van Soest (1991) and AOAC (2000)

(4) ทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย ความทนต่อแรงดึงและการยืดตัวที่จุดขาด (Tensile strength and Elongation) (โดยทดสอบที่ห้องปฏิบัติการทดสอบ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี) วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D3822-01 ดังนี้

- นำเส้นใย มาจึงกับตัวซีแคมป์ (C-Camp) ความยาว 2.5 เซนติเมตร โดยจัดเตรียมตัวอย่างเส้นใย กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.1.2



รูปที่ 3.1.2 การเตรียมตัวอย่างเส้นใยเป็นรูปซีแคมป์ (C-Camp)

- นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ ไปทดสอบการทนต่อแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงต่อการดึง โดยใช้ โหลดเซลล์ (load cell) ขนาด 10 นิวตัน (N) ระยะการดึง (gate length) 25 มิลลิเมตร และใช้ความเร็วในการดึง 30 มิลลิเมตรต่อนาที



บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 สมบัติของเส้นใยก่อนทดลอง

นำเส้นใยกล้วย (รูปที่ 4.1.1) มาทดสอบสมบัติเส้นใย ได้แก่ดัชนีความขาว ดัชนีความเหลือง ความทนต่อแรงดึง การยืดตัวที่จุดขาด ปริมาณเซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลส โดยทดสอบ 3 ครั้ง ได้ผลทดสอบแสดงในตารางผนวกที่ 1.1 และตารางที่ 4.1.1



รูปที่ 4.1.1 เส้นใยกล้วยจาก ร้านฝ้ายทอง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 4.1.1 สมบัติของเส้นใยก่อนการทดลอง

สมบัติของเส้นใย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าอ้างอิง ¹	ค่าอ้างอิง ²
1. ดัชนีความขาว	-125.83	0.52		
2. ดัชนีความเหลือง	60.15	0.51		
3. ความทนต่อแรงดึง (cN)	70.55	0.97		
4. การยืดตัวที่จุดขาด (ร้อยละ)	3.55	0.30		
5. เซลลูโลส (ร้อยละ)	83.69	-	78.4-81.7 ¹	64-71 ²
6. ลิกนิน (ร้อยละ)	8.30	-	10-13 ¹	3-8 ²
7. เฮมิเซลลูโลส (ร้อยละ)	8.40	-	5.7-6.4 ₁	4-6 ²

¹ Jankauskiene et al., 2015

² Liu et al. 2015

จากการศึกษาสมบัติของเส้นใยัญชงที่ได้จาก ร้านฝ้ายทอง จังหวัดเชียงใหม่ เส้นใยที่ได้มีสีน้ำตาลเข้มเหมือนเปลือกของลำต้น เส้นใยมีความกระด้าง เส้นใยเหยียดตรง ความหึงงอนน้อย เมื่อหักงอคืนตัวได้น้อย มีเศษเปลือกของลำต้นและสิ่งเจือปน สังเกตเห็นได้ชัดเจน

4.2 การแยกเส้นใยัญชงแบบขั้นตอนเดียว

4.2.1 การแยกเส้นใยัญชงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยัญชงมาแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 - 15 กรัมต่อลิตร และใช้สารทำความสะอาด 2 กรัมต่อลิตร ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2.1

ตารางที่ 4.2.1 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกเส้นใยโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์

ลำดับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					ภาพเส้นใย
		สี	ผิวสัมผัส	ความเงามัน	ความโค้งงอ	สิ่งสกปรก	
1	ก่อนทดลอง	สีน้ำตาลเข้มเหมือนเปลือกไม้	กระด้าง	มีความเงามัน	เส้นใยเหยียดตรง หักงอคืนตัวได้น้อย	มีเศษเปลือกลำต้น และสิ่งสกปรกเจือปนมาก	
	5	น้ำตาลเข้มมาก และออกเขียว	มีความแข็ง เส้นใยโต หยิบและกระด้าง	เป็นเงามัน	เส้นใยเหยียดตรง หักงอคืนตัวน้อย	มีเศษเปลือกติดอยู่	

ลำดับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อ ลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					ภาพเส้นใย
		สี	ผิวสัมผัส	ความเงา มัน	ความ โค้งงอ	สิ่งสกปรก	
2	10	น้ำตาล เข้ม ออก เหลือง	มีความ แข็ง เส้น โต หยาบ และ กระด้าง	เป็นเงา มัน สีน เล็กน้อย	เส้น เหยียด ตรง หัก งอไม่ คืนตัว	มีเศษ เปลือกติด อยู่	
3	15	น้ำตาล เข้ม ออก เหลือง	มีความ แข็ง เส้น โต หยาบ และ กระด้าง	เป็นเงา มัน สีน เล็กน้อย	เส้น เหยียด ตรง หัก งอไม่ คืนตัว	มีเศษ เปลือกติด อยู่	

จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพของเส้นใยที่แยกโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่า หลังการแยกเส้นใยมีความเงามันและลื่นขึ้นเล็กน้อย เมื่อหักงอไม่คืนตัว เส้นใยมีสีอ่อนลงเล็กน้อย และยังพบเศษเปลือกไม้และสิ่งเจือปนอยู่ โดยเมื่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นเมื่อสังเกต ด้วยสายตาพบว่าผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อเส้นใยมีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก

4.2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 5 - 15 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวิเคราะห์หา ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.1 และตาราง ที่ 4.2.2

ตารางที่ 4.2.2 ปริมาณธาตุโลหะ เหมธาตุโลหะ และลิกนินในเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

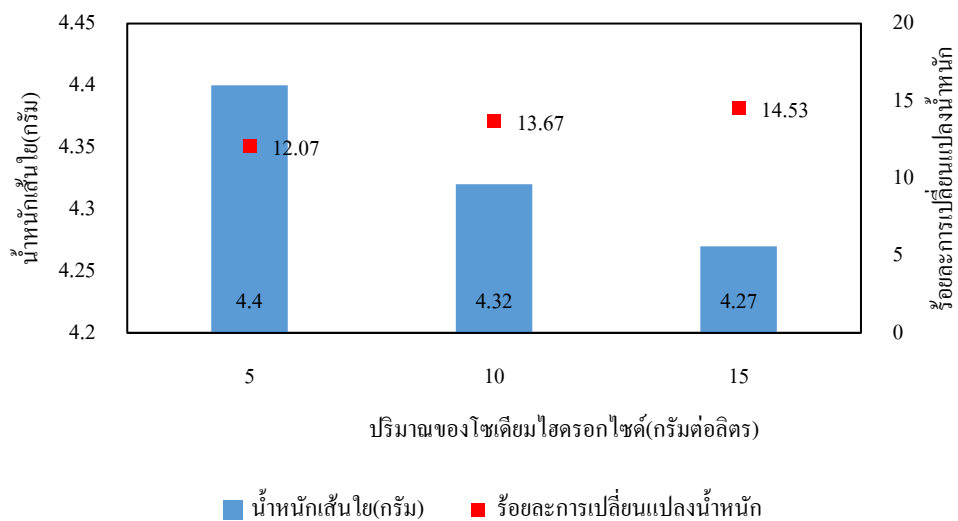
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ธาตุโลหะ (ร้อยละ)	ลิกนิน (ร้อยละ)	เหมธาตุโลหะ (ร้อยละ)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง		
				ธาตุโลหะ	ลิกนิน	เหมธาตุโลหะ
ก่อนทดลอง	83.69	8.30	7.40	-	-	-
5	81.70	7.79	7.16	1.18	6.14	3.24
10	81.77	7.54	6.41	2.29	9.16	13.38
15	82.26	7.69	6.31	1.71	7.35	14.73

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณ 5 – 15 กรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุโลหะของเส้นใยไม่มากนัก และมีผลทำให้ปริมาณลิกนิน และเหมธาตุโลหะในเส้นใยลดลง โดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นทำให้ปริมาณลิกนิน และเหมธาตุโลหะในเส้นใยลดลงมากขึ้นด้วย

4.2.1.2 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

(1) น้ำหนักของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 - 15 กรัม ต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.2 - 1.3 และรูปที่ 4.2.1 นำค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อน้ำหนักเส้นใยกล้วยหลังการแยกหรือไม่ ได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.2.3 - 4.2.4



รูปที่ 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยไคโตซาน

ตารางที่ 4.2.3 การทดสอบผลของปริมาณไคโตซานต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยกล้วย

ไคโตซาน (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	F	P
5	4.40	0.02	70.4667	<0.001
10	4.32	0.01		
15	4.27	0.01		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

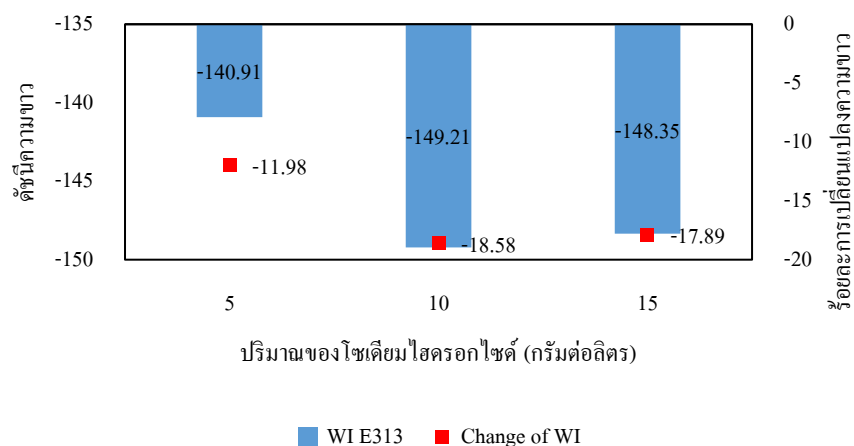
ตารางที่ 4.2.4 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไคโตซานรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยกล้วย

คู่เปรียบเทียบ			d	P
ไคโตซาน 5 กรัมต่อลิตร	กับ	ไคโตซาน 10 กรัมต่อลิตร	0.08*	0.016
ไคโตซาน 10 กรัมต่อลิตร	กับ	ไคโตซาน 15 กรัมต่อลิตร	0.04*	0.001
ไคโตซาน 15 กรัมต่อลิตร	กับ	ไคโตซาน 5 กรัมต่อลิตร	0.12*	0.006

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยกัญชงหลังการแยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยกัญชงหลังแยก อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้เส้นใยกัญชงมีน้ำหนักลดลง

(2) ดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5- 15 กรัม ต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าดัชนีความขาวด้วยเครื่องวัดสี (CCM) ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.4 – 1.5 และรูปที่ 4.2.2 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อดัชนีความขาวเส้นใยกัญชงหลังการแยกหรือไม่ ได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.2.5 – 4.2.6



รูปที่ 4.2.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.5 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเส้นใย
กัญชง

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
5	-140.91	3.12	12.1779	0.008
10	-149.21	1.56		
15	-148.35	1.79		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

ตารางที่ 4.2.6 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนี
ความขาวเส้นใยกัญชง

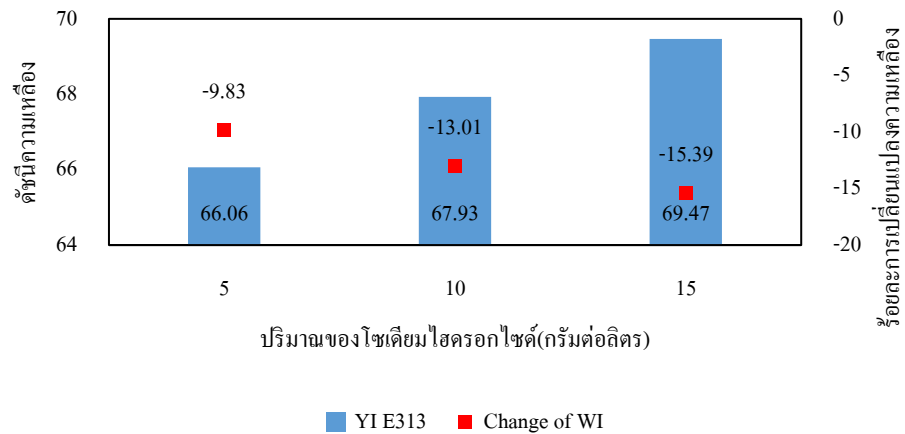
คู่เปรียบเทียบ			d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	8.30*	0.027
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	0.86	0.0565
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	7.44*	0.034

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงหลังการแยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงหลังแยก อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้เส้นใยกัญชงมีความขาวลดลง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นถึงจุดหนึ่งการเปลี่ยนแปลงดัชนีความขาวเริ่มคงที่ โดยผลจากการเปรียบเทียบสถิติรายคู่ตามตารางที่ 4.2.5 การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร และปริมาณ 15 กรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวไม่แตกต่างกัน

(3) ดัชนีความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 - 15 กรัม ต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าดัชนีความเหลืองด้วย เครื่องวัดสี (CCM) ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.6 – 1.7 และรูปที่ 4.2.3 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่น

ร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อดัชนีความเหลืองเส้นใยกัญชงหลังการแยกหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.7 – 4.2.8



รูปที่ 4.2.3 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.7 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองเส้นใยกัญชง

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
5	66.06	0.85	24.1580	0.001
10	67.93	0.43		
15	69.49	0.43		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

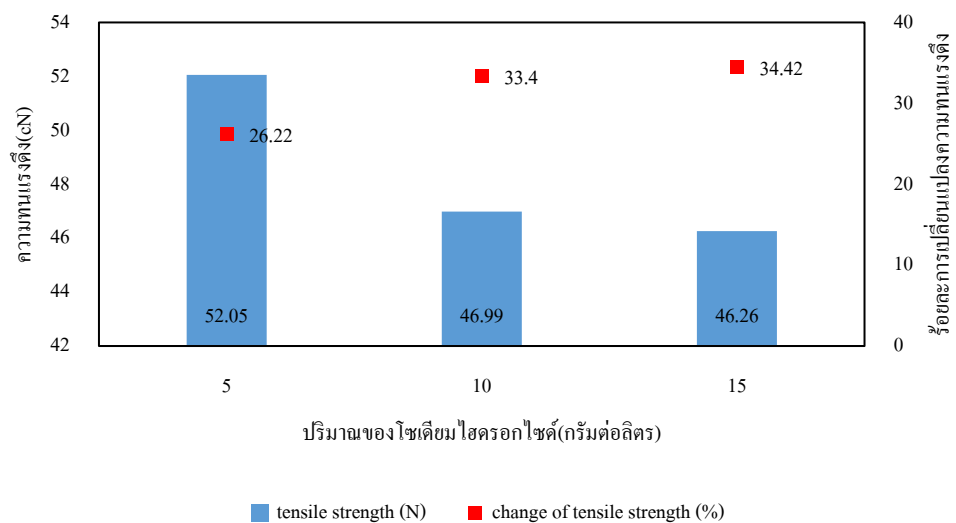
ตารางที่ 4.2.8 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองเส้นใยกัญชง

