การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว

นายกฤษณ์ เย็นสุดใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาศิลปกรรมศาสตร์
คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

CREATION OF CONCEPTUAL FASHION GARMENTS FROM BACTERIAL CELLULOSE TEXTILE

Mr. Kris Yensudchai

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Fine and Applied Arts Program in Fine and Applied Arts
Faculty of Fine and Applied Arts
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว
โดย	นายกฤษณ์ เย็นสุดใจ
สาขาวิชา	ศิลปกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ อารยะ ศรีกัลยาณบุตร

คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภกรณ์ ดิษฐพันธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภกรณ์ ดิษฐพันธุ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร.พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ อารยะ ศรีกัลยาณบุตร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.วีรวัฒน์ สิริเวสมาศ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กฤษณ์ เย็นสุดใจ : การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว. (CREATION OF CONCEPTUAL FASHION GARMENTS FROM BACTERIAL CELLULOSE TEXTILE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศ. ดร.พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. อารยะ ศรีกัลยาณบุตร, 139 หน้า.

นักทฤษฎีอนุรักษ์ธรรมชาติได้เสนอแนวคิดความสูญเสียเป็นศูนย์(Zero-Waste) ในการออกแบบเพื่อยับยั้งกระบวน การสร้างของเสียในการผลิต เป้าหมายของการวิจัยฉบับนี้เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายโอต์กือตูร์ (Haute Couture) โดยการใช้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพ ซึ่งเป็นวัสดุชีวภาพทางการแพทย์และความงาม ให้เป็นวัสดุทางเลือกใหม่สำหรับนักออกแบบแฟชั่น

วิธีการวิจัยแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกใช้ วิธีเชิงทดลอง เพื่อสร้างแผ่นเซลลูโลสจากข้าว ให้มี ขนาด สี และการตกแต่งลวดลาย โดยอาศัยคณะผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบเสื้อผ้าเป็นผู้ตัดสินว่าแผ่นเซลลูโลสที่เป็นผลการทดลอง มีความเหมาะสมกับการขึ้นรูปเสื้อผ้าในแง่ใด ส่วนที่สองเป็น การออกแบบและพัฒนาเสื้อผ้าโอต์กือตูร์ ตามสไตล์อาวองต์-การ์ด แล้วนำมาออกแสดงนิทรรศการแฟชั่น เพื่อวัดความพึงพอใจด้านสไตล์ และวัสดุทางเลือกใหม่

ผลการวิจัย ได้แสดงให้เห็นว่า การออกแบบและพัฒนาเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว ไม่ได้เป็นเพียง ประกายของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอ แต่ยังเป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากการประยุกต์แนวคิดความสูญเสียเป็นสูญ เพื่อกรุยทางไปสู่อุตสาหกรรมสิ่งทอเพื่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา ศิลปกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

5286801135 : MAJOR FINE AND APPLIED ARTS
KEYWORDS: ACETOBACTER XYLINUM / ZERO WASTE / AVANT-GARDE / HAUTE COUTURE / THAI RICE / BACTERIA CELLULOSE

KRIS YENSUDCHAI: CREATION OF CONCEPTUAL FASHION GARMENTS FROM BACTERIAL CELLULOSE TEXTILE. ADVISOR: PROF. PORNSANONG VONGSINGTHONG, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSO. PROF. ARAYA SRIKANLAYANABUTH, 139 pp.

Environmentalists have long been suggested that a zero-waste principle might as well be applied to textile production. An objective of the research was to demonstrate that bacterial biological cellulose, commonly used in the cosmetic and medical industry, can be designed and developed into an alternative textile for high fashion (Haute Couture) in response to such principle.

Its method was divided into two parts. The first part focused mainly on the experiments of such fabric to find appropriate methods for surface scale, color, and decoration. Different fashion experts were asked to testify about the appropriate strategies and processes that should be used at the different stages of the production. Second part were the design and development the haute couture; testing the limitations for an avant-garde style.

The developed avant-garde fashion was exhibited to the enthusiastic fashion consumers for evaluation. The new alternative material was highly appreciated by most visitors to the exhibition. It is, therefore, possible to achieve new fashion aesthetics through zero –waste production. Bacterial biological cellulose from rice tissue culture for non woven fashion industry offers not only aesthetics, but also can be a major breakthrough for ethical fashion in the future.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Fine and Applied Arts Student's Signature .....

Academic Year: 2013 Advisor's Signature .....

Co-Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ หลักสูตรศิลปกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้โอกาสในการศึกษาเรียนรู้ การสร้างสรรค์งานศิลปกรรมและการวิจัย ผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แฟชั่นเพื่อสังคมตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร.พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ อารยะ ศรีกัลยาณบุตร ที่กรุณาให้ข้อแนะนำเชิงวิชาการอันเป็นแบบอย่างที่ดี และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัยอย่างเป็นระบบ

ขอกราบขอบพระคุณ คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์ รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภกรณ์ ดิษฐพันธุ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ และดร.วีรวัฒน์ สิริเวสมาศ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษา เพื่อปรับปรุง และแก้ไข วิทยานิพนธ์ให้สำเร็จตามจุดมุ่งหมาย

ขอขอบพระคุณ คุณหญิงพวงร้อย ดิศกุล ณ อยุธยา รองเลขาธิการ มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา รวมไปถึงเอื้อเฟื้อสถานที่จัดงานนิทรรศการเพื่อแสดงผลงานวิจัย ภายในพื้นที่ร้านดอยตุงLife Style ในห้างสรรพสินค้าสยามดิสคัฟเวอรี่เซ็นเตอร์

ขอขอบพระคุณ คุณสมบัติ รุ่งศิลป์ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลรวมไปถึงอำนวยการผลิต แผ่นเซลลูโลสชีวภาพอันเป็นปัจจัยสำคัญในงานวิจัยนี้

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณชมพูนุท วีรกิตติ ผู้อำนวยการห้องสมุดวัสดุเพื่อการออกแบบ Material ConneXion Bangkok ที่ให้ข้อมูลด้านวัสดุ และให้การสนับสนุนผลงานออกแบบจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ โดยเอื้อเฟื้อพื้นที่จัดนิทรรศการภายในงานสัมมนาและจับคู่ธุรกิจครั้งที่1 และครั้งที่2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

ปัญหาของงานวิจัย 2

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ 2

ขอบเขตของงานวิจัย 3

วิธีดำเนินการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 6

บทที่ 2 7

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ส่วนที่ 1 ศึกษาความเป็นมา และกระบวนการเกิดแบคทีเรียเซลลูโลส 9

ส่วนที่ 2 ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสและคุณสมบัติผ้าชนิดต่างๆ ... 17

ส่วนที 3 ศึกษากระบวนการย้อมสีด้วยคุณสมบัติของสีแต่ละประเภท และเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส 26