คู่เปรียบเทียบ			d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	1.91*	0.040
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	1.49*	0.013
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	3.41*	0.009

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงดัชนีความเหลืองของเส้นใยกล้วยหลังการแยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนีความเหลืองของเส้นใยกล้วยหลังแยก อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้เส้นใยกล้วยมีความเหลืองเพิ่มขึ้น

(4) ความทนแรงดึงของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 - 15 กรัม ต่อลิตร ปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าความทนแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.8 – 1.9 และรูปที่ 4.2.4 นำค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยกล้วยหลังการแยกหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.9



รูปที่ 4.2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความทนแรงดึงของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.9 การทดสอบผลของปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงเส้นใยัญง

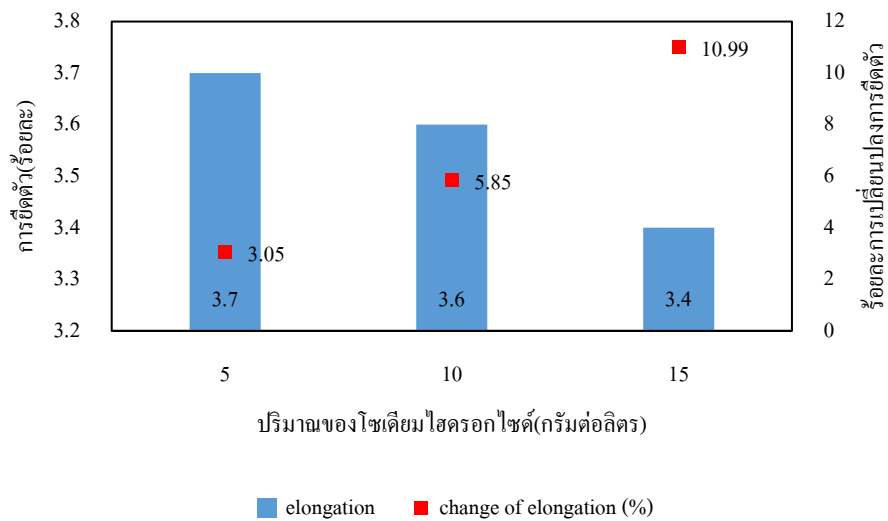
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
5	52.05	3.64	4.4403	0.067
10	46.99	2.17		
15	46.26	1.53		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความทนแรงดึงของเส้นใยัญงหลังการแยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลการทดลองพบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในช่วง 5-15 กรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความทนแรงดึงของเส้นใยัญงหลังแยก

(5) การยัดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยัญงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยัญงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 - 15 กรัม ต่อลิตร ปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าการยัดตัว ณ จุดขาด ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.10 – 1.11 และรูปที่ 4.2.5 นำค่าเฉลี่ยการยัดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยการยัดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยัญงหลังการแยกหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.10



รูปที่ 4.2.5 การเปลี่ยนแปลงค่าการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกล้วยงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.10 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกล้วยง

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (%)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
5	3.70	0.06	5.4409	0.045
10	3.60	0.05		
15	3.40	0.18		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกล้วยงหลังการแยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลการทดลองพบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในช่วง 5 - 15 กรัมต่อลิตร ยังไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกล้วยงหลังแยก

4.2.2 ผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในการแยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว

การแยกเส้นใยกับของด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร่วมกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว จะเลือกใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 5 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1 - 12 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5 กรัมต่อลิตร ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2.11

ตารางที่ 4.2.11 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกเส้นใยโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

ลำดับ	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					ภาพเส้นใย
		สี	ผิวสัมผัส	ความเงามัน	ความโค้งงอ	สิ่งสกปรก	
ก่อนทดลอง		สีน้ำตาลเข้มเหมือนเปลือกไม้	กระด้าง	มีความเงามัน	เส้นใยเหยียดตรง หักงอได้น้อย เมื่อหักงอคืนตัวได้น้อย	มีเศษเปลือก ลำต้น และสิ่งสกปรกเจือปนมาก	
1	1	น้ำตาลนวล	มีความแข็ง เส้นใยโด้หยาบ และกระด้าง	เป็นเงามัน	เส้นใยหักงอเล็กน้อย หักงอคืนตัวน้อย	มีเศษเปลือก ติดอยู่เล็กน้อย	

ลำดับ	ไอโครเจน เพอร์ ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					ภาพเส้นใย
		สี	ผิวสัมผัส	ความ เงามัน	ความ โค้งงอ	สิ่ง สกปรก	
2	3	เหลือง นวล	มีความ แข็ง เส้น โต หยาบ และ กระด้าง	เป็นเงา มัน	เส้น หยิกงอ เล็กน้อย ไม่ฟูตัว หักงอ คืนตัว น้อย	พบเศษ สิ่ง สกปรก เล็กน้อย	
3	6	ขาว นวล	เส้นโต หยาบแต่ ไม่ กระด้าง	เป็นเงา มัน	เส้น หยิกงอ เล็กน้อย ไม่ฟูตัว หักงอ คืนตัว น้อย	พบเศษ สิ่ง สกปรก เล็กน้อย	
4	9	ขาว นวล	เส้นโต หยาบ กระด้าง กรอบ	เป็นเงา มัน เส้น เล็กน้อย เส้นไข	เส้น หยิกงอ เล็กน้อย ไม่ฟูตัว หักงอ คืนตัว ง่าย น้อย	ไม่พบ เศษสิ่ง สกปรก	
5	12	ขาว นวล	เส้นโต นุ่ม แต่ ไม่ฟู	เป็นเงา มัน เส้น เล็กน้อย	เส้น หยิกงอ เล็กน้อย หักงอ คืนตัว น้อย	ไม่พบ เศษสิ่ง สกปรก	

จากการสังเกตลักษณะของเส้นใยกัญชงที่ได้จากการแยกเส้นใยกัญชงโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว พบว่าเส้นใยมีความขาวมากขึ้น เศษสิ่งสกปรกลดน้อยลง มีความเป็นเงามัน ตามปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อใช้ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์สูงขึ้นจะทำให้เส้นใยกรอบแตกหัก ขาดออกจากกันได้ง่าย ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตรเพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ โดยเส้นใยมีความขาว และสามารถกำจัดเศษเปลือกเจียนและสิ่งสกปรกได้ดี

4.2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 5 กรัม และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1-12 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.32 - 1.34 และตารางที่ 4.2.12

ตารางที่ 4.2.12 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	เซลลูโลส (ร้อยละ)	ลิกนิน (ร้อยละ)	เฮมิเซลลูโลส (ร้อยละ)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง		
				เซลลูโลส	ลิกนิน	เฮมิเซลลูโลส
ก่อนทดลอง	83.69	8.30	7.40			
0	81.70	7.79	7.16	2.38	13.74	3.24
1	81.07	7.24	7.02	3.13	15.42	5.14
3	81.83	5.87	6.40	3.42	22.89	13.51
6	80.42	3.88	6.73	3.91	18.92	9.05
9	78.79	3.29	5.97	5.85	28.07	19.32
12	76.19	3.17	5.63	8.36	32.17	23.92

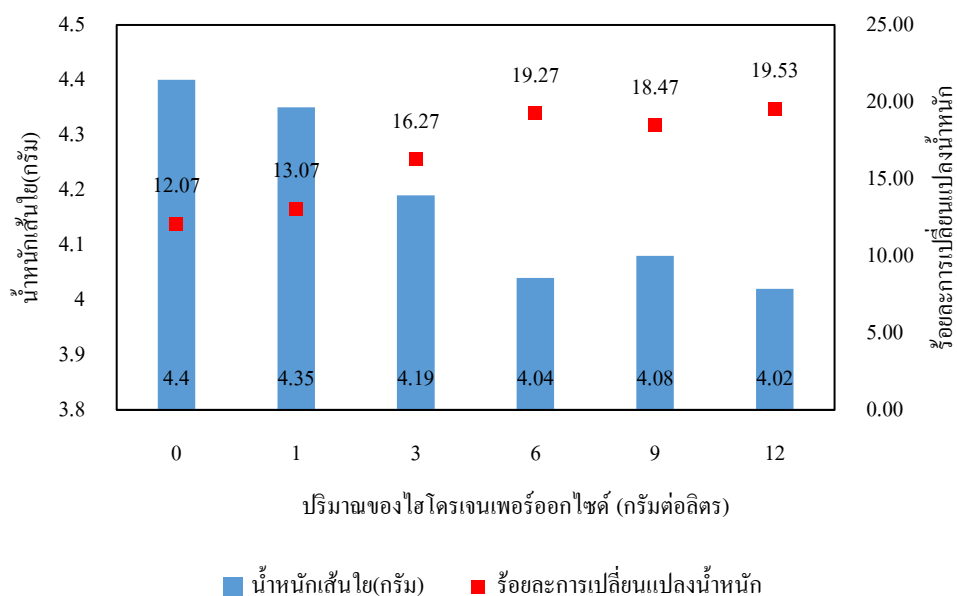
จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 5 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1 - 12 กรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อการลดลงขององค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย

โดยมีผลต่อการลดลงของปริมาณลิกนินมากที่สุด รองลงมาเป็นปริมาณเฮมิเซลลูโลส และปริมาณเซลลูโลสตามลำดับ

4.2.1.2 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

(1) น้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

นำเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 5 กรัม และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1 - 12 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง ซึ่งน้ำหนักก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.2 - 1.3 และรูปที่ 4.2.6 นำค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ปริมาณของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.14 – 4.15



รูปที่ 4.2.6 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

ตารางที่ 4.2.13 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยกัญชง ที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
0	4.40	0.02	167.7905	<0.001
1	4.35	0.02		
3	4.19	0.02		
6	4.04	0.01		
9	4.08	0.04		
12	4.02	0.02		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 3.1059

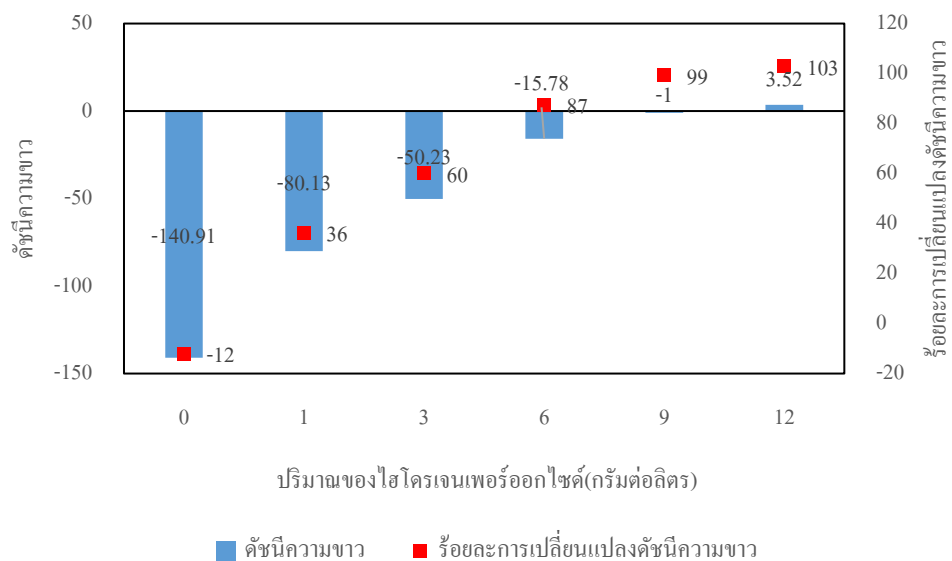
ตารางที่ 4.2.14 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใย กัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว

คู่เปรียบเทียบ			d	P
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	0.05	0.050
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	0.16*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	0.21*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	0.36*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	0.31*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	0.15*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	0.32*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	0.27*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	0.11*	0.019
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	0.04	0.179
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	0.37*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	0.32*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	0.16*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	0.01	0.299
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	0.05	0.103

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว พบว่าปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเส้นใยกัญชงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นน้ำหนักของเส้นใยกัญชงจะลดลง และเมื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จนถึงจุดหนึ่ง (6 กรัมต่อลิตร) การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยเริ่มคงที่ ซึ่งสังเกตจากการเปรียบเทียบผลของปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยกัญชงตามตารางที่ 4.2.14 พบว่าน้ำหนักของเส้นใยหลังการแยกที่ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร ไม่แตกต่างจากปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 9 และ 12 กรัมต่อลิตร

(2) ดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว โดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1-12 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าดัชนีความขาวด้วยเครื่องวัดสี (CCM) ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.4 – 1.5 และรูปที่ 4.2.7 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ปริมาณของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.15 – 4.2.16



รูปที่ 4.2.7 การเปลี่ยนแปลงของค่าความขาวของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮโครออกไซด์ และ ไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโครเจน เพอร์ออกไซด์

ตารางที่ 4.2.15 การทดสอบผลของปริมาณไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยค่าความขาวเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮโครออกไซด์และไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว

ไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
0	-140.91	3.12	1365.1382	<0.001
1	-80.13	3.88		
3	-50.23	3.08		
6	-15.78	2.17		
9	-1.000	1.42		
12	3.52	0.25		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 3.1059

ตารางที่ 4.2.16 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

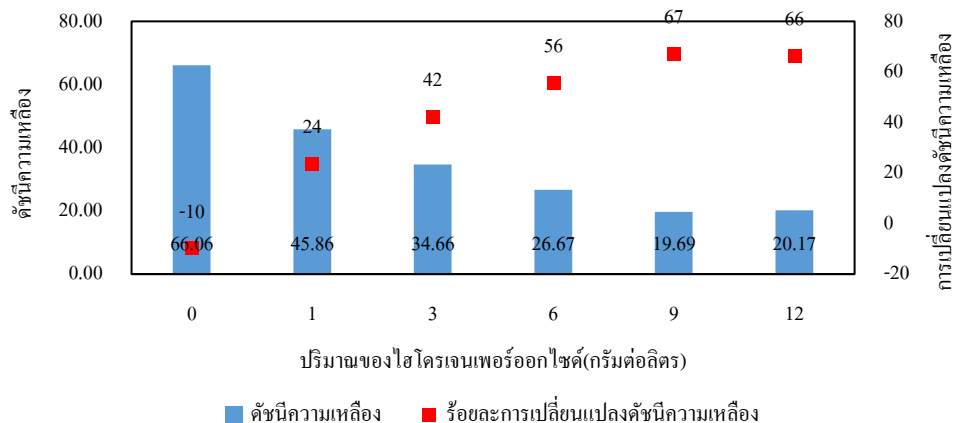
คู่เปรียบเทียบ			d	P
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	60.78*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	29.89*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	90.68*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	125.13*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	64.35*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	34.46*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	139.91*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	79.13*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	49.23*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	14.78*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	144.43*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	83.65*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	53.75*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	19.30*	0.004
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	4.52*	0.028

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว พบว่า ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความขาวของเส้นใยกัญชงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นทำให้เส้นใยกัญชงมีค่าความขาวมากขึ้น

(3) ดัชนีความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว (แปรผันปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์)

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 กรัม และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1-12 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าดัชนีความเหลืองด้วยเครื่องวัดสี (CCM) ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.6 – 1.7 และรูปที่ 4.2.8 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความ

เหลือของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลือของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.17 – 4.2.18



รูปที่ 4.2.8 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเหลือของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจน เปอร์ ออกไซด์

ตารางที่ 4.2.17 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลือ เส้นใยกัญชงที่ แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ใน ขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
0	66.06	0.85	449.5127	<0.001
1	45.86	1.35		
3	34.66	3.13		
6	26.67	0.09		
9	19.69	0.69		
12	20.17	0.06		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 3.1059

ตารางที่ 4.2.18 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

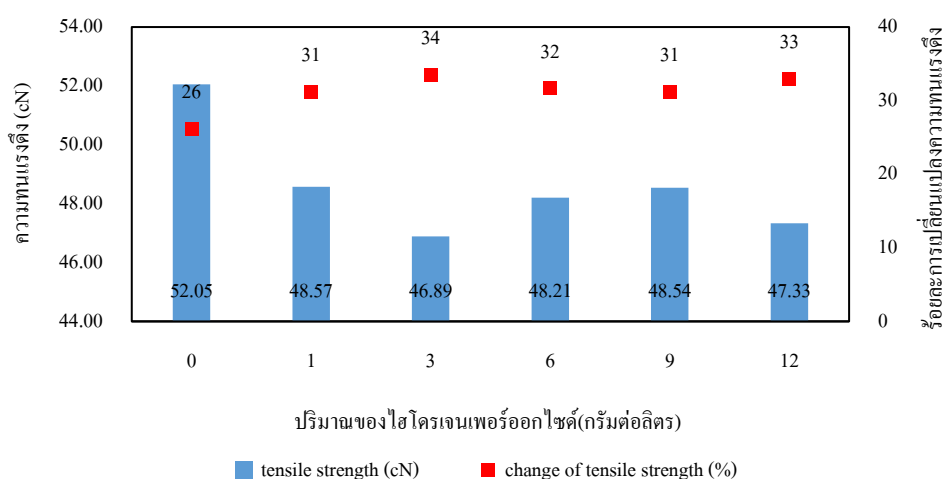
คู่เปรียบเทียบ			d	P
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	20.20*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	11.20*	0.014
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	31.40*	0.002
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	39.39*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	19.19*	0.002
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	7.99*	0.048
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	46.37*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	26.16*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	14.97*	0.011
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	6.98*	0.003
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.00 กรัมต่อลิตร	45.89*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1.00 กรัมต่อลิตร	25.69*	0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3.00 กรัมต่อลิตร	14.49*	0.015
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6.00 กรัมต่อลิตร	6.50*	<0.001
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12.00 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9.00 กรัมต่อลิตร	0.48	0.353

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว พบว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเหลืองของเส้นใยกัญชงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นทำให้เส้นใยกัญชงมีค่าความเหลืองลดลง และเมื่อปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้นจนถึง 9 กรัมต่อลิตร ความเหลืองของเส้นใยเริ่มคงที่

(4) ความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว (แปรผันปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์)

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1-12 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าความทนแรงดึง

ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.8 – 1.9 และรูปที่ 4.2.9 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความทนแรงดึงของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.19



รูปที่ 4.2.9 การเปลี่ยนแปลงของค่าความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว (แปรผันปริมาณไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์)



ตารางที่ 4.2.19 การทดสอบผลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อความทนแรงดึงของเส้นใย
กัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอน
เดียว

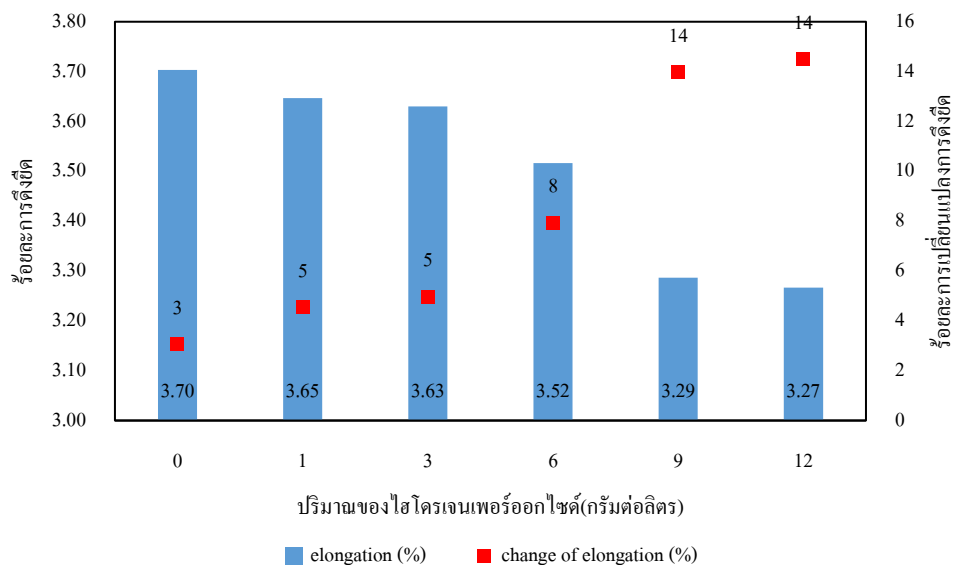
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (cN)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
0	52.05	3.64	1.1547	0.385
1	48.57	4.01		
3	46.89	3.93		
6	48.21	2.13		
9	48.54	1.32		
12	47.33	0.99		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 3.4780

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความทนต่อแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วย
โซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว พบว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์
ออกไซด์ในช่วง 1 - 12 กรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชง

**(5) การยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจน
เปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์**

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร และ
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1 - 12 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่
อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และฟ้งให้แห้ง นำมาวัดค่าการยืดตัว ณ จุด
ขาด ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.10 – 1.11 และรูปที่ 4.2.10
นำค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อ
ทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
ปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชงหลังการ
แยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.20



รูปที่ 4.2.10 การเปลี่ยนแปลงของค่าการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกันขงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮดรอกซีอะพาทิตในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไฮดรอกซีอะพาทิต

ตารางที่ 4.2.20 การทดสอบผลของปริมาณไฮดรอกซีอะพาทิตต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกันขงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮดรอกซีอะพาทิต ในขั้นตอนเดียว

ไฮดรอกซีอะพาทิต (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
0	3.70	0.06	0.1460	0.977
1	3.85	0.43		
3	3.76	0.03		
6	3.72	0.17		
9	3.72	0.34		
12	3.73	0.12		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 3.4780

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกันยูซงที่แยกด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว พบว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในช่วง 1 - 12 กรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกันยูซง

4.2.3 ผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการแยกเส้นใยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว

จากการแยกเส้นใยกันยูซงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว โดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 5 กรัม และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 1 - 12 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5 กรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่า การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตรให้เส้นใยที่มีความขาว ไม่แตกต่างจากการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 9 และ 12 กรัมต่อลิตร ดังนั้นในการศึกษาผลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อประสิทธิภาพการแยกในขั้นตอนเดียว จะเลือกใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร แปรผันปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 - 15 กรัมต่อลิตร ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2.21

ตารางที่ 4.2.21 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกเส้นใยโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว โดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

No.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					ภาพเส้นใย
		สี	ผิวสัมผัส	ความเงามัน	ความโค้งงอ	สิ่งสกปรก	
ก่อนทดลอง	สีน้ำตาลเข้มเหมือนเปลือกไม้	กระด้าง	มีความเงามัน	เส้นใยเหยียดตรง	มีเศษเปลือกไม้ และสิ่งสกปรกเจือปนมาก		

No.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					ภาพเส้นใย
		สี	ผิวสัมผัส	ความเงามัน	ความโค้งงอ	สิ่งสกปรก	
1	5	ขาวนวล	เส้นโตหยาบแต่ไม่กระด้าง	เป็นเงามัน	เส้นหยิกงอเล็กน้อยไม่ฟูตัวหักงอคิ่นตัวน้อย	พบเศษสิ่งสกปรกเล็กน้อย	
2	10	ขาวนวล	มีความแข็งเส้นโตหยาบและกระด้าง	เป็นเงามัน	เส้นหยิกงอเล็กน้อยไม่ฟูตัวหักงอคิ่นตัวน้อย	พบเศษสิ่งสกปรกเล็กน้อย	
3	15	เหลืองนวล	มีความแข็งเส้นโตหยาบกระด้างกรอบ	เป็นเงามัน	เส้นหยิกงอเล็กน้อยไม่ฟูตัวหักงอคิ่นตัวน้อย	พบเศษสิ่งสกปรกเล็กน้อย	

จากการสังเกตลักษณะของเส้นใยัญหขงที่ได้จากการแยกเส้นใยัญหขงโดยใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร และแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 5 - 15 กรัมต่อลิตร แยกเส้นใยในขั้นตอนเดียว จากการสังเกตด้วยสายตา พบว่าเมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 และ 15 กรัมต่อลิตร สีของเส้นใยมีความเหลืองและกระด้างกว่าการใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร โดยความเงามัน ความโค้งงอ (หยิกงอ) และการกำจัดเศษสิ่งสกปรกได้ผลใกล้เคียงกันในทุกความเข้มข้น

4.2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกล้วยงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ใน ขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกล้วยงที่แยกโดยใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตร และแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 5 - 15 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.32 – 1.34 และตารางที่ 4.2.22

ตารางที่ 4.2.22 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกล้วยงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

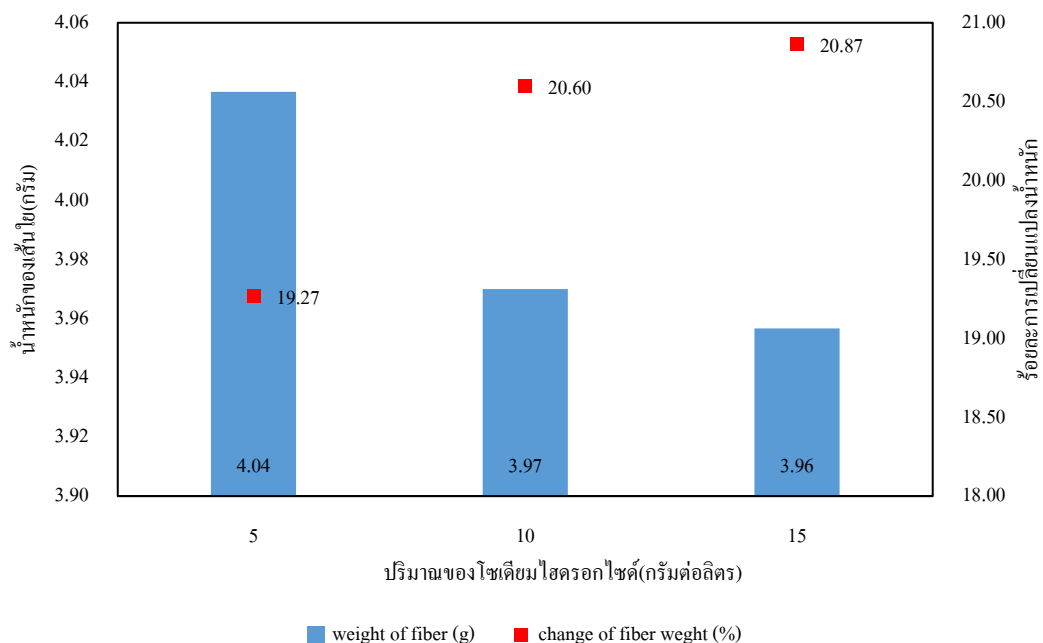
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	เซลลูโลส	ลิกนิน (ร้อยละ)	เฮมิเซลลูโลส (ร้อยละ)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง		
				เซลลูโลส	ลิกนิน	เฮมิเซลลูโลส
ก่อนทดลอง	83.69	8.30	7.40	-	-	-
5	80.42	3.88	6.73	3.91	18.92	9.05
10	79.53	3.59	5.60	4.97	32.53	24.32
15	78.87	3.50	5.27	5.76	36.51	28.78

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกล้วยงด้วยการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ใน ขั้นตอนเดียวโดยใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6.0 กรัมต่อลิตร แปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 - 15 กรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกล้วยง โดยโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นมีผลต่อการลดลงของปริมาณลิกนินในเส้นใยหลังการแยกมากที่สุด รองลงมาเป็นปริมาณเฮมิเซลลูโลส และปริมาณเซลลูโลส ตามลำดับ

4.2.3.2 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยถักซึ่งที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

(1) น้ำหนักของเส้นใยถักซึ่งที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยถักซึ่งที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรผันความเข้มข้น 5 - 15 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.2 - 1.3 และรูปที่ 4.2.11 นำค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีผลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยถักซึ่งหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.23



รูปที่ 4.2.11 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเส้นใยถักซึ่งที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.23 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยแปรผันปริมาณต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยกัญชง ที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว

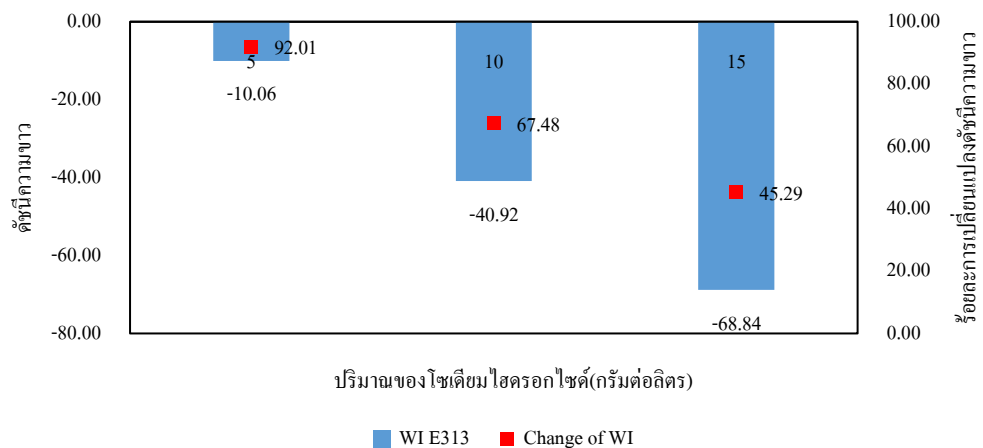
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (กรัม)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	F	P
5	4.037	0.012	0.9358	0.443
10	3.970	0.131		
15	3.957	0.021		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการศึกษาสมบัติด้านน้ำหนักของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว โดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยกัญชง

(2) ดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรผันความเข้มข้น 5-15 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าดัชนีความขาวด้วยเครื่องวัดสี (CCM) ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.4 – 1.5 และรูปที่ 4.2.12 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีผลต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.24 – 4.2.25



รูปที่ 4.2.12 การเปลี่ยนแปลงค่าความขาวของเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.24 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยแปรผันปริมาณต่อค่าความขาวของเส้นใยกล้วยที่แยก ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
5	-10.057	11.855	25.2439	0.001
10	-40.920	4.396		
15	-68.840	12.181		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

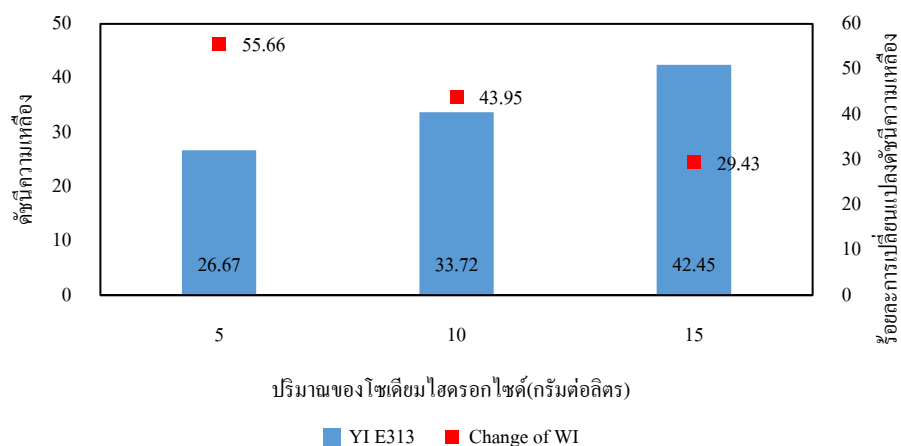
ตารางที่ 4.2.25 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเส้นใยกล้วยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

คู่เปรียบเทียบ			d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	25.14*	0.003
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	21.25*	0.012
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	46.40*	<0.001

จากการศึกษาสมบัติด้านดัชนีความขาวของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว พบว่าปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความขาวของเส้นใยกัญชงหลังแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นความขาวของเส้นใยจะลดลง

(3) ดัชนีความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

เส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรผันความเข้มข้น 5-15 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าดัชนีความเหลืองด้วยเครื่องวัดสี (CCM) ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.6 – 1.7 และรูปที่ 4.2.13 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีผลต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.26 – 4.2.27



รูปที่ 4.2.13 การเปลี่ยนแปลงค่าความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.26 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยแปรผันปริมาณต่อค่าความเหลือของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
5	26.67	0.09	38.9466	<0.001
10	33.72	2.13		
15	42.450	3.146		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

ตารางที่ 4.2.27 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลือของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียว

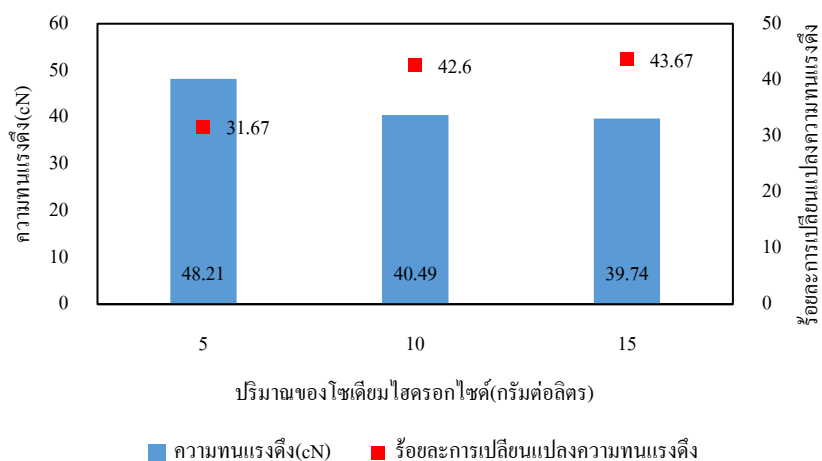
คู่เปรียบเทียบ			d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	7.05*	0.029
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	8.73*	0.021
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	15.78*	0.013

จากการศึกษาสมบัติด้านดัชนีความเหลือของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว พบว่าปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเหลือของเส้นใยกัญชงหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยเมื่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นความเหลือของเส้นใยจะเพิ่มขึ้น

(4) ความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรผันความเข้มข้น 5-15 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าความทนแรงดึงด้วยเครื่อง ทดสอบแรงดึง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.8 – 1.9 และรูปที่ 4.2.14 นำค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อ

ทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์แปรผันปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีผลต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.28 – 4.2.29



รูปที่ 4.2.14 การเปลี่ยนแปลงของค่าความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.28 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (cN)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	F	P
5	48.21	2.12	32.6632	0.001
10	40.49	0.34		
15	39.74	1.19		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

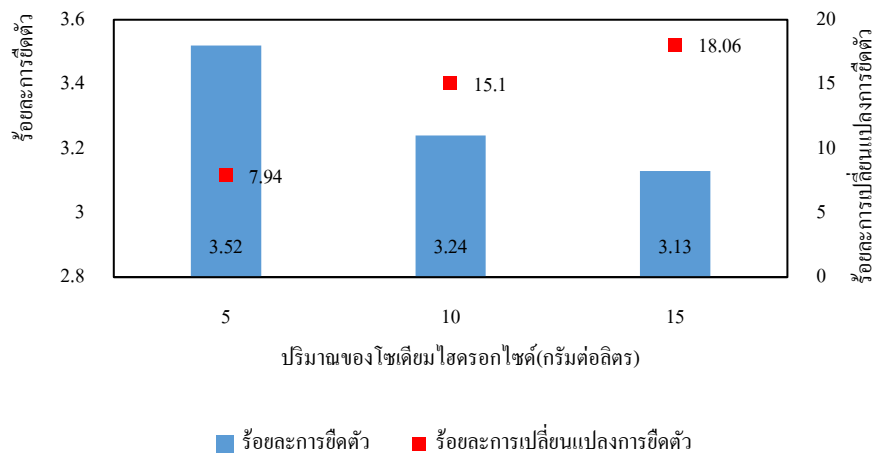
ตารางที่ 4.2.29 การเปรียบเทียบผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

คู่เปรียบเทียบ		d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	7.71*	0.022
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	0.75	0.390
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	8.47*	0.008

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ พบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มมากขึ้นค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยลดลง อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยเริ่มคงที่ โดยสังเกตจากตารางที่ 4.2.29 พบว่าเมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยไม่แตกต่างจากการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร

(5) การยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรผันความเข้มข้น 5-15 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใย 5 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำมาวัดค่าการยืดตัว ณ จุดขาด ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.10 – 1.11 และรูปที่ 4.2.15 นำค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการแยกเส้นใยในขั้นตอนเดียวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ แปรผันปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีผลต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.30 – 4.2.31



รูปที่ 4.2.15 การเปลี่ยนแปลงของค่าการยีสต์ตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยไคโตซานไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวโดยแปรผันปริมาณไคโตซานไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.2.30 การทดสอบผลของปริมาณไคโตซานไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยการยีสต์ตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยไคโตซานไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

ไคโตซานไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
5	3.52	0.13	15.0254	0.005
10	3.24	0.06		
15	3.13	0.06		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

ตารางที่ 4.2.31 การเปรียบเทียบผลของปริมาณไคโตซานไฮดรอกไซด์รายคู่ต่อค่าเฉลี่ยความยีสต์ตัว ของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยไคโตซานไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว

คู่เปรียบเทียบ			d	P
ไคโตซานไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	กับ	ไคโตซานไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	7.71*	0.022
ไคโตซานไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร	กับ	ไคโตซานไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	0.75	0.390
ไคโตซานไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร	กับ	ไคโตซานไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร	8.47*	0.008

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกันยูซิงที่แยกด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ พบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อ ค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มมากขึ้นค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยลดลง อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยเริ่มคงที่ โดยสังเกตจากตารางที่ 4.2.31 พบว่าเมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยไม่แตกต่างจากการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร

4.2.4 เปรียบเทียบสมบัติของเส้นใยที่แยกในสภาวะต่างกัน

4.2.4.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกันยูซิงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน

นำเส้นใยกันยูซิงที่แยกโดยในสภาวะต่างกันไปสภาวะ ดังนี้

- สภาวะที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.0 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2.0 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5.0 กรัมต่อลิตร
- สภาวะที่แยกด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6.0 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2.0 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5.0 กรัมต่อลิตร
- สภาวะที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.0 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6.0 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2.0 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5.0 กรัมต่อลิตร
- สภาวะที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.0 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6.0 กรัมต่อลิตร โดยไม่ใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพ

ปริมาณเส้นใยกันยูซิง 5 กรัม ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และ ลิกนิน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.35 และตารางที่ 4.2.32

ตารางที่ 4.2.32 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกล้วยงที่แยกในสภาวะต่างกัน

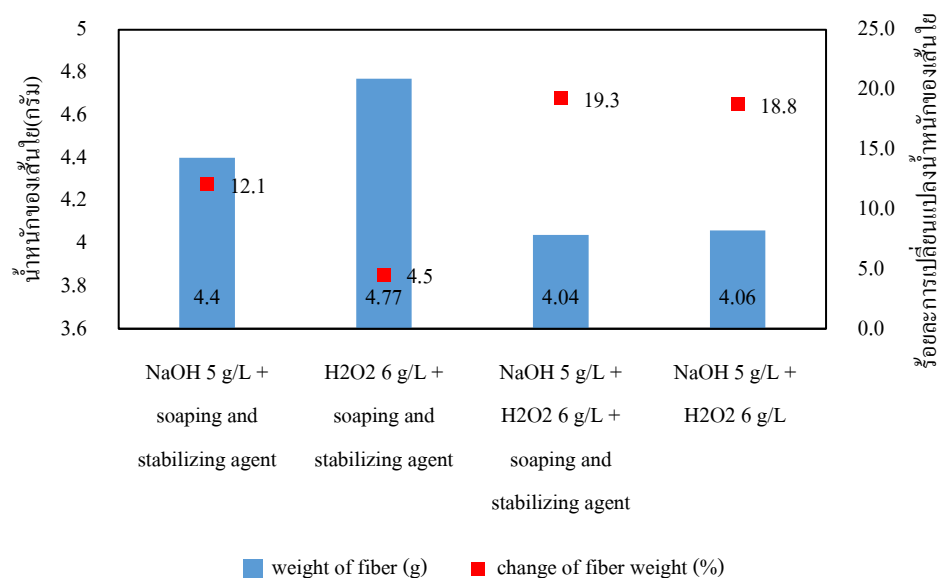
สภาวะทดลอง	เซลลูโลส (ร้อยละ)	ลิกนิน (ร้อยละ)	เฮมิเซลลูโลส (ร้อยละ)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง		
				เซลลูโลส	ลิกนิน	เฮมิเซลลูโลส
ก่อนทดลอง	83.69	8.30	7.40	-	-	-
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม	81.7	7.79	7.16	2.38	13.74	3.24
ต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ						
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	78.59	5.73	7.72	6.09	6.99	-4.32
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม	80.42	3.88	6.73	3.91	18.92	9.05
ต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ						
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม	82.05	5.02	6.72	1.96	19.04	9.19
ต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร						

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกล้วยงด้วยการแยกที่แตกต่างกันสี่สภาวะพบว่าสภาวะต่างกันมีผลต่อปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยแตกต่างกัน โดยการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว สามารถลดปริมาณลิกนินและเฮมิเซลลูโลสได้มากกว่าการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างเดียว หรือไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์อย่างเดียว ส่วนผลของการใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีหลังการแยกเล็กน้อย

4.2.4.2 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกล้วยงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน

(1) น้ำหนักของเส้นใยกล้วยงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน

นำเส้นใยกล้วยงที่แยกโดยในสภาวะต่างกันสี่สภาวะ ปริมาณเส้นใยกล้วยง 5 กรัม ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง ซึ่งน้ำหนักก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.12 - 1.13 รูปที่ 4.2.16 นำค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าสภาวะการแยก มีผลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ของเส้นใยกล้วยงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.33 – 4.2.34



รูปที่ 4.2.16 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยกล้วยงที่แยกในสภาวะต่างกัน

ตารางที่ 4.2.33 การทดสอบผลของปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใย
กัญชงที่แยกในสภาวะต่างกัน

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย (กรัม)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และ สารคงสภาพ	4.40	0.02	145.1403	<0.001
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	4.77	0.02		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	4.04	0.01		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	4.06	0.10		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

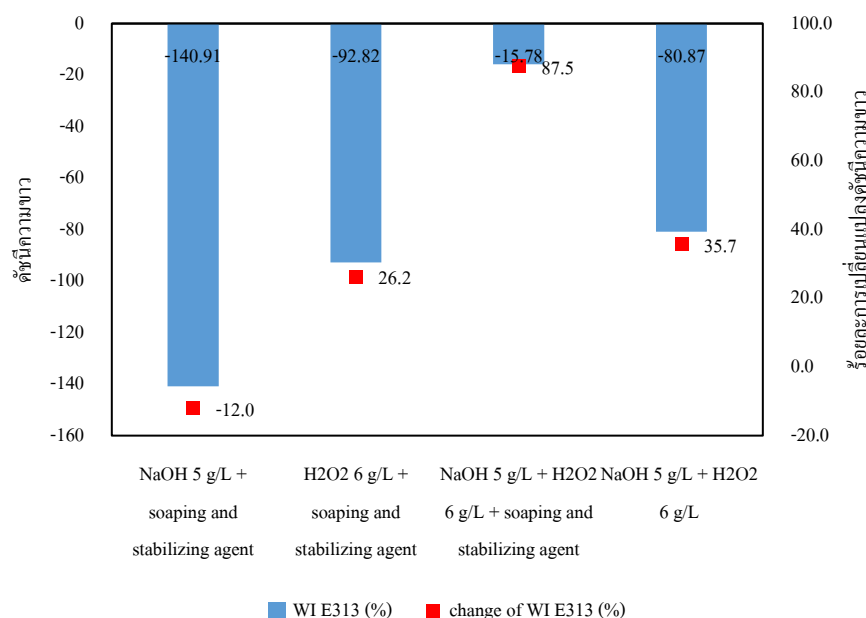
ตารางที่ 4.2.34 การเปรียบเทียบผลของภาวะการแยกรายกลุ่มต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยกัญชงที่
แยกด้วยภาวะแตกต่างกัน