ส่วนที่ 4 ศึกษารูปแบบศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post Modern Art) รสนิยมและการแสดงออกผ่านศิลปะการแต่งกาย และการประยุกต์ศิลปะหลังสมัยใหม่กับการออกแบบเครื่องแต่งกายที่พัฒนาจากวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส 29

ส่วนที่ 5 ศึกษารูปแบบเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมสำหรับการนำวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อเป็นวัสดุในการผลิตเครื่องแต่งกายหรือผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย 39

หน้า

ส่วนที่ 6 การออกแบบ ตัดเย็บ และการตกแต่งเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อเป็นวัสดุในการผลิตเครื่องแต่งกายหรือผลิตภัณฑ์แฟชั่น..... 41
บทที่ 3 54
วิธีดำเนินการวิจัย 54
ส่วนที่ 1 การทดลองผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวขนาดต่างๆ 54
ส่วนที่ 2 การย้อมแบคทีเรียเซลลูโลส 64
ส่วนที่ 3 การทดลองเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นเซลลูโลส..... 70
บทที่ 4 74
ผลการทดลอง และวิจารณ์..... 74
ผลการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพ 74
ผลการทดลองผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวขนาดต่างๆ 75
ผลการทดลองด้านการย้อมสีแผ่นเซลลูโลส..... 76
ผลการทดลองเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นเซลลูโลส 77
บทที่ 5 80
การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์..... 80
ส่วนที่ 1 กรอบแนวคิดการออกแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล 81
ส่วนที่ 2 สไตล์ อาวองค์-การ์ด (Avant garde)..... 81
ส่วนที่ 3 เกณฑ์ในการเลือกและวิเคราะห์แรงบันดาลใจ (Inspiration) มาใช้สำหรับการออกแบบ 82
ส่วนที่ 4 เกณฑ์ในการเลือกและการวิเคราะห์ตัวอย่างงาน 82
ส่วนที่ 5 สรุปแนวทางการออกแบบคอลเลคชั่น (Collection)..... 96
ส่วนที่ 6 ผลงานการออกแบบ..... 110
บทที่ 6 115
ผลการวิจัย..... 115
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 115
แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ..... 115
วิธีดำเนินงานวิจัย 115
สรุปผลการวิจัย 116

หน้า

การออกแบบผลิตภัณฑ์ 117
ข้อเสนอแนะ 118
แผนการพัฒนา 118
รายการอ้างอิง 122
ภาคผนวก ก. 126
ผลงานวิจัยและสัมภาษณ์ สมบัติ รุ่งศิลป์ 126
ภาคผนวก ข. 131
คุณสมบัติเส้นใย 131
ภาคผนวก ค. 137
แบบสอบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 137
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติแผ่นเซลลูโลสเส้นใยไหม ฝ้าย และโพลีเอสเตอร์ 25
ตารางที่ 2 แสดงผลคุณสมบัติทางกายภาพหรือคุณสมบัติเชิงกลแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนก 63
ตารางที่ 3 ผลการทดลองการย้อมสีแผ่นเซลลูโลส 70
ตารางที่ 4 ผลการทดลองเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นเซลลูโลส 73
ตารางที่ 5 สรุปคุณสมบัติของเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว 75
ตารางที่ 6 สรุปคุณสมบัติเพื่อการออกแบบของเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว 78
ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 1 85
ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 2 88
ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 3 91
ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 4 95
ตารางที่ 11 ผลงานชุดที่ 1 102
ตารางที่ 12 ผลงานชุดที่ 2 103
ตารางที่ 13 ผลงานชุดที่ 3 104
ตารางที่ 14 ผลงานชุดที่ 4 105
ตารางที่ 15 ผลงานชุดที่ 5 106
ตารางที่ 16 ผลงานชุดที่ 6 107
ตารางที่ 17 ผลงานชุดที่ 7 108

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 เส้นใยเซลลูโลสจากแบคทีเรียโดยใช้เครื่องScan Electron Microscope..... 9
ภาพที่ 2 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส 15
ภาพที่ 3 รูปโครงสร้างเส้นใยที่เกิดจาก Acetobacter xylinum 19
ภาพที่ 4 ผ้าฝ้าย 20
ภาพที่ 5 ผ้าไหม 20
ภาพที่ 6 ผ้าลินิน 21
ภาพที่ 7 ผ้าไหมเทียม..... 21
ภาพที่ 8 ผ้าฝ้ายผสมเส้นใยสังเคราะห์ 22
ภาพที่ 9 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่เปียก และแบบแผ่นที่แห้งสนิท 23
ภาพที่ 10 สีย้อมสังเคราะห์ 26
ภาพที่ 11 สีย้อมธรรมชาติ..... 27
ภาพที่ 12 ตัวอย่าง สีที่ได้จากการสังเคราะห์ดีเอนเอ 29
ภาพที่ 13 ตัวอย่าง หมึกสีที่ได้จากการสังเคราะห์ดีเอนเอ..... 29
ภาพที่ 14 Comme des Garçons Spring and Summer 2004..... 31
ภาพที่ 15 Viktor and Rolf 1993 “Hyères”..... 33
ภาพที่ 16 “First Couture Collection” Spring and Summer 1998 (up left),..... 34
ภาพที่ 17 Hussein Chalayan’s Spring and Summer 2000 collection..... 36
ภาพที่ 18 อัลบัมเพลง "Post" โดยนักร้องบีเยิร์ก (Björk Guðmundsdóttir) 37
ภาพที่ 19 ผลงาน “Airmail”..... 38
ภาพที่ 20 ตัวอย่างแพทเทิร์นเสื้อ 45
ภาพที่ 21 ตัวอย่าง แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) 50
ภาพที่ 22 รูปแบบการพับแบบต่างๆ จากต้นแบบสี่เหลี่ยม..... 51
ภาพที่ 23 รูปแบบการพับแบบต่างๆ จากต้นแบบวงกลม 51
ภาพที่ 24 วิธีการสร้างแพทเทิร์นกระโปรงวงกลม..... 51
ภาพที่ 25 กาวสำหรับติดผ้า 52
ภาพที่ 26 เทคนิคการพิมพ์แทนการย้อม..... 52
ภาพที่ 27 ปลายข้าวสำหรับหมักทำเชื้อและอาหารเลี้ยง 55
ภาพที่ 28 ถังหมักปลายข้าว 56
ภาพที่ 29 หม้อต้มน้ำหมักปลายข้าวเพื่อให้ได้หัวเชื้อน้ำหมัก 56