คู่เปรียบเทียบ		d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สาร ทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	0.38*	<0.001
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	0.74*	<0.001
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	0.36*	<0.001
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	0.34*	0.022
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	0.71*	0.005
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	0.02	0.714

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน พบว่าสภาวะการแยกมีผลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว ทำให้น้ำหนักของเส้นใยลดลงมากกว่าการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างเดียว หรือไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์อย่างเดียว ส่วนการใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายกลุ่มตามตารางที่ 4.2.34 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยในสภาวะที่ใช้สารทำความสะอาดและไม่ใช้สารทำความสะอาดไม่แตกต่างกัน

(2) ดัชนีความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน

นำเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะต่างกันสี่สภาวะ ปริมาณเส้นใย 5 กรัม ทอลงด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวัดค่าดัชนีความขาวด้วยเครื่องวัดสีก่อนและหลังการทอลง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.14 - 1.15 และรูปที่ 4.2.17 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test เพื่อทดสอบว่าสภาวะการแยก มีผลต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.35 – 4.2.36



รูปที่ 4.2.17 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะต่างกัน

ตารางที่ 4.2.35 เปรียบเทียบผลของภาวะการแยกรายกลุ่มต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยกุ้งซึ่งที่แยกด้วยภาวะแตกต่างกัน

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย ดัชนีความ ขาว	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	-140.91	3.12	1175.0795	<0.001
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	-92.82	2.73		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	-15.78	2.17		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	-80.87	2.30		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

ตารางที่ 4.2.36 การเปรียบเทียบผลของสภาวะการแยกรายกลุ่มต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเส้นใยกุ้งซึ่งที่แยกด้วยสภาวะแตกต่างกัน

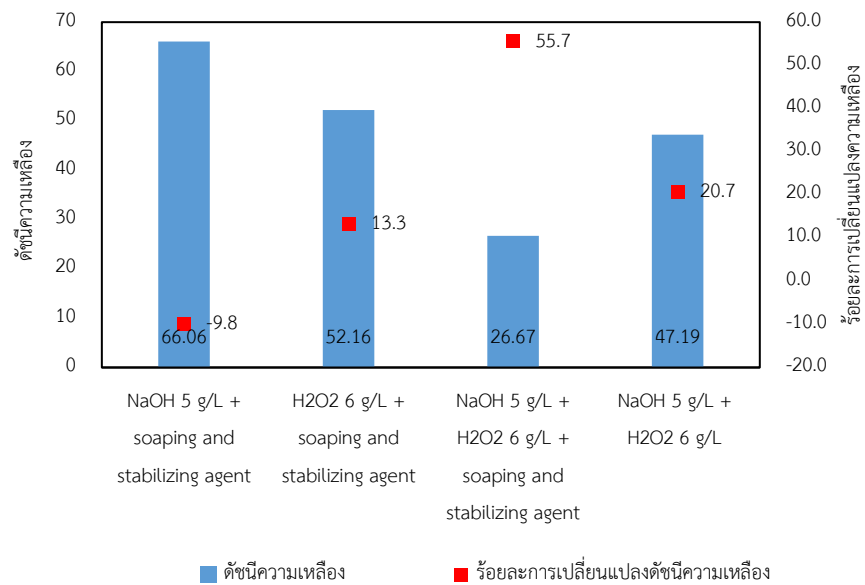
คู่เปรียบเทียบ			d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	48.09*	<0.001
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	77.04*	<0.001
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	125.13*	<0.001
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	60.04*	<0.001

คู่เปรียบเทียบ		d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + โซโครเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ โซโครเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	11.95*	0.005
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + โซโครเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + โซโครเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	65.09*	<0.001

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านดัชนีความขาวของเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน พบว่าสภาวะการแยกมีผลต่อค่าเฉลี่ยความขาวของเส้นใยหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับโซโครเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว ทำให้เส้นใยมีความขาวเพิ่มมากขึ้นกว่าการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างเดียว หรือโซโครเจนเพอร์ออกไซด์อย่างเดียว รวมทั้งการใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพมีผลต่อค่าเฉลี่ยความขาวของเส้นใยหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพทำให้เส้นใยที่ได้มีความขาวมากกว่าการไม่ใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพ

(3) ดัชนีความเหลืองของเส้นใยัญชงที่แยกด้วยสภาวะแตกต่างกัน

นำเส้นใยัญชงที่แยกในสภาวะต่างกันสี่สภาวะ ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวัดค่าดัชนีความเหลืองด้วยเครื่องวัดสีก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.16 - 1.17 และรูปที่ 4.2.18 นำค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าสภาวะการแยก มีผลต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.35 – 4.2.36



รูปที่ 4.2.18 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยดัชนีความเสียหายของเส้นใยกุ้งที่แยกในสภาวะต่างกัน

ตารางที่ 4.2.37 เปรียบเทียบผลของสภาวะการแยกสายพันธุ์ต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเสียหายของเส้นใยกุ้งที่แยกด้วยสภาวะแตกต่างกัน

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย ดัชนีความ เสียหาย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาดและสารคงสภาพ	66.06	0.85	396.13	<0.001
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	52.16	2.61		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	26.67	0.09		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	47.69	0.74		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

ตารางที่ 4.2.38 การเปรียบเทียบผลของภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยภาวะแตกต่างกัน

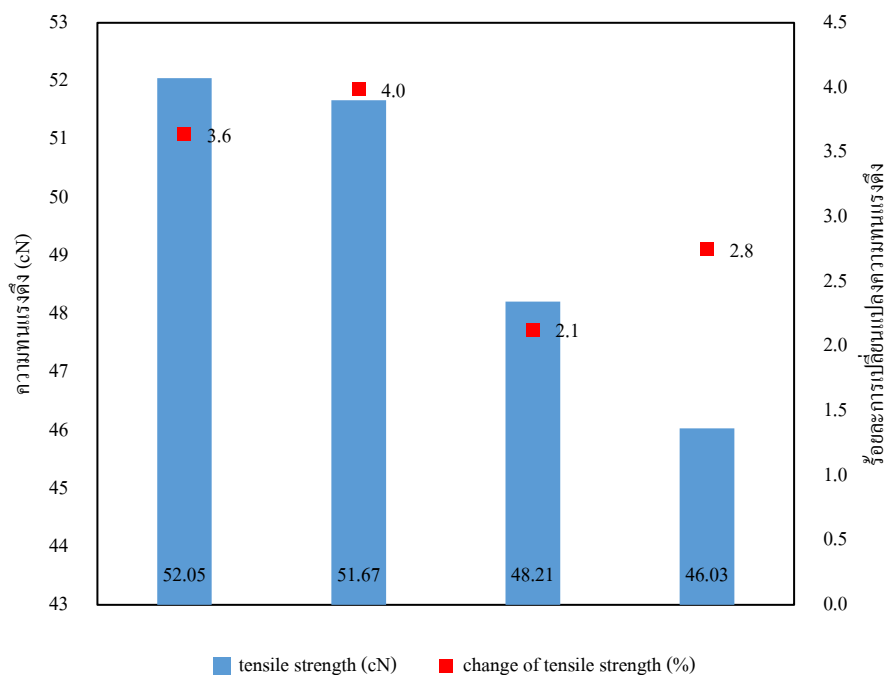
คู่เปรียบเทียบ			d	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	13.90*	0.007
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	24.49*	0.003
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	39.39*	<0.001
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	18.37*	<0.001
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	4.47	0.088
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	กับ	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	21.02*	<0.001

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านดัชนีความเหลืองของเส้นใยกัญชงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน พบว่าสภาวะการแยกมีผลต่อค่าเฉลี่ยความเหลืองของเส้นใยหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียว ทำให้เส้นใยมีความเหลืองลดลงมากกว่าการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างเดียวหรือไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์อย่างเดียว การใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพมีผลต่อค่าเฉลี่ยความเหลืองของเส้นใยหลังการแยกอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการใช้สารทำความสะอาดและ

สารคงสภาพทำให้เส้นใยที่ได้มีความเหลืองลดลงมากกว่าการไม่ใช้สารทำความสะอาดและสารคงสภาพ

(4) ความทนแรงดึงของเส้นใยที่แยกด้วยสถานะแตกต่างกัน

นำเส้นใยที่แยกในสถานะต่างกันสี่สถานะ ปริมาณเส้นใย 5 กรัม ทดลองด้วยเครื่องลนิตส์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวัดค่าความทนแรงดึงของเส้นใยด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.18 - 1.19 และรูปที่ 4.2.19 นำค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าสถานะการแยก มีผลต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง ของเส้นใยที่แยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.39



รูปที่ 4.2.19 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยดัชนีความทนแรงดึงของเส้นใยที่แยกในสถานะต่างกัน

ตารางที่ 4.2.39 เปรียบเทียบผลของสภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใย
กัญชง

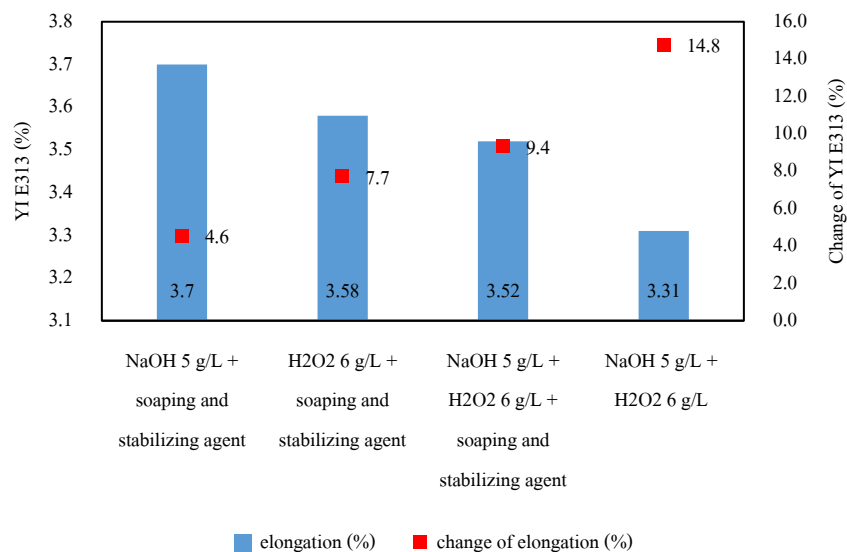
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย (cN)	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	52.05	3.64	2.435	0.140
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	51.67	3.99		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	48.21	2.13		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	46.03	2.75		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.40662

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงดึงของเส้นใยกัญชงที่แยกในสภาวะ
แตกต่างกัน พบว่าสภาวะการแยกไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของเส้นใยกัญชง

(5) การยึดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยสภาวะแตกต่างกัน

นำเส้นใยกัญชงที่แยกในสภาวะต่างกันไปสี่สภาวะ ปริมาณเส้นใย 5 กรัม ทดลองด้วยเครื่องลนิน
เทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวัดค่าการยึด
ตัว ณ จุดขาดด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลการทดลองแสดงในตาราง
ผนวกที่ 1.20 - 1.21 ภาพที่ 4.2.20 นำค่าเฉลี่ยการยึดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยมาวิเคราะห์สถิติ F test ที่
ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าสภาวะการแยก มีผลต่อค่าเฉลี่ยการยึดตัว ณ จุดขาด
ของเส้นใยกัญชงหลังการแยกด้วยหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2.40



รูปที่ 4.2.20 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกัญชงที่แยกในสภาวะต่างกัน

ตารางที่ 4.2.40 เปรียบเทียบผลของสภาวะการแยกรายคู่ต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชง

การทดลอง	ค่าเฉลี่ยการยืดตัว (ร้อยละ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	F	P
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	3.70	0.06	3.1271	0.088
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	3.58	0.25		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	3.52	0.13		
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	3.31	0.15		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชงที่แยกในสภาวะแตกต่างกัน พบว่าสภาวะการแยกไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกัญชง

4.3 เปรียบเทียบการแยกเส้นใยกันขงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน

เปรียบเทียบการแยกเส้นใยกันขงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน โดยสภาวะที่ใช้ในการแยกแบบขั้นตอนเดียวคือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5 กรัมต่อลิตร ต่อ เส้นใย 5 กรัม ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที และสภาวะที่ใช้ในการแยกแบบสองขั้นตอนคือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2 กรัมต่อลิตร ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปแยกซ้ำด้วย ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 6 กรัมต่อลิตร สารคงสภาพ 5 กรัมต่อลิตร ต่อปริมาณเส้นใยกันขงส่วนเหลือจากการแยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3.1

ตารางที่ 4.3.1 ลักษณะของเส้นใยที่ได้จากการแยกในขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน

No.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					ภาพเส้นใย
		สี	ผิวสัมผัส	ความเงา	ความโค้งงอ	สิ่งสกปรก	
1	ก่อนทดลอง	สีน้ำตาลเข้มเหมือนเปลือกไม้	กระด้าง	มีความเงามัน	เส้นใยเหยียดตรง หักงอ น้อย เมื่อหักงอคืนตัวได้น้อย	มีเศษเปลือกลำต้น และสิ่งสกปรกเจือปนมาก	
	ขั้นตอนเดียว	ขาวนวล	เส้นโตหยาบแต่ไม่กระด้าง	เป็นเงามัน	เส้นหยิกงอเล็กน้อย ไม่ฟูตัว หักงอคืนตัวน้อย	ไม่พบเศษสิ่งสกปรก	

No.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ลักษณะที่สังเกต					
		สี	ผิวสัมผัส	ความเงา	ความโค้งงอ	สิ่งสกปรก	ภาพเส้นใย
2	สองชั้นตอน	ขาวนวล	แข็ง เส้นโตหยาบ กระจ่าง	เป็นเงา มัน เล็กน้อย	เส้นหยิกงอ เล็กน้อย หักงอเล็กน้อย	ไม่พบเศษ สิ่งสกปรก	

จากผลการทดลองการแยกแบบชั้นตอนเดียว และการแยกแบบสองชั้นตอน พบว่าลักษณะเส้นใยที่ได้มีความคล้ายคลึงกัน เส้นใยมีความอ่อนนุ่มขึ้นเล็กน้อย มีความขาว และเป็นเงามัน

4.3.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกัญชงที่แยกแบบชั้นตอนเดียวและสองชั้นตอน

นำเส้นใยกัญชงที่ได้จากการแยกทั้งแบบชั้นตอนเดียว และสองชั้นตอน ไปวิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.1 ตารางผนวกที่ 1.36 และตารางที่ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกัญชงที่แยกในชั้นตอนเดียวและสองชั้นตอน

วิธีแยกและฟอกขาว	เซลลูโลส	ลิกนิน	เฮมิเซลลูโลส	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง		
	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	เซลลูโลส	ลิกนิน	เฮมิเซลลูโลส
ก่อนทดลอง	83.69	5.30	7.40	-	-	-
ชั้นตอนเดียว	80.42	3.88	6.73	3.91	18.92	9.05
สองชั้นตอน	81.40	3.57	6.75	2.74	18.68	8.78

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกัญชงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ แบบชั้นตอนเดียวและสองชั้นตอน พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกัญชงที่ได้

4.3.2 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกล้วยงที่แยกแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอน

นำเส้นใยกล้วยงที่แยกทั้งแบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที ล้างทำความสะอาด และผึ่งให้แห้ง นำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพได้แก่ น้ำหนัก ดัชนีความขาว ดัชนีความเหลือง ความทนต่อแรงดึง และการยืดตัว ณ จุดขาด ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.22 - 1.23 นำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์สถิติ T test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าสภาวะการแยก มีผลต่อค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีความขาว ดัชนีความเหลือง ความทนต่อแรงดึง และการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยกล้วยงหลังการแยกหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.3.3

ตารางที่ 4.3.3 การทดสอบผลของขั้นตอนการแยกต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกล้วยง

สมบัติทางกายภาพ	วิธีแยก	จำนวนครั้ง	ค่ากลาง	ค่าเบี่ยงเบน	t	P
น้ำหนัก	ขั้นตอนเดียว	3	4.04	0.01	3.162*	0.017
	สองขั้นตอน	3	3.97	0.03		
ดัชนีความขาว	ขั้นตอนเดียว	3	-15.78	2.17	4.601*	0.005
	สองขั้นตอน	3	-23.31	1.83		
ดัชนีความเหลือง	ขั้นตอนเดียว	3	26.67	0.09	-1.551	0.09
	สองขั้นตอน	3	26.76	0.05		
ความทนแรงดึง	ขั้นตอนเดียว	3	48.21	2.12	-1.132	0.162
	สองขั้นตอน	3	50.45	2.69		
การยืดตัว ณ จุดขาด	ขั้นตอนเดียว	3	3.52	0.13	1.359	0.123
	สองขั้นตอน	3	3.25	0.31		

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกล้วยงที่ได้จากการแยกด้วยขั้นตอนการแยกที่แตกต่างกัน พบว่าขั้นตอนการแยกมีผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและค่าเฉลี่ยดัชนีความขาว ของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่ผลต่อค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลือง ความทนแรงดึง และการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยหลังการแยก โดยการแยกแบบขั้นตอนเดียวน้ำหนักของเส้นใยหลังการแยกลดลงน้อยกว่าแบบสองขั้นตอน และเส้นใยมีความขาวมากกว่าการแยกแบบสองขั้นตอน

4.4 เปรียบเทียบการแยกเส้นใยกันขงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ แบบขั้นตอนเดียว และขยายสเกล 20 เท่า

เปรียบเทียบการแยกเส้นใยกันขงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์แบบ ขั้นตอนเดียว และขยายสเกล 20 เท่า โดยสภาวะที่ใช้ในการแยกแบบขั้นตอนเดียวคือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5 กรัมต่อลิตร ต่อ เส้นใย 5 กรัม และสภาวะที่ใช้ในการแยกแบบขยายสเกล 20 เท่า คือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร สารทำความสะอาด 2 กรัมต่อลิตร และสารคงสภาพ 5 กรัมต่อลิตร ต่อ เส้นใย 100 กรัม โดยมีอัตราส่วน สารละลายต่อน้ำหนักวัสดุ 50 ต่อ 1 ทดลองด้วยเครื่องลินีเทสต์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 60 นาที

4.4.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกันขงที่แยกแบบขั้นตอนเดียวและขยายสเกล 20 เท่า

นำเส้นใยกันขงที่ได้จากการแยกแบบขั้นตอนเดียว และแบบขยายสเกล ไปวิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.1 ตารางผนวกที่ 1.36 และตารางที่ 4.3.4

ตารางที่ 4.3.4 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในเส้นใยกันขงที่แยกในขั้นตอนเดียว และการขยายสเกล

วิธีแยกและฟอก	เซลลูโลส	ลิกนิน	เฮมิเซลลูโลส	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง		
	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	เซลลูโลส	ลิกนิน	เฮมิเซลลูโลส
ก่อนทดลอง	83.69	5.30	7.40	-	-	-
ขั้นตอนเดียว	80.42	3.88	6.73	3.91	18.92	9.05
ขั้นตอนเดียวขยายขนาด 20 เท่า	82.18	4.44	6.79	1.80	18.19	8.24

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกันขงที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ แบบขั้นตอนเดียวและขยายขนาด 20 เท่า พบว่าการขยายขนาดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกันขงที่ได้ โดยการขยายขนาดทำให้องค์ประกอบทางเคมีในเส้นใยหลังการแยกเปลี่ยนแปลงลดลง

4.4.2 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของเส้นใยัญชงที่แยกชั้นตอนเดียวโดยการขยายขนาด 20 เท่า

นำเส้นใยัญชงที่ได้จากการแยกทั้งแบบชั้นตอนเดียว และแบบขยายสเกล ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนัก ดัชนีความขาว ดัชนีความเหลือง ความทนต่อแรงดึง และการยืดตัว ณ จุดขาด ได้ผลการทดลองแสดงในตารางผนวกที่ 1.22 - 1.23 นำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์สถิติ t test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบว่าการขยายขนาด 20 เท่า มีผลต่อค่าเฉลี่ย น้ำหนัก ดัชนีความขาว ดัชนีความเหลือง ความทนต่อแรงดึง และการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยัญชงหลังการแยกหรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.3.5

ตารางที่ 4.3.5 การทดสอบผลของการขยายสเกลต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นใยัญชง

สมบัติทางกายภาพ	ขนาด ทดลอง	จำนวนครั้ง	ค่ากลาง	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	P
น้ำหนัก	5 กรัม	3	4.04	0.01	-7.275*	0.001
(คิดที่น้ำหนักเท่ากัน)	100 กรัม	3	4.33	0.07		
ดัชนีความขาว	5 กรัม	3	-15.78	2.17	5.2444*	0.003
	100 กรัม	3	-23.51	1.36		
ดัชนีความเหลือง	5 กรัม	3	26.67	0.09	-46.448*	<0.001
	100 กรัม	3	30.71	0.12		
ความทนแรงดึง	5 กรัม	3	48.21	2.12	-0.043	0.0484
	100 กรัม	3	48.29	2.82		
การยืดตัว ณ จุดขาด	5 กรัม	3	3.52	0.13	1.531	0.100
	100 กรัม	3	3.25	0.28		

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นใยัญชงที่ได้จากการแยกด้วยการแยกแบบชั้นตอนเดียวโดยการขยายขนาด 20 เท่า พบว่าการขยายขนาดมีผลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยดัชนีความขาว ค่าเฉลี่ยดัชนีความเหลืองของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าความทนแรงดึง และการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยหลังการแยก โดยการขยายขนาดทำให้น้ำหนักของเส้นใยหลังการแยกลดลงน้อยกว่า และเส้นใยมีความขาวน้อยกว่า และมีความเหลืองมากกว่า

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ลักษณะของเส้นใยัญชง เส้นใยัญชงเป็นเส้นใยที่ได้จากส่วนเปลือกของลำต้น มีลักษณะเป็นเส้นใยเหยียตรง มีความหึงงอนน้อย เมื่อหักงอคืนตัวได้น้อย มีสีตามธรรมชาติเป็นสีน้ำตาล และสามารถสังเกตเห็นเศษเปลือกของลำต้น และสิ่งเจือปนอื่น ได้อย่างชัดเจน

5.1 สภาวะที่เหมาะสมในการแยก และฟอกขาวเส้นใยัญชงด้วยไฮโดรเจนเพอร์ ออกไซด์

จากผลการทดลองพบว่า การต้มแยกเส้นใยัญชงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์จะทำให้เส้นใยมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามปริมาณ (ความเข้มข้น) ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เพิ่มขึ้น จากการวิจัยในครั้งนี้ ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่เหมาะสมต่อการต้มแยกเส้นใยเท่ากับ 5 กรัมต่อลิตร

การแยกและฟอกขาว ด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในขั้นตอนเดียวพบว่า สามารถแยกและฟอกขาวเส้นใยัญชงได้คุณภาพที่ดีเช่นเดียวกับการแยกเส้นใยัญชงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วจึงฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โดยการแยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวมีผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยน้อยกว่าการแยกและฟอกขาวแบบสองขั้นตอน และในการวิจัยครั้งนี้ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมคือ 6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร

5.2 สมบัติของเส้นใยัญชงที่แยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

จากผลการทดลองการแยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตรร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร สมบัติของเส้นใยัญชงที่ได้เป็นดังนี้

- องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย การแยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวสามารถลดปริมาณลิกนินและเฮมิเซลลูโลสได้เท่ากับการแยกและฟอกขาวแบบสองขั้นตอน
- การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก และดัชนีความขาวการแยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวทำให้สูญเสียน้ำหนักเส้นใยได้น้อยกว่า และเส้นใยมีความขาวมากกว่า การแยกและฟอกขาวแบบสองขั้นตอน

- การเปลี่ยนแปลงความเหลือง ความทนแรงดึง และการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใย การแยกและฟอกขาวในขั้นตอนเดียวให้ผลที่ดีเช่นเดียวกับการแยกและฟอกขาวแบบสองขั้นตอน

5.3 ผลของสารทำความสะอาด และสารคงสภาพต่อสมบัติของเส้นใยกล้วยง

จากผลการทดลอง ผลของสารทำความสะอาดและสารคงสภาพทำให้เส้นใยกล้วยงหลังการแยกและฟอกขาวมีความขาวมากกว่า และมีความเหลืองน้อยกว่าการไม่ใช้สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและความแข็งแรงของเส้นใย

สารทำความสะอาดมีคุณสมบัติเป็นสบู่ทำให้องค์ประกอบของเส้นใยที่เป็นไขมันและสิ่งเจือปนที่เกาะติดบนเส้นใย หลุดออกและแขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยที่ไม่กลับไปติดบนเส้นใยได้อีก จึงทำให้เส้นใยมีความขาวที่ดีกว่าการไม่ใช้สารทำความสะอาด ส่วนสารคงสภาพมีหน้าที่ควบคุมการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ซึ่งสารออกซิไดซ์ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยไฮโดรเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้การฟอกขาวได้ดีกว่าไม่ม้สารคงสภาพ

5.4 สรุปและข้อแนะนำ

การแยกและฟอกขาวเส้นใยกล้วยงในขั้นตอนเดียว ด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ได้คุณภาพที่ดีเช่นเดียวกับการแยก และฟอกขาวแบบสองขั้นตอน โดยมีสภาวะที่เหมาะสมดังนี้

- ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 50	ปริมาณ	6 กรัมต่อลิตร
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	ปริมาณ	5 กรัมต่อลิตร
- สารทำความสะอาด	ปริมาณ	2 กรัมต่อลิตร
- สารคงสภาพ	ปริมาณ	5 กรัมต่อลิตร
- อุณหภูมิ		100 องศาเซลเซียส
- เวลา		60 นาที

แต่เนื่องจากการผลจากขยายสากล พบว่า สมบัติของเส้นใยที่ได้เปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในระดับการทดลอง เนื่องจากการขยายสากลต้องดำเนินการในสภาวะเปิด ทำให้มีโอกาสสูญเสียไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ซึ่งจะสลายตัวไปกับบรรยากาศ และอุณหภูมิอาจได้ไม่ถึง 100 องศาเซลเซียส จึงทำให้สมบัติทางเคมีของเส้นใย ความขาว และความเหลือง เปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในระดับตัวอย่าง ดังนั้นในการแยกและฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เพื่อให้ได้ผลที่ดีควรทำในระบบปิด จึงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม และเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมด้วย

บรรณานุกรม

- ลิลลี่ กาวิฑีระ และคณะ. 2551. สันฐานวิทยาและกายวิภาคของกล้วยง [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา [http:// kucon. lib.ku.ac.th](http://kucon.lib.ku.ac.th). (16 กุมภาพันธ์ 2551).
- คันสนีย์ คำบุญชู และ จันทราวรรณ พุ่มชูศักดิ์. 2545. การผลิตคอมโพสิตโดยใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนเสริมแรง. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุพรรณิ อะโอกิ และจาตุรงค์ จงจัน. 2554. การศึกษาผลของเอนไซม์เซลลูโลสต่อคุณสมบัติทางกายภาพของฟ้าย. Agricultural Sci. J. 42(2): 653-655.
- สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. 2544. รายงานการศึกษากัญชา-กล้วยง. องค์การสวนพฤกษศาสตร์ สำนักนายกรัฐมนตรี. 35 น.
- Bruhlmann, F., Leupin, M., Erismann, K.H., Fiechter, A. 2000. Enzymatic degumming of ramie bast fibers. Journal of biological,76,43-50.
- Burnie, G., F. Sue and G. Denise 1998. Botanica. Random House Australia Pty Ltd, NSW. 1008 p.
- Dreyer, J., Mussig,J., Koschke,N., Ibenthal, W.-D., and Harig, H. 2002. Comparison of enzymatically separated hemp and nettle fibre to chemically separated and steam exploded hemp fibre. Journal of industrial Hemp, 7(1), 43-80.
- Fu, J., Zhang, □., Yu, C., Guebitz, G.M., Cavaco-Paulo, A. 2012. Biopressing of bamboo materials. Fibres & Textiles in eastern Europe, 20,1(90),13-19.
- Gillespie, A.M., Keane, D., Griffin, T.O., Tuohy, M.G., Donaghy, J., Haylk, R.W., and Coughan, M.P. 1990. The application of fungal enzymes in flex enzymes in flex retting and the properties of an extracellular polygalacturonase from *Penicilium capsulatum*. In: Krik, T.K., Chang, H.M. Biotechnology in pulp and paper manufacture Butterworth-Heinemann,pp.211-219.