ภาพที่ 30 ลักษณะแผ่นเซลลูโลสในภาชนะ 57
ภาพที่ 31 นำหัวเชื้อน้ำหมักปลายข้าวเข้าตู้เก็บเพื่อรักษาอุณหภูมิ 57
ภาพที่ 32 นำหัวเชื้อน้ำหมักปลายข้าวเข้าตู้เก็บเพื่อรักษาอุณหภูมิ 58
ภาพที่ 33 ถาดเลี้ยงหัวเชื้อแบคทีเรียเซลลูโลส 58
ภาพที่ 34 น้ำเลี้ยงหัวเชื้อแบคทีเรียเซลลูโลส 59
ภาพที่ 35 ภาชนะที่ได้รับการออกแบบให้มีขนาดใหญ่สำหรับการผลิตแผ่นเซลลูโลส 59
ภาพที่ 36 แผ่นเซลลูโลสที่ผลิตตามขนาดของภาชนะ 60
ภาพที่ 37 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสครบกำหนดจะถูกนำไปแช่น้ำเพื่อให้อิ่มตัว 60
ภาพที่ 38 หม้อต้มฆ่าเชื้อแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส 61
ภาพที่ 39 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสผ่านการแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 61
ภาพที่ 40 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสผ่านการแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์รอนำไปตากให้แห้ง 62
ภาพที่ 41 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ตากแดดจนแห้งสนิท 62
ภาพที่ 42 สีย้อมสังเคราะห์ชนิดย้อมร้อน 65
ภาพที่ 43 วิธีการย้อมร้อน 65
ภาพที่ 44 ภาพแผ่นแบคทีเรียขณะย้อมร้อนและผลลัพธ์ 65
ภาพที่ 45 สีสังเคราะห์ชนิดย้อมเย็น 66
ภาพที่ 46 วิธีการย้อมเย็น 67
ภาพที่ 47 ภาพแผ่นแบคทีเรียขณะย้อมเย็นและผลลัพธ์ 67
ภาพที่ 48 ภาพแผ่นแบคทีเรียขณะย้อมธรรมชาติและผลลัพธ์ 68
ภาพที่ 49 แผ่นเซลลูโลส แช่น้ำให้อิ่มตัว/แผ่นเซลลูโลสแช่สีให้ดูดซึมทั่วแผ่นและอิ่มตัว 68
ภาพที่ 50 แผ่นเซลลูโลสผ่านการย้อมสี 3 ชนิด 69
ภาพที่ 51 การเย็บเซลลูโลสที่แห้งสนิท 70
ภาพที่ 52 การพรมน้ำให้เซลลูโลสคืนตัว 71
ภาพที่ 53 เซลลูโลสที่ได้รับการตกแต่งด้วยการปัก 71
ภาพที่ 54 เทคนิคการพับเซลลูโลสแทนการตัด 71
ภาพที่ 55 เทคนิคการติดกาวเซลลูโลสแทนการเย็บ 72
ภาพที่ 56 เซลลูโลสที่ได้รับการพิมพ์ลวดลายด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล 72
ภาพที่ 57 การเปรียบเทียบภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง 74
ภาพที่ 58 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่1 84
ภาพที่ 59 การออกแบบจากตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 2 87
ภาพที่ 60 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 2 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 61 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 3 90
ภาพที่ 62 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่4..... 93
ภาพที่ 63 ภาพแสดงแรงบันดาลใจ (Inspiration) อารมณ์เกี่ยวกับงาน (Mood Board)..... 96
ภาพที่ 64 Cool Tools: Tile Patterns..... 97
ภาพที่ 65 ข้าวสารอาหารเลี้ยงเชื้อและข้าวหมักที่ใช้ทำหัวเชื้อ 97
ภาพที่ 66 ภาชนะสำหรับการเพาะเลี้ยงรูปสี่เหลี่ยม 98
ภาพที่ 67 การทำพื้นผิวบนแผ่นเซลลูโลส..... 98
ภาพที่ 68 รูปแบบการเรียงวัสดุตามแบบแพทเทิร์นกระเบื้อง 99
ภาพที่ 69 ภาพแสดงกลุ่มสีที่ใช้ (Colorway) 99
ภาพที่ 70 การวางแพทเทิร์น และทำโครงสร้าง..... 100
ภาพที่ 71 เสื้อผ้าต้นแบบที่ผลิตจากแบคทีเรียเซลลูโลส โดยใช้เทคนิคการพับและการเย็บ..... 101
ภาพที่ 72 ผลงานชุดที่ 1 102
ภาพที่ 73 ผลงานชุดที่ 2 103
ภาพที่ 74 ผลงานชุดที่ 3 104
ภาพที่ 75 ผลงานชุดที่ 4 105
ภาพที่ 76 ผลงานชุดที่ 5 106
ภาพที่ 77 ผลงานชุดที่ 6 107
ภาพที่ 78 ผลงานชุดที่ 7 108
ภาพที่ 79 ภาพรวม COLLECTION..... 109
ภาพที่ 80 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย 110
ภาพที่ 81 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย 111
ภาพที่ 82 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย 111
ภาพที่ 83 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย 112
ภาพที่ 84 สื่อประชาสัมพันธ์ของงานศิลปินเสวนา**นิทรรศการ Art of Memory in Contemporary Textiles “MNEMONIKOS”** 113
ภาพที่ 85 ผลงานภายในงานการแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 86 บรรยากาศภายในงานและการบรรยายผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย 114
ภาพที่ 87 ภาพรวมผลิตภัณฑ์..... 117
ภาพที่ 88 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “DRESS” 119
ภาพที่ 89 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “JACKET” 119
ภาพที่ 90 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “Blouse” 120
ภาพที่ 91 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “SKIRT” 120
ภาพที่ 92 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “PANTS” 120
ภาพที่ 93 ภาพ COLLECTION ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product 121
ภาพที่ 94 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อการรักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก ... 126
ภาพที่ 95 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อการรักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก ... 127
ภาพที่ 96 นายสมบัติ รุ่งศิลป์โชว์แผ่นเซลลูโลสชีวภาพ 128
ภาพที่ 97 แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวในรูปแบบของแผ่นมาส์คหน้า 128
ภาพที่ 98 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อใช้ประโยชน์เชิงการแพทย์และเพื่อความงาม 129
ภาพที่ 99 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อความงาม 129
ภาพที่ 100 สมบัติ รุ่งศิลป์ ได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติ ผลงานประดิษฐ์คิดค้น 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มในประเทศไทยเป็นอุตสาหรรมที่มีการรู้จักอย่างกว้างขวางด้านการผลิต และยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ไทยถือว่าเป็นประเทศที่มีอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ครบวงจร ตั้งแต่อุตสาหกรรมต้นน้ำที่เริ่มต้นจากกระบวนการผลิตสิ่งทอ ไปจนถึงอุตสาหกรรมปลายน้ำ คือ การผลิตเครื่องนุ่งห่ม มากกว่าประเทศอื่นในอาเซียน เช่น กัมพูชา ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม (สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ 2554) อุตสาหกรรมสิ่งทอในปัจจุบันเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจากสิ่งทอเครื่องนุ่งห่มเป็นปัจจัยสำคัญ อุตสาหกรรมสิ่งทอมีวิวัฒนาการที่ต่อเนื่องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ทำให้การผลิตสิ่งทอสามารถผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็วหากแต่ปัญหาที่ตามมาคือ สิ่งทอมีมากเกินความจำเป็น ถึงแม้จะมีการนำสิ่งทอไปพัฒนาเป็นเครื่องนุ่งห่มหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ก็ตาม แต่สิ่งทอส่วนใหญ่ในปัจจุบันมักผลิตขึ้นตามปัจจัยการผลิตที่เน้นความรวดเร็ว และความประหยัดเป็นหลัก ทำให้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสิ่งทอใช้องค์ประกอบจากพลาสติก หรือเส้นใยสังเคราะห์มากกว่าเส้นใยธรรมชาติ ทำให้สิ่งทอเหล่านี้ส่วนที่ไม่ได้นำไปผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่มเหลือเศษที่ถูกตัดทิ้งในขั้นตอนการผลิต เศษเหล่านี้จะกลายเป็นวัสดุเหลือใช้ที่ย่อยสลายยากเช่นเดียวกับขยะพลาสติก

นอกจากความสามารถด้านการผลิตสิ่งทอแล้วประเทศไทยยังสามารถส่งออกข้าวซึ่งเป็นธัญญาหารหลักของชาวโลก ซึ่งข้าวไทยมีประวัติศาสตร์ความเป็นมาอย่างยาวนาน ปรากฏเป็นร่องรอยพร้อมกับอารยธรรมไทยมาไม่น้อยกว่า 5,500 ปี ทุกวันนี้ประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวเพื่อส่งออกสู่ตลาดโลก และเป็นศูนย์กลางการศึกษาวิจัยพันธุ์ข้าว(ประพาส วีระแพทย์ 2520) นอกจากจะใช้ในการบริโภคและการส่งออกแล้ว ยังมีการศึกษาวิจัยข้าวในแง่การนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนทางการแพทย์ที่มีราคาแพง เรียกว่าแผ่นเซลลูโลส โดยมีการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าปิดแผลที่มีประสิทธิภาพในการรักษาผู้ป่วยได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งมีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมความงามให้กับใบหน้า โดยผลิตเป็นแผ่นบำรุงผิวหน้า(สมบัติ รุ่งศิลป์ 2553)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวัสดุที่ใช้ในการผลิตสิ่งทอเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์แฟชั่น วัสดุใหม่นี้คือแผ่นเซลลูโลส ที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียด้วยกระบวนวิธีทางวิทยาศาสตร์ โดยนำวัสดุจากพืช เช่น ข้าว สับประรด เป็นต้น เป็นการวิจัย เพื่อต่อยอดงานวิจัยของ สมบัติ รุ่งศิลป์ ที่ได้นำเสนองานวิจัยชื่อ “แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว” โดยผลิตแผ่นเซลลูโลสจากปลายข้าวเล็บนก เริ่มจากการหมักข้าวโดยใช้จุลินทรีย์ในอากาศ แล้วนำไปผ่านกระบวนการเปลี่ยนกลูโคสในข้าวให้เป็นเซลลูโลสที่มีลักษณะเป็นเส้นใยที่ยึดติดกันเป็นแผ่น และเจริญเติบโตในภาชนะที่มีสารอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อเหล่านี้ โครงสร้างเส้นใยเซลลูโลสที่เจริญเติบโตแล้วจะมีลักษณะคล้ายกับสิ่งทอแบบถัก มีคุณสมบัติโปร่งแสง สีขาว ผิวสัมผัสเรียบเนียน มีรูพรุนที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าระบายอากาศได้ดี ป้องกันรังสียูวี มีเนื้อเหนียวเทียบเท่าอลูมิเนียม ในวงการแพทย์ได้ทำการศึกษาเส้น

ใยเซลลูโลสแบคทีเรียมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมและการแพทย์รวมถึงผลิตภัณฑ์ความงามอีกมากมาย เช่นการพัฒนาเป็นแผ่นผ้าปิดแผลสำหรับรักษาแผลที่เกิดจากไฟไหม้ และมีการนำไปผลิตเป็นแผ่นเพื่อปิดรักษาริ้วรอยบนใบหน้า

ผู้วิจัยเห็นว่าแผ่นเซลลูโลสชีวภาพมีประโยชน์ในด้านต่างๆ จึงมีความสนใจที่จะทำ“แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนก”ของ (สมบัติ รุ่งศิลป์ 2553) มาพัฒนาเป็นวัสดุสิ่งทอชนิดใหม่ เพื่อให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการนำไปใช้งานด้านแฟชั่นเครื่องแต่งกาย ด้วยเล็งเห็นว่าแผ่นเซลลูโลสสามารถเพาะเลี้ยงและปรับเปลี่ยนรูปร่างและขนาดได้ไม่จำกัด ตามภาชนะที่เพาะเลี้ยง และยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งแตกต่างจากสิ่งทอทั่วไปที่ส่วนใหญ่ต้องขึ้นรูปด้วยการทอ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณขยะสิ่งทอที่เป็นปัญหาในสังคม และเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่อาจเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภคยุคปัจจุบันที่แสวงหาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ปัญหาของงานวิจัย

1. การพัฒนาแผ่นเซลลูโลสชีวภาพและกรรมวิธีที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าเครื่องแต่งกายที่มีรูปลักษณ์ที่น่าสนใจ และลดปัญหาด้านขยะจากสิ่งทอ ซึ่งถือเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค
2. การหาแนวทางการออกแบบเครื่องแต่งกายให้มีรูปลักษณ์และกรรมวิธีที่เหมาะสม โดยใช้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างแนวทางในการนำแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ ไปใช้เป็นวัสดุในการออกแบบเครื่องแต่งกาย
2. เพื่อสร้างกรรมวิธีในการนำแผ่นเซลลูโลสชีวภาพมาใช้เป็นวัสดุในการผลิตผลิตภัณฑ์แฟชั่น
3. เพื่อออกแบบเครื่องแต่งกายให้มีรูปลักษณ์ที่เหมาะสมกับการใช้วัสดุใหม่ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเซลลูโลส

แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

1. แนวคิดการออกแบบเครื่องแต่งกายสไตล์อาวองค์-การ์ด(Avant-Garde)
2. แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม(Eco Design) รูปแบบ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอบเขตของงานวิจัย

1. กระบวนการสร้างแบคทีเรียเซลลูโลสจากงานวิจัย BACTERLAL CELLULOSE TEXTILE เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการผลิตวัสดุใหม่ใช้แทนเส้นใยต่างๆ สำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่น โดยศึกษาในขอบเขตดังนี้

1.1. ศึกษาการสร้างเซลลูโลสจากแบคทีเรียกระบวนวิธีต่างๆ ที่ใช้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์แฟชั่น