- Jan, M., Viktor, A., Marie, B., Prokop, S., Holger, F., and Stefan, J. 2008. Enzymatic Biopressing- New tool of extensive natural fibre source utilization. International conference on flax and other bast plants. ID no:29
- Jankauskienė, Zofija, Butkutė, Bronislava, Gruzdevienė, Elvyra, Cesevičiūtė, Jurgita, Fernando, Ana Luisa. 2015. Chemical composition and physical properties of dew- and water-retted hemp fibers. v.75 pp. 206-211.
- Hurren, C. J., Lecomte, S., and Wang, X. 2004. Determining residual gum content of bast fibers. Preceding of The Textile Institute 83 rd World Conference, May 23-27, 2004, China. P. 304-308.
- Liu, Ming; Fernando, Dinesh; Daniel, Geoffrey; Madsen, Bo; Meyer, Anne S.; Ale, Marcel Tutor; Thygesen, Anders. 2015. Effect of harvest time and field retting duration on the chemical composition, morphology and mechanical properties of hemp fibers. Vol. 69, 2015, p. 29-39
- McPartland, J.M., R.C. Clarke and D.P. Watson. 2000. Hemp Diseases and Pests. Oxon, CABI Publishing, UK. 251 p.
- Mohanty, A. K., Misra, M. and Drzal, L. T. 2005. Natural fibers and biomposites. Boca Raton :Taylor & Francis Group.
- Thygesen, A. 2006. Properties of hemp fibre polymer composites. [online]. Available. <http://www.risoe.dk> (6 September 2012).
- Thomsen, A. B., Thygesen, A., Bohn, V., Nielsen, K. V., Pallesen, B., and Jorgensen, M. S. 2006. Effects of chemical-physical pre-treatment processes on hemp fibres for reinforcement of composites and for textiles. Industrial crops and products, 24, 113-118.
- Winter, W. T. (no date). Excellence in the science and chemical technology of cellulose or renewable materials research" [online]. Available. <http://www.esl.edu> (16 February 2008).

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก.

แบบรับรองการมีจริยธรรมและจรรยาบรรณทางวิชาการในการทำวิทยานิพนธ์





แบบรับรองการมีจรรยาบรรณในการทำวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพ มีคุณภาพและมาตรฐานตามหลักวิชาการ มหาวิทยาลัยฯ ได้กำหนดให้นักศึกษาทุกคน
ปฏิบัติตามหลักจรรยาบรรณนักวิจัย 9 ข้อ ตามที่สภาวิจัยแห่งชาติกำหนด ซึ่งประกอบไปด้วย

จรรยาบรรณนักวิจัย 9 ข้อ ตามที่สภาวิจัยแห่งชาติกำหนด

1. นักวิจัยต้องซื่อสัตย์และมีคุณธรรมในทางวิชาการและการจัดการ นักวิจัยต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองไม่นำ ผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตน ไม่ลอกเลียนงานของผู้อื่น ต้องให้เกียรติและอ้างถึงบุคคลหรือแหล่งที่มาของข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัย ต้องซื่อตรงต่อการแสวงหาทุนวิจัย และมีความเป็นธรรมเกี่ยวกับผลประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย
2. นักวิจัยต้องตระหนักถึงพันธกรณีในการทำงานวิจัย ตามข้อตกลงที่ทำไว้กับ หน่วยงานที่สนับสนุนการวิจัย และต่อหน่วยงานที่ตนสังกัด นักวิจัยต้องปฏิบัติตาม พันธกรณีและข้อตกลงการวิจัยที่ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายยอมรับร่วมกัน อุทิศเวลาทำงานวิจัย ให้ได้ผลดีที่สุด และเป็นไปตามกำหนดเวลา มีความรับผิดชอบไม่ละทิ้งงานระหว่าง ดำเนินการ
3. นักวิจัยต้องมีพื้นฐานความรู้ในสาขาวิชาการที่ทำวิจัย นักวิจัยต้องมีพื้นฐานความรู้ในสาขาวิชาการที่ทำวิจัยอย่างเพียงพอ และมีความรู้ความชำนาญ หรือมี ประสบการณ์เกี่ยวเนื่องกับเรื่องที่ทำวิจัย เพื่อนำไปสู่งานวิจัยที่มีคุณภาพ และเพื่อป้องกันปัญหาการวิเคราะห์การตีความ หรือการสรุปที่ผิดพลาด อันอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่องานวิจัย
4. นักวิจัยต้องมีความรับผิดชอบต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีชีวิต หรือไม่มีชีวิต นักวิจัยต้องดำเนินการด้วยความรอบคอบระมัดระวัง และเที่ยงตรงในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคน สัตว์พืช ศิลปวัฒนธรรมทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มีจิตสำนึก และมีปณิธานที่จะอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
5. นักวิจัยต้องเคารพศักดิ์ศรี และสิทธิของมนุษย์ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย นักวิจัย ต้องไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ทางวิชาการจนละเลยและขาดความเคารพในศักดิ์ศรีของเพื่อนมนุษย์ ต้องถือเป็นภาระหน้าที่ที่จะอธิบายจุดมุ่งหมายของการวิจัยแก่ บุคคลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยไม่หลอกลวงหรือบีบบังคับ และไม่ละเมิดสิทธิส่วนบุคคล

6. นักวิจัยต้องมีอิสระทางความคิด โดยปราศจากอคติในทุกขั้นตอนของการทำวิจัย นักวิจัยต้องมีอิสระทางความคิด ต้องตระหนักว่า อคติส่วนตัว หรือความลำเอียง ทางวิชาการอาจส่งผลให้มีการบิดเบือนข้อมูลและข้อค้นพบทางวิชาการ อันเป็นเหตุให้ เกิดผลเสียหาย ต่องานวิจัย

7. นักวิจัยพึงนำผลงานวิจัยไปใช้ ประโยชน์ในทางที่ชอบ นักวิจัยพึงเผยแพร่ ผลงานวิจัยเพื่อประโยชน์ทางวิชาการและสังคม ไม่ขายผลข้อค้นพบจนเกินความเป็นจริงและไม่ใช้ผลงานวิจัยไปทางมิชอบ

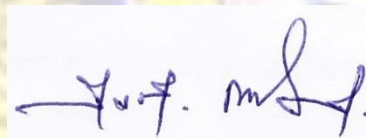
8. นักวิจัยพึงเคารพความคิดเห็นทางวิชาการของผู้อื่น นักวิจัยพึงมีใจกว้าง พร้อมทั้งจะเปิดเผยข้อมูลและขั้นตอนการวิจัย ยอมรับฟัง ความคิดเห็นและเหตุผลทาง วิชาการของผู้อื่น และพร้อมที่จะปรับปรุงแก้ไข งานวิจัยของตนให้ถูกต้อง

9. นักวิจัยพึงมีความรับผิดชอบต่อสังคมทุกระดับ นักวิจัยพึงมีจิตสำนึก ที่จะอุทิศกำลังสติปัญญา ในการทำวิจัย เพื่อความก้าวหน้า ทางวิชาการ เพื่อความเจริญและประโยชน์สุขของสังคมและมวลมนุษยชาติ

ข้าพเจ้า	นาย ประสงค์	นามสกุล	กรรโมปกรณ์
นักศึกษาหลักสูตร	สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม	รหัสนักศึกษา	59807211004-5
ซึ่งเป็นผู้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง การแยกเส้นใยกัญชง (Separation of Hemp Fiber)			

ได้ทราบและปฏิบัติตามหลักจริยธรรมและจรรยาบรรณที่กำหนดไว้ทุกประการ ข้าพเจ้าทราบดีว่า การให้ข้อความอันเป็นเท็จและการละเมิดหลักจริยธรรมและจรรยาบรรณนักวิจัย อาจนำ มาสู่การพ้น สถานภาพเป็นนักศึกษา หรือถูกเพิกถอนปริญญา

(ลงชื่อ)



(นายประสงค์ กรรโมปกรณ์)

ผู้ทำวิทยานิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ

วันที่ 31 เดือน มกราคม พ.ศ. 2562

ภาคผนวก ข.



ตารางผนวกที่ 1.1 สมบัติของเส้นใยก่อนการทดลอง

สมบัติของเส้นใย	1	2	3	$\bar{X}$	SD
ดัชนีความขาว	-125.31	-125.84	-126.34	-125.83	0.52
ดัชนีความเหลือง	59.58	60.56	60.31	60.15	0.51
ความทนต่อแรงดึง (cN)	71.05	69.37	71.06	70.55	0.97
การยืดตัวที่จุดขาด (%)	3.88	4.47	3.30	3.82	0.59
เซลลูโลส (%)	-	-	-	83.69	-
ลิกนิน (%)	-	-	-	8.30	-
เฮมิเซลลูโลส (%)	-	-	-	8.40	-

ตารางผนวกที่ 1.2 น้ำหนักของเส้นใยหลังการแยกแบบขั้นตอนเดียว (กรัม)

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3		SD
0	4.39	4.38	4.42	4.40	0.02	4.32	4.31	4.32	4.32	0.01	4.28	4.27	4.27	4.27	0.01
1	4.32	4.36	4.36	4.35	0.02	4.39	4.17	4.23	4.26	0.11	4.22	4.20	4.16	4.19	0.03
3	4.20	4.17	4.19	4.19	0.02	4.08	4.12	4.19	4.13	0.06	4.08	4.04	4.08	4.07	0.02
6	4.03	4.03	4.05	4.04	0.01	4.03	4.06	3.82	3.97	0.13	3.94	3.98	3.95	3.96	0.02
9	4.08	4.11	4.04	4.08	0.04	3.98	3.98	3.95	3.97	0.02	3.80	3.91	3.88	3.86	0.06
12	4.02	4.04	4.01	4.02	0.02	3.50	3.98	3.40	3.69	0.29	3.37	3.40	3.50	3.42	0.07

ตารางผนวกที่ 1.3 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของเส้นใยกัญชงหลังการแยกแบบ
ขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อ ลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร) (%)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร) (%)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร) (%)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	12.20	12.40	11.60	12.07	0.42	13.60	13.80	13.60	13.67	0.12	14.40	14.60	14.60	14.53	0.12
1	13.60	12.80	12.80	13.07	0.46	12.20	16.60	15.40	14.73	2.27	15.60	16.00	16.80	16.13	0.61
3	16.00	16.60	16.20	16.27	0.31	18.40	17.60	16.20	17.40	1.11	18.40	19.20	18.40	18.67	0.46
6	19.40	19.40	19.00	19.27	0.23	19.40	18.80	23.60	20.60	2.62	21.20	20.40	21.00	20.87	0.42
9	18.40	17.80	19.20	18.47	0.70	20.40	20.40	21.00	20.60	0.35	24.00	21.80	22.40	22.73	1.14
12	19.60	19.20	19.80	19.53	0.31	26.00	20.40	32.00	26.13	5.80	32.60	32.00	30.00	31.53	1.36

ตารางผนวกที่ 1.4 ดัชนีความขาว (WI E313) ของเส้นใยกัญชงหลังการแยกแบบขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อ ลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	- 140.91	- 144.03	- 137.79	- 140.91	3.12	- 150.36	- 147.43	- 149.83	- 149.21	1.56	- 146.28	- 149.46	- 149.30	- 148.35	1.79
1	-84.54	-78.57	-77.27	-80.17	3.88	-93.51 111.67	- 111.67	-96.08	- 100.42	9.83	- 101.69	- 105.68	- 117.45	- 108.27	8.19
3	-51.06	-46.82	-52.82	-50.23	3.08	-71.97	-88.86	-79.74	-80.19	8.45	-98.15	-94.30	-95.56	-96.00	1.96
6	-17.91	-13.58	-15.84	-15.78	2.17	-42.34	-44.43	-35.99	-40.92	4.40	-62.9	-62.16	-61.46	-62.17	0.72
9	-0.43	0.05	-2.62	-1.00	1.42	-35.95	-29.98	-25.02	-30.32	5.47	-58.72	-55.99	-52.71	-55.81	3.01
12	3.65	3.68	3.23	3.52	0.25	-3.70	-15.46	-15.12	-11.43	6.69	-25.58	-29.86	-28.64	-28.03	2.20

ตารางผนวกที่ 1.5 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงดัชนีความขาว(WI E313) ของเส้นใยกุ้งหลังการแยกแบบ
ขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อ ลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)				
	(%)					(%)					(%)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	-11.98	-14.46	-9.50	-11.98	2.48	-19.49	-17.17	-19.07	-18.58	1.24	-16.25	-18.78	-18.65	-17.89	1.42
1	32.81	37.56	38.59	36.32	3.08	25.69	11.25	23.64	20.19	7.81	19.18	16.01	6.66	13.95	6.51
3	59.42	62.79	58.02	60.08	2.45	42.80	29.38	36.63	36.27	6.72	22.00	25.06	24.06	23.70	1.56
6	85.77	89.21	87.41	87.46	1.72	66.35	64.69	71.40	67.48	3.49	50.01	50.60	51.16	50.59	0.57
9	99.66	100.04	97.92	99.21	1.13	71.43	76.17	80.12	75.91	4.35	53.33	55.50	58.11	55.65	2.39
12	102.90	102.92	102.57	102.80	0.20	97.06	87.71	87.98	90.92	5.32	79.67	76.27	77.24	77.73	1.75

ตารางผนวกที่ 1.6 ดัชนีความเหลือง(YI E313) ของเส้นใยกุ้งหลังการแยกแบบขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	66.74	66.33	65.11	66.06	0.85	68.36	68.05	67.51	67.97	0.43	69.31	69.14	69.95	69.47	0.43
1	47.39	45.34	44.84	45.86	1.35	50.04	50.29	50.89	50.41	0.44	53.22	54.24	57.42	54.96	2.19
3	37.08	35.78	31.12	34.66	3.13	47.34	50.08	46.32	47.91	1.94	49.76	50.34	50.44	50.18	0.37
6	26.58	26.68	26.75	26.67	0.09	32.34	36.17	32.64	33.72	2.13	46.05	41.07	40.23	42.45	3.15
9	19.82	18.95	20.31	19.69	0.69	30.97	29.34	27.51	29.27	1.73	38.88	40.59	42.69	40.72	1.91
12	20.22	20.1	20.19	20.17	0.06	21.78	27.92	25.15	24.95	3.07	33.33	31.02	28.79	31.05	2.27

ตารางผนวกที่ 1.7 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงดัชนีความเหลือง (YI E313) ของเส้นใยกล้วยหลังการแยกแบบขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	-10.96	-10.27	-8.25	-9.83	1.41	-13.65	-13.13	-12.24	-13.01	0.72	-15.23	-14.95	-16.29	-15.49	0.71
1	21.21	24.62	25.45	23.76	2.25	16.81	16.39	15.39	16.20	0.73	11.52	9.83	4.54	8.63	3.64
3	38.35	40.52	48.26	42.38	5.21	21.30	16.74	22.99	20.34	3.23	17.27	16.31	16.14	16.58	0.61
6	55.81	55.64	55.53	55.66	0.14	46.23	39.87	45.74	43.95	3.54	23.44	31.72	33.12	29.43	5.23
9	67.05	68.50	66.23	67.26	1.15	48.51	51.22	54.26	51.33	2.88	35.36	32.52	29.03	32.30	3.17
12	66.38	66.58	66.43	66.47	0.10	63.79	53.58	58.19	58.52	5.11	44.59	48.43	52.14	48.38	3.77