1.2. ศึกษาคุณสมบัติและลักษณะของสิ่งทอต่างๆ และคุณสมบัติของแบคทีเรียเซลลูโลส ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว เพื่อนำไปพัฒนาในการสร้างสรรค์วัสดุใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์ทางด้านแฟชั่น

2. การพัฒนารูปแบบการย้อมและการตกแต่งเพื่อให้เกิดสีในแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว

2.1. ศึกษาและทดลองการย้อมสีรูปแบบต่างๆ การย้อมสีจากธรรมชาติ สีสังเคราะห์ ศึกษากระบวนการดูดซึมสี และวิธีการที่สามารถทำให้แผ่นเซลลูโลสเกิดสีในรูปแบบต่างๆ ได้ เพื่อเลือกวิธีการย้อมสีที่เหมาะสมในการย้อมแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว

2.2. ศึกษาการตกแต่งในรูปแบบต่างๆ เช่น การเย็บ การปัก การพับ การพิมพ์ เพื่อให้เกิดความสวยงามที่เหมาะสมกับแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส

3. การออกแบบเครื่องแต่งกายจากแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว

3.1. ศึกษาลักษณะแผ่นเซลลูโลสที่ได้จากการพัฒนาว่าเหมาะสมกับงานออกแบบแบบใด และการตัดเย็บเครื่องแต่งกายวิธีใด เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

3.2. ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมนิทรรศการ ของผลงานวิจัยที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและพัฒนาจากวัสดุใหม่ที่ใช้แบคทีเรียเซลลูโลส

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจ และการศึกษาข้อมูลภาคสนาม เป็นการสำรวจ ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบเครื่องแต่งกายแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพภาคสนาม ที่จังหวัดพัทลุงเพื่อศึกษางานวิจัยของ(สมบัติ รุ่งศิลป์ 2553) เจ้าของงานวิจัยและผลิตแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพโดยการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าว

*หมายเหตุ จังหวัดพัทลุงเป็นแหล่งที่ส่งออกข้าวพันธุ์เล็บนกจากเกษตรกรกลุ่มบ้านนาสวนธรรมชาติจังหวัดพัทลุง ข้าวเล็บนก เป็นข้าวพื้นบ้านของภาคใต้ นิยมปลูกมากแถบ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา และปัตตานี ที่ชื่อ “เล็บนก”เพราะ เป็นข้าวที่มีเมล็ดเล็ก และเรียวมาก เป็นข้าวที่นกชอบกินมาก ข้าวเล็บนกเป็นข้าวกลางๆ ที่ไม่นิ่มและไม่แข็งจนเกินไป ข้าวเล็บนกของ “กลุ่มบ้านนาสวนธรรมชาติ” ผลิตด้วยกรรมวิธีพื้นบ้าน ตั้งแต่การคัดเมล็ดพันธุ์ ปลูก เก็บเกี่ยว สี และซ้อม ซึ่งทำด้วยมือทุกขั้นตอนจึงเป็นจังหวัดที่มีความสำคัญในการเป็นแหล่งวัตถุดิบของอาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าว เพราะข้าวที่ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์นั้นมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ผลิตเป็น

อาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวในด้านสารอาหารและราคา โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวเล็บนกนั้นมีสารอาหารสูงจึงเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าว ตามงานวิจัยของ (สมบัติ รุ่งศิลป์ 2553) ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลมาใช้ในการวิจัยวัสดุเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องแต่งกายแฟชั่นต่อไป

ศึกษางานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ ทั้งทฤษฎีและการทดลอง โดยสรุปขั้นตอนการผลิตรูปแบบของวัสดุ และข้อจำกัดในการผลิต เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนการพัฒนาวัสดุต้นแบบ

1.1. สัมภาษณ์นักวิจัยด้านสิ่งทอและการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกาย โดยนำเสนอการใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพแทนผ้า เพื่อหารูปแบบเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับวัสดุใหม่เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการรักษาสิ่งแวดล้อม

1.2. ทดลองสร้างวัสดุ โดยกำหนดตัวแปรต้นคือเชื้อแบคทีเรีย และตัวแปรตามคือภาชนะที่ทำให้เกิดผลการทดลองที่แตกต่างกัน เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างผลิตภัณฑ์และบันทึกผลการทดลอง

1.3. เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุชนิดใหม่ที่เกิดจากแบคทีเรียเซลลูโลสกับสิ่งทอรูปแบบเดิมว่ามีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร เพื่อให้ทราบถึงข้อเด่นและข้อด้อยของวัสดุชนิดใหม่ แล้วนำมาพัฒนาให้เหมาะสมในรูปแบบสิ่งทอเพื่อการออกแบบเครื่องแต่งกาย

1.4. ผลิตวัสดุต้นแบบเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อเป็นวัสดุใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์ทางด้านแฟชั่น โดยนำเสนอวัสดุใหม่ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับงานออกแบบเครื่องแต่งกาย

2. การออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยนำวัตถุดิบที่ได้จากการทดลองเกี่ยวกับ การออกแบบเครื่องแต่งกายแบคทีเรียเซลลูโลส มาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบเครื่องแต่งกายและพัฒนารูปแบบวัสดุเพื่อผลิตภัณฑ์ทางด้านเครื่องแต่งกาย โดยมีกระบวนการดังนี้

2.1 ตั้งกรณีศึกษาโดยใช้วัสดุที่ได้จากการทดลอง โดยการนำแบคทีเรียเซลลูโลสมาใช้ในการออกแบบ และพัฒนาเป็นเครื่องแต่งกายที่สามารถสวมใส่ได้จริง

2.2 ศึกษากรรมวิธีการสร้างรายละเอียดเพื่อการตกแต่งที่เหมาะสมและส่งเสริมวัสดุให้มีความโดดเด่นสวยงาม

2.3 ศึกษาแนวโน้มแฟชั่นและความต้องการของผู้บริโภค

2.4 ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานตัวอย่าง

2.5 สรุปข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้วัสดุใหม่จากแบคทีเรียเซลลูโลส

2.6 นำเสนอผลงานออกแบบเครื่องแต่งกายในรูปแบบนิทรรศการ

2.7 สอบถามความคิดเห็นและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แนวทางใหม่ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์แฟชั่นจากเนื้อเยื่อแบคทีเรียเซลลูโลส

2. แนวทางในการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อให้เหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่น
3. แนวทางในการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้วัสดุใหม่จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเซลลูโลส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

Acetobacter xylinum หรือแบคทีเรียเซลลูโลส (Bacterial Cellulose) สามารถผลิตเซลลูโลส ที่มีลักษณะเหมือนกับเส้นใยที่ได้จากพืช แต่มีขนาดเล็กกว่า