ตารางผนวกที่ 1.8 ความทนแรงดึง (cN) ของเส้นใยกล้วยหลังการแยกแบบขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	48.27	55.54	52.34	52.05	3.64	48.99	47.29	44.68	46.99	2.17	48.03	45.33	45.43	46.26	1.53
1	44.04	50.03	51.64	48.57	4.00	42.70	42.70	47.03	44.14	2.50	49.30	45.44	44.15	46.30	2.68
3	42.94	46.93	50.79	46.89	3.93	40.58	37.19	34.73	37.50	2.94	39.56	36.53	38.60	38.23	1.55
6	46.99	46.97	50.66	48.21	2.12	40.82	40.51	40.15	40.49	0.34	38.60	40.98	39.64	39.74	1.19
9	49.11	47.04	49.48	48.54	1.32	35.35	36.27	37.99	36.54	1.34	23.20	24.03	24.95	24.06	0.88
12	46.86	46.78	48.36	47.33	0.89	31.76	38.06	36.69	35.50	3.31	30.36	29.73	34.71	31.60	2.71

ตารางผนวกที่ 1.9 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความทนแรงดึงของเส้นใยกันขงหลังการแยกแบบ ขึ้นตอนเดียว

ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อ ลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร) (%)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร) (%)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร) (%)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	31.58	21.28	25.81	26.22	5.16	30.56	32.97	36.67	33.40	3.08	31.92	35.75	35.61	34.42	2.17
1	37.58	29.09	26.80	31.16	5.68	39.48	39.48	33.34	37.43	3.54	30.12	35.59	37.42	34.38	3.80
3	39.14	33.48	28.01	33.54	5.56	42.48	47.29	50.77	46.85	4.16	43.93	48.22	45.29	45.81	2.19
6	33.39	33.42	28.19	31.67	3.01	42.14	42.58	43.09	42.60	0.48	45.29	41.91	43.81	43.67	1.69
9	30.39	33.32	29.87	31.19	1.86	49.89	48.59	46.15	48.21	1.90	67.12	65.94	64.64	65.90	1.24
12	33.58	33.69	31.45	32.91	1.26	54.98	46.05	47.99	49.68	4.70	56.97	57.86	50.80	55.21	3.84

ตารางผนวกที่ 1.10 การยืดตัว ณ จุดขาด (%) ของเส้นใยกันขงหลังการแยกแบบขึ้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	3.67	3.67	3.77	3.70	0.06	3.56	3.65	3.58	3.60	0.05	3.36	3.6	3.24	3.40	0.18
1	3.69	3.52	3.73	3.65	0.11	3.53	3.27	3.43	3.41	0.13	3.27	3.5	3.22	3.33	0.15
3	3.68	3.48	3.73	3.63	0.13	3.5	3.2	3.4	3.37	0.15	3.27	3.4	3.19	3.29	0.11
6	3.63	3.38	3.54	3.52	0.13	3.28	3.17	3.28	3.24	0.06	3.19	3.13	3.07	3.13	0.06
9	3.53	3.22	3.11	3.29	0.22	3.25	3.07	3.05	3.12	0.11	3.09	3.05	3.06	3.07	0.02
12	3.26	3.27	3.27	3.27	0.01	3.12	3.03	3	3.05	0.06	3.04	3.07	3.05	3.05	0.02

ตารางผนวกที่ 1.11 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงการยึดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยัญชงหลังการแยกแบบ ขึ้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร) (%)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร) (%)					โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร) (%)				
	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD	1	2	3	$\bar{X}$	SD
0	3.93	3.93	1.31	3.05	1.51	6.81	4.45	6.28	5.85	1.24	12.04	5.76	15.18	10.99	4.80
1	3.40	7.85	2.36	4.54	2.92	7.59	14.40	10.21	10.73	3.43	14.40	8.38	15.71	12.83	3.91
3	3.66	8.90	2.36	4.97	3.46	8.38	16.23	10.99	11.87	4.00	14.40	10.99	16.49	13.96	2.77
6	4.97	11.52	7.33	7.94	3.31	14.14	17.02	14.14	15.10	1.66	16.49	18.06	19.63	18.06	1.57
9	7.59	15.71	18.59	13.96	5.70	14.92	19.63	20.16	18.24	2.88	19.11	20.16	19.90	19.72	0.54
12	14.66	14.40	14.40	14.49	0.15	18.32	20.68	21.47	20.16	1.63	20.42	19.63	20.16	20.07	0.40

ตารางผนวกที่ 1.12 เปรียบเทียบน้ำหนักเส้นใยที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	5.00	4.39	4.38	4.42	4.397	0.021
0	6	2	5	5.00	4.76	4.79	4.77	4.773	0.015
5	6	2	5	5.00	4.03	4.03	4.05	4.037	0.012
5	6	0	0	5.00	4.11	3.95	4.12	4.060	0.095

ตารางผนวกที่ 1.13 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยัญชงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	5.00	12.20	12.40	11.60	12.07	0.42
0	6	2	5	5.00	4.80	4.20	4.60	4.53	0.31
5	6	2	5	5.00	19.40	19.40	19.00	19.27	0.23
5	6	0	0	5.00	17.80	21.00	17.60	18.80	1.91

ตารางผนวกที่ 1.14 ดัชนีความขาว (WI E313) ของเส้นใยัญชงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	-125.83	-140.91	-144.03	-137.79	-140.910	3.120
0	6	2	5	-125.83	-95.83	-90.52	-92.10	-92.817	2.727
5	6	2	5	-125.83	-17.91	-13.58	-15.84	-15.777	2.166
5	6	0	0	-125.83	-83.50	-79.86	-79.25	-80.870	2.298

ตารางผนวกที่ 1.15 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงดัชนีความขาว(WI E313) ของเส้นใยัญชงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	-125.83	-11.98	-14.46	-9.50	-11.98	2.48
0	6	2	5	-125.83	23.84	28.06	26.81	26.24	2.17
5	6	2	5	-125.83	85.77	89.21	87.41	87.46	1.72
5	6	0	0	-125.83	33.64	36.53	37.02	35.73	1.83

ตารางผนวกที่ 1.16 ดัชนีความเหลือง(YI E313) ของเส้นใยัญชงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	60.15	66.74	66.33	65.11	66.06	0.85
0	6	2	5	60.15	49.79	54.95	51.73	52.16	2.61
5	6	2	5	60.15	26.58	26.68	26.75	26.67	0.09
5	6	0	0	60.15	48.54	47.23	47.30	47.69	0.74

ตารางผนวกที่ 1.17 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงดัชนีความเหลือง(YI E313) ของเส้นใยัญชงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	60.15	-10.96	-10.27	-8.25	-9.83	1.41
0	6	2	5	60.15	17.22	8.65	14.00	13.29	4.33
5	6	2	5	60.15	55.81	55.64	55.53	55.66	0.14
5	6	0	0	60.15	19.30	21.48	21.36	20.71	1.23

ตารางผนวกที่ 1.18 ความทนแรงดึง (cN) ของเส้นใยกล้วยงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง (cN)	หลังทดลอง (cN)				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	70.50	48.27	55.54	52.34	52.05	3.64
0	6	2	5	70.50	47.31	52.57	55.13	51.67	3.99
5	6	2	5	70.50	46.99	46.97	50.66	48.21	2.13
5	6	0	0	70.50	46.38	48.55	43.08	46.00	2.76

ตารางผนวกที่ 1.19 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความทนแรงดึง(cN) ของเส้นใยกล้วยงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	70.50	31.53	21.22	25.76	26.17	5.17
0	6	2	5	70.50	32.89	25.43	21.80	26.71	5.66
5	6	2	5	70.50	33.35	33.38	28.14	31.62	3.01
5	6	0	0	70.50	34.21	31.13	38.89	34.75	3.91

ตารางผนวกที่ 1.20 การยืดตัว ณ จุดขาด (%) ของเส้นใยกล้วยงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง (%)	หลังทดลอง (%)				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	3.88	3.67	3.67	3.77	3.703	0.058
0	6	2	5	3.88	3.30	3.65	3.79	3.580	0.252
5	6	2	5	3.88	3.63	3.38	3.54	3.517	0.127
5	6	0	0	3.88	3.46	3.16	3.30	3.307	0.150

ตารางผนวกที่ 1.21 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยกล้วยงที่สภาวะทดลองต่างกัน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	สารทำความสะอาด (กรัมต่อลิตร)	สารคงสภาพ (กรัมต่อลิตร)	ก่อน ทดลอง	หลังทดลอง				
					1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
5	0	2	5	3.88	5.41	5.41	2.84	4.55	1.49
0	6	2	5	3.88	14.95	5.93	2.32	7.73	6.50
5	6	2	5	3.88	6.44	12.89	8.76	9.36	3.26
5	6	0	0	3.88	10.82	18.56	14.95	14.78	3.87

ตารางผนวกที่ 1.22 เปรียบเทียบน้ำหนักเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยกขั้นตอนเดียว	5.00	4.03	4.03	4.05	4.04	0.01
การแยกสองขั้นตอน	5.00	3.99	3.99	3.93	3.97	0.03

ตารางผนวกที่ 1.23 เปรียบเทียบดัชนีความขาว (WIE313) ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยกขั้นตอนเดียว	-125.83	-17.91	-13.58	-15.84	-15.78	2.17
การแยกสองขั้นตอน	-125.83	-21.55	-23.17	-25.20	-23.31	1.83

ตารางผนวกที่ 1.24 เปรียบเทียบดัชนีความเหลือง (YI E313) ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยกขั้นตอนเดียว	60.15	26.58	26.68	26.75	26.67	0.09
การแยกสองขั้นตอน	60.15	26.70	26.80	26.78	26.36	0.20

ตารางผนวกที่ 1.25 เปรียบเทียบความทนแรงดึง ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยกขั้นตอนเดียว	70.50	46.99	46.97	50.66	48.21	2.12
การแยกสองขั้นตอน	70.50	48.01	53.33	50.00	50.45	2.69

ตารางผนวกที่ 1.26 เปรียบเทียบการยึดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และสองขั้นตอน

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยกขั้นตอนเดียว	3.88	3.63	3.38	3.54	3.52	0.13
การแยกสองขั้นตอน	3.88	3.00	3.16	3.60	3.25	0.31

ตารางผนวกที่ 1.27 เปรียบเทียบน้ำหนักเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และขยายขนาด 20 เท่า

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยกขั้นตอนเดียว	5.00	4.03	4.03	4.05	4.04	0.01
การแยกขั้นตอนเดียวขยายขนาด 20 เท่า	100.00	85.00	87.50	86.90	86.60	1.47

ตารางผนวกที่ 1.28 เปรียบเทียบดัชนีความขาว (WI E313) ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และขยายขนาด 20 เท่า

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยก ขั้นตอนเดียว	-125.83	-17.91	-13.58	-15.84	-15.78	2.17
การแยกขั้นตอนเดียวขยายขนาด 20 เท่า	-125.83	-23.59	-22.12	-24.83	-23.51	1.36

ตารางผนวกที่ 1.29 เปรียบเทียบดัชนีความเหลือง (YI E313) ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และขยายขนาด 20 เท่า

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยก ขั้นตอนเดียว	60.15	26.58	26.68	26.75	26.67	0.09
การแยกขั้นตอนเดียวขยายขนาด 20 เท่า	60.15	30.78	30.79	30.57	30.71	0.12

ตารางผนวกที่ 1.30 เปรียบเทียบความทนแรงดึง ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และขยายขนาด 20 เท่า

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยก ขั้นตอนเดียว	70.50	46.99	46.97	50.66	48.21	2.12
การแยกขั้นตอนเดียวขยายขนาด 20 เท่า	70.50	45.11	50.48	49.29	48.29	2.82

ตารางผนวกที่ 1.31 เปรียบเทียบการยืดตัว ณ จุดขาด ของเส้นใยที่แยกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แบบขั้นตอนเดียว และขยายขนาด 20 เท่า

วิธีแยก	ก่อนทดลอง	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
การแยก ขั้นตอนเดียว	3.88	3.63	3.38	3.54	3.52	0.13
การแยกขั้นตอนเดียวขยายขนาด 20 เท่า	3.88	2.93	3.45	3.36	3.25	0.28

ตารางผนวกที่ 1.32 ปริมาณร้อยละเซลลูโลส ของเส้นใยกล้วยง แบบแยกขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)
0	81.70	81.77	81.26
1	81.07	81.08	80.72
3	80.83	80.45	80.52
6	80.42	79.53	78.87
9	78.79	77.84	77.14
12	76.69	75.92	75.97

ตารางผนวกที่ 1.33 ปริมาณร้อยละลิกนิน ของเส้นใยกล้วยง แบบแยกขั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)
0	7.79	7.54	7.69
1	7.24	6.41	6.95
3	5.87	5.89	5.23
6	3.88	3.59	3.50
9	3.29	2.65	2.43
12	3.17	2.50	2.81

ตารางผนวกที่ 1.34 ปริมาณร้อยละเฮมิเซลลูโลส ของเส้นใยัญชง แบบแยกชั้นตอนเดียว

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (5 กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 กรัมต่อลิตร)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (15 กรัมต่อลิตร)
0	7.16	6.41	6.31
1	7.02	6.63	6.32
3	6.40	5.36	5.77
6	6.73	5.60	5.27
9	5.97	5.27	5.36
12	5.63	5.18	5.06

ตารางผนวกที่ 1.35 ปริมาณร้อยละเซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลสของเส้นใยัญชงที่สภาวะการทดลองต่างกัน

การเติมสาร	เซลลูโลส (%)	ลิกนิน (%)	เฮมิเซลลูโลส (%)
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	81.7	7.79	7.16
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	78.59	5.73	7.72
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร + สารทำความสะอาด และสารคงสภาพ	80.42	3.88	6.73
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร + ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 6 กรัมต่อลิตร	82.05	5.02	6.72

ตารางผนวกที่ 1.36 ปริมาณร้อยละเซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลสของเส้นใยัญชง หลังการแยกแบบชั้นตอนเดียวและสองชั้นตอน

วิธีแยก	เซลลูโลส (%)	ลิกนิน (%)	เฮมิเซลลูโลส (%)
การแยกชั้นตอนเดียว	80.42	3.88	6.73
การแยกสองชั้นตอน	81.4	3.57	6.75

ตารางผนวกที่ 1.37 ปริมาณร้อยละเซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลสของเส้นใยกล้วย หลังการแยกแบบขั้นตอนเดียวและขยายขนาด

วิธีแยก	เซลลูโลส (%)	ลิกนิน (%)	เฮมิเซลลูโลส (%)
การแยกขั้นตอนเดียว	80.42	3.88	6.73
การแยกขั้นตอนเดียว ขยายขนาด 20 เท่า	82.18	4.44	6.79

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ประสงค์ กรรโมปกรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	22 กันยายน 2508
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ที่อยู่ปัจจุบัน	659/22 ม.4 หมู่บ้านสินทวี ทำข้าม 2 ถนนอนามัย งามเจริญ แขวงทำข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
สถานที่ทำงาน	บริษัท ไทยวาโก้ จำกัด (มหาชน)
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้จัดการแผนก