สิ่งทอแบคทีเรียเซลลูโลส (Bacteria Cellulose Textile) หมายถึงสิ่งทอที่เกิดจากกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากแบคทีเรียที่แปรสภาพน้ำตาลกลูโคสเป็นเซลลูโลสที่มีลักษณะยึดติดเป็นแผ่น เป็นสารโพลิเมอร์ธรรมชาติ เป็นเส้นใยที่มีคุณสมบัติเฉพาะ คือมีลักษณะโปร่งแสง สีขาว มีผิวสัมผัสเรียบเนียน มีรูพรุนที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ระบายอากาศได้ดี สามารถป้องกันรังสียูวี และมีความเหนียวเทียบเท่าอลูมิเนียม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษา เรื่อง การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัย รวมถึงการเดินทางไปศึกษารวบรวมข้อมูลการพัฒนาวัสดุใหม่เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องแต่งกาย ณ จังหวัดพัทลุง ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญ และเป็นแหล่งต้นน้ำสำหรับการสร้างเนื้อเยื่อแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ เพื่อนำมาสรุปวิเคราะห์ และเป็นพื้นฐานในการทดลองในการพัฒนาแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว สำหรับนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องแต่งกายจากวัสดุใหม่ที่เกิดจากการพัฒนาแบคทีเรียเซลลูโลส โดยแบ่งการศึกษาเป็น 6 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาความเป็นมาและกระบวนการเกิดแบคทีเรียเซลลูโลส

1.1 ผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลงานการวิจัย “แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว” ของ สมบัติ รุ่งศิลป์ ที่นำมาพัฒนาต่อยอดในงานวิจัย

1.2 สรุปผลการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเกิดแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุใหม่เพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่น

ส่วนที่ 2 ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสและคุณสมบัติผ้าชนิดต่างๆ

2.1 ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของเส้นใย คุณสมบัติผ้าชนิดต่างๆ

2.2 สรุปผลการศึกษาเพื่อให้ได้คุณสมบัติของวัสดุที่เหมาะสม และเปรียบเทียบคุณสมบัติเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุใหม่เพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่น

ส่วนที 3 กระบวนการย้อมสีด้วยคุณสมบัติของสีแต่ละประเภท และเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส

3.1 การศึกษาวิธีการย้อมและคุณสมบัติสีแต่ละชนิด เช่น สีสังเคราะห์ สีจากธรรมชาติ

3.2 สรุปผลการศึกษาเพื่อนำข้อมูลการย้อมที่เหมาะสมไปทดลองปฏิบัติการย้อมสีให้กับแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสและวัสดุสิ่งทออื่นๆ

3.3 ศึกษาการพิมพ์สีด้วยการพิมพ์ระบบดิจิตอล

3.4 การย้อมพิเศษ เพื่อระบุตัวตน

ส่วนที่ 4 ศึกษารูปแบบศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post-modern Art) รสนิยม และการแสดงออกผ่านศิลปะการแต่งกาย และการประยุกต์ศิลปะสมัยหลังใหม่กับการออกแบบเครื่องแต่งกายที่พัฒนาจากวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส

ส่วนที่ 5 ศึกษารูปแบบเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมสำหรับนำวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อเป็นวัสดุในการผลิตเครื่องแต่งกาย หรือผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย

5.1 ประเภทของ เครื่องแต่งกาย

5.2 รูปแบบและองค์ประกอบของเครื่องแต่งกาย

5.3 สรุปผลการศึกษาเพื่อให้ได้แนวทางของรูปแบบและองค์ประกอบของเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมในการนำแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสไปใช้เป็นวัสดุในการผลิต

<u>ส่วนที่ 6</u> การออกแบบ ตัดเย็บ และการตกแต่งเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อเป็นวัสดุในการผลิตเครื่องแต่งกายหรือผลิตภัณฑ์แฟชั่น

6.1 การออกแบบ

6.2 ออกแบบเพื่อการตัดเย็บ

6.3 แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

6.4 เทคนิคการพับ แทนการตัด

6.5 เทคนิคการติดกาวแทนการเย็บ

6.6 เทคนิคการพิมพ์สีแทนการย้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

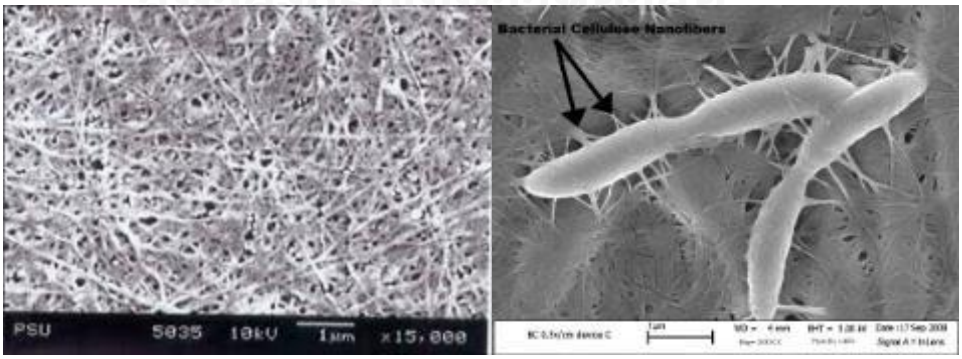
ส่วนที่ 1 **ศึกษาความเป็นมา และกระบวนการเกิดแบคทีเรียเซลลูโลส**

1.1 ผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัสดุที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือแผ่นเส้นใยเซลลูโลสจากเชื้อ แบคทีเรีย*Acetobacter xylinum* ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วัสดุจากพืชในการผลิต และ *Acetobacter Xylinum* คือชนิดของแบคทีเรียเซลลูโลส (Bacterial Cellulose) มีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างจากเซลลูโลสทั่วไป สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ด้าน อาหาร ยา และเครื่องสำอาง การสร้างเซลลูโลสจากแบคทีเรียได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลาย โดยมีข้อมูลสำคัญที่สรุปได้ดังนี้

เซลลูโลส $(C_6H_{10}O_5)_n$ เป็นไบโอโพลิเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบหลักในโครงสร้างของพืช ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจากกลูโคสประมาณ 50,000 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว แต่ละสายของเซลลูโลสจะเรียงขนานกัน มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสายด้วยพันธะไฮโดรเจนทำให้มีลักษณะเป็นเส้นใย เส้นใยเซลลูโลสจะสะสมอยู่ในพืชแต่ละชนิดโดยมีปริมาณเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกัน (Coeffy and Bell 1995, Suomen Paperi-insinöörien Yhdistys 2000)

ในปัจจุบันพบสาหร่ายทะเล อะมีบา ราเมือก และเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดสามารถสังเคราะห์เซลลูโลสได้(Bacteria Cellulose) โดยแบคทีเรียในตระกูล *Acetobacter* ที่ได้รับความสนใจที่สุดคือ *Acetobacter xylinum* (*A. xylinum*) (Asai 1968, Valla 1995, Jonas and Farah 1998) เส้นใยเซลลูโลสที่ได้จาก *Acetobacter xylinum* นี้มีโครงสร้างและคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างจากเส้นใยเซลลูโลสจากพืช (เยาวพา สุวัตถิ 2548) เพราะแบคทีเรียชนิดนี้สามารถผลิตเซลลูโลสที่บริสุทธิ์แตกต่างจากพืช เมื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการแยกสกัดเซลลูโลสทำให้สามารถลดระยะเวลา ปริมาณสารเคมี และพลังงาน ในการทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย มีความเป็นHydrophilic สูงสามารถอุ้มน้ำได้ถึง 700เท่า ของน้ำหนักเมื่อแห้ง และทนต่อแรงดึงได้มากกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์(พันทิพา โพธิ์วัน 2547)



ภาพที่ 1 เส้นใยเซลลูโลสจากแบคทีเรียโดยใช้เครื่อง*Scan Electron Microscope*

ที่มา: http://www.azonano.com

Acetobacter xylinum เป็นเซลล์ที่มีลักษณะรูปร่างยาวรี เป็นเชื้อที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต (Obligate Aerobic) โดยใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการเปลี่ยนสารอาหารให้เป็นพลังงาน พบได้ทั่วไปในธรรมชาติโดยเฉพาะในผักและผลไม้ จุดเด่น คือ สามารถสร้างเส้นใยเซลลูโลสที่มีลักษณะเหมือนกับเส้นใยที่ได้จากพืช แต่มีขนาดเล็กกว่า และได้เส้นใยเซลลูโลสในปริมาณมากกว่า

ในระหว่างการเจริญเติบโตในภาชนะบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อของเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จะมีการสร้างเส้นใยเซลลูโลสซึ่งจัดเป็น Primary Metabolic Product ซึ่งเส้นใยเซลลูโลสที่แยกออกมาจากแบคทีเรียจะแตกกิ่งก้านออกตลอดความยาว ซึ่งในกรณีที่ได้รับออกซิเจนปริมาณมากจะทำให้การแตกของFibril สั้นลง ทำให้เซลลูโลสที่ผลิตออกมามีความหนาน้อยลงแต่มีความเหนียวขึ้น

เส้นใยเซลลูโลสที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะทางกายภาพเป็นเป็นเยื่อเหนียว(*Cartilaginous Substance*) คล้ายแผ่นวุ้นแต่มีความเหนียวกว่า สีขาว หรือครีม มีความทึบแสง ลอยอยู่ที่ผิวหน้าของอาหาร และสามารถทนความร้อนได้มากกว่าเมื่อต้มที่ 100 องศาเซลเซียสจะไม่ละลายน้ำ หากเป็นการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ภายในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาจะได้เส้นใยเซลลูโลสที่มีความบริสุทธิ์สูง นอกจากนี้การเกิดวุ้นเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* เดิมถูกพบในกระบวนการทำน้ำส้มสายชู และยังพบได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ หรือการหมักด้วยอาหารเหลวน้ำหมักข้าว น้ำหมักผัก และน้ำหมักผลไม้ เช่นกัน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตและการสร้างเส้นใยเซลลูโลส

จากรายงานการวิจัยของ (S. Hestrin and M. Schramm 1954, Dudman 1960) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตเซลลูโลสจากสายพันธุ์ต่างๆในกลุ่มตระกูลของแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* ได้แก่ สายพันธุ์ ปริมาณเชื้อ ออกซิเจนและภาวะการหมัก อุณหภูมิ ค่ากรด-ด่าง ภาวการณ์แปรผันของเชื้อ สารอาหารคาร์บอน และสารประกอบเพิ่มเติม

สายพันธุ์- ที่ควรใช้ควรเป็นสายพันธุ์ที่สามารถสร้างเซลลูโลสได้สูงในเวลาสั้น มีความสม่ำเสมอและเสถียร สามารถหาหัวเชื้อที่บริสุทธิ์และง่าย ทนต่อสภาพแวดล้อมในพื้นที่เพาะเลี้ยงโดยไม่จำเป็นต้องใช้ทุนเยอะในการจัดเตรียมสถานที่ สามารถใช้แหล่งคาร์บอนที่มีราคาถูกและหาง่าย

ปริมาณเชื้อ(*Inoculum*)- ที่ใช้ในการผลิตแผ่นเส้นใยเซลลูโลสที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 10-20% จะได้ปริมาณเซลลูโลสมากที่สุด หากใช้ปริมาณมากกว่าจะทำให้ได้ปริมาณเซลลูโลสลดลง และสิ้นเปลือง(Alaban 1962)

ออกซิเจนและภาวะการหมัก- ปริมาณอากาศหรือออกซิเจนในการสร้างเส้นใยเซลลูโลสนั้นจะขึ้นอยู่กับภาวะกระบวนการหมักซึ่งจะให้ปริมาณออกซิเจนและวิธีการที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ปริมาณและรูปร่างของ Amorphuus Cellulose ที่แตกต่างกัน รูปแบบภาวะการหมักนั้นมี 3 รูปแบบ ได้แก่

1 แบบภาวะนิ่ง (Static) คือ การเพาะเลี้ยง *Acetobacter xylinum* ในภาชนะซึ่งบรรจุด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อแล้ววางอยู่กับที่ ต้องระวังการกระทบกระเทือนเพราะจะทำให้แผ่นเซลลูโลสจม และเมื่อเชื้อสร้างแผ่นใหม่จะได้แผ่นเซลลูโลสที่บางกว่าเดิม เมื่อแบคทีเรียสร้างเส้นใยตามความหนาที่ต้องการ หรือรอจนแบคทีเรียสร้างเส้นใยเซลลูโลสถึง 8 วัน ซึ่งเป็นจำนวนวันที่แบคทีเรียสามารถสร้างเส้นใยเซลลูโลสได้ปริมาณมากที่สุด และหลังจากนั้นแบคทีเรียจะมีความสามารถในการผลิตได้น้อยลง วิธีการนี้จะได้แผ่นเส้นใยเซลลูโลสในลักษณะเป็นแผ่นเรียบ และหนา มีรูปร่างและขนาดความกว้างตามขนาดพื้นที่ของภาชนะที่เปิดให้สัมผัสกับออกซิเจนได้ โดยไม่คำนึงถึงขนาดปริมาตรของภาชนะที่สามารถบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ดังนั้นภาชนะที่ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความลึกมาก เพราะในวันที่ 1 แบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำหมดภายใน 6 ชั่วโมง ไม่ว่าจะเป็นภาชนะขนาดใดก็ตาม โดยแบคทีเรียจะนำออกซิเจนที่ละลายในน้ำมาใช้ในการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวน ซึ่งในช่วงเวลานี้จะพบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อจะขุ่นเนื่องจากเชื้อเจริญเติบโต และเพิ่มปริมาณ เมื่อเพิ่มถึงระดับหนึ่งแล้วแบคทีเรียจะขับเส้นใยเซลลูโลสออกมาสานกันบางๆ เกิดแผ่นฟิล์ม(Pellicle) ซึ่งมองไม่เห็นลอยขึ้นที่ผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อโดยแบคทีเรียสร้างจะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เก็บไว้ในร่างแหที่สานเป็นแผ่นฟิล์ม(Amorphuus Cellulose) ทำให้เกิดการลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าจะส่งผลให้ออกซิเจนไม่สามารถละลายสู่อาหารเลี้ยงเชื้อได้เนื่องจากถูกปิดกั้น ในวันที่ 2 อาหารเลี้ยงเชื้อจะเริ่มใสขึ้น เนื่องจากแผ่นฟิล์มที่ถูกสร้างขึ้นทำหน้าที่พาเซลล์แบคทีเรียเกือบทั้งหมดที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตขึ้นสู่ผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งเป็นบริเวณที่มีออกซิเจนมากที่สุดแล้วและเริ่มเกิดแผ่นฟิล์มจะมีขนาดหนาสีขาวขุ่น และหนาขึ้น เพราะมีการสร้างเส้นในเซลลูโลสใหม่เพิ่มขึ้นโดยชั้นที่เกิดก่อนจะอยู่ด้านล่าง แล้วใช้การดูดซึมอาหารเลี้ยงเชื้อแบบแพร่ผ่าน(Diffuse) ซึ่งความหนาของแผ่นเส้นใยเซลลูโลสจะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ และปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียสัมผัสได้จากผิวหน้า

2 แบบเขย่า (Agitation) คือการเขย่าอยู่ตลอดเวลาทำให้แบคทีเรียได้รับออกซิเจนปริมาณมาก การเจริญเติบโตจะเร็วกว่าแบบภาวะนิ่ง 2 เท่าแต่ความสามารถในการสร้างเส้นใยเซลลูโลสลดลง เพราะเชื้อแบคทีเรียต้องสร้างเซลลูโลสเพื่อช่วยในการลอยตัวไปรับออกซิเจน กลูโคสจึงถูกแบคทีเรียเปลี่ยนไปเป็นกลูโคนิกแทนการนำไปสร้างเซลลูโลสทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง โดยลักษณะของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นใยบางๆ เป็นแฉกคล้ายรูปดาว หรือเป็นก้อนเล็กๆขนาดประมาณ 10 มิลลิเมตร ไม่เป็นแผ่น ซึ่งเซลลูโลสที่ได้จะมีโอกาสเกิดการปะปนกันของเชื้อแบคทีเรียที่สร้างเส้นใยเซลลูโลส และแบคทีรียที่ไม่สร้างเซลลูโลส การเพิ่มเติม ดินเบา เม็ดทราย หรือ แก้วขนาดเล็กสามารถช่วยเพิ่มปริมาณเซลลูโลสที่ได้เป็น 4 เท่า วิธีนี้เหมาะสำหรับผลิตเป็นสารดูดซับ แต่หากนำเซลลูโลสที่ได้จากการเขย่ามาเลี้ยงแบบภาวะนิ่งแบคทีเรียที่ไม่สามารถสร้างเซลลูโลสได้ หรือสร้างได้น้อย จะสามารถสร้างเซลลูโลสอีกครั้งได้แบบเดียวกับแบบภาวะนิ่ง

3 แบบหมุน (Rotation) คือการกวนในทิศทางเดียวกันโดยการใช้ใบกวนแบบ Mexblend หรือ Gate with Turbine Impeller กวนตลอดเวลาซึ่งแบคทีเรียจะสัมผัสอากาศ สลับกับอาหารเลี้ยงเชื้อ เกิดการผลิตเส้นใยเซลลูโลสได้หนา และเร็วกว่าแบบภาวะนิ่ง ส่วนใหญ่นิยมใช้ในการผลิตแบบอุตสาหกรรม(อังคณา พันธ์ศรี 2541)

การหมักทั้ง 3 ภาวะมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน โดยภาวะนิ่งมีข้อดีกว่าแบบเขย่าและแบบหมุน เพราะลดการปะปนระหว่างเชื้อที่สร้างเซลลูโลสและเชื้อที่ไม่สร้างเซลลูโลส โดยเชื้อที่สร้างเซลลูโลสจะลอยขึ้นไปกับแผ่นเส้นใยเซลลูโลสแตกต่างกับแบบเขย่าและแบบหมุน ซึ่งเซลลูโลสที่ได้จะมีแบคที่เรียทั้งสองแบบอยู่ปะปนกัน แต่ระยะเวลาในการผลิตเส้นใยเซลลูโลสในภาวะนิ่งจะใช้เวลานานกว่า 2 เท่า เมื่อเทียบกับแบบอื่น ต้องคอยตรวจเช็คขนาดอย่างสม่ำเสมอ และสิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดวางภาชนะ ในขณะที่แบบหมุนสามารถประหยัดพื้นที่วางได้มากกว่า นอกจากนี้รูปร่างขอ Amorphuus Celluloseก็มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้

อุณหภูมิ- จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่ง ในการผลิตเซลลูโลสจากเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ โดยช่วงอุณหภูมิที่เชื้อใช้ในการผลิตเซลลูโลสนั้น คือ 25-30 องศาเซลเซียส เมื่อสภาวะการเลี้ยงเชื้อมีช่วงอุณหภูมิสูงกว่านี้ ประสิทธิภาพการเจริญ และการผลิตเซลลูโลสของเชื้อจะลดต่ำลงจนถึง 37 องศาเซลเซียสจะหยุดการผลิต และที่อุณหภูมิที่ 65-70 องศาเซลเซียส แบคทีเรียชนิดนี้จะถูกทำลาย (S. Hestrin and M. Schramm 1954, Moonmangmee, Toyama et al. 2002)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง- สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต คือ ช่วงค่าความเป็นกรด-ด่าง เรียกว่า ค่าพีเอช(PH) ประมาณ 5.4-6.3 กรดที่นิยมนำมาใช้ในการปรับความเป็นกรด-ด่าง คือ น้ำส้มสายชู(Acetic Acid) เพราะกรดจะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ โดยค่าความเข้นข้นของกรดน้ำส้มที่เหมาะสมและให้ผลการผลิตเซลลูโลสได้สูงสุดคือ 3%(Alaban 1962) และยังส่งผลให้ *Acetobacter xylinum* เจริญเติบโตได้เร็ว เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์โพรโทพลาซึมขึ้นมาใหม่จนกระทั่งการแบ่งตัวออกเป็นเซลล์ใหม่ และยังเป็นแหล่งคาร์บอนให้แบคที่เรียด้วย(Dimaguila 1967, อ้างถึงใน อังคณา พันธ์ศรี 2541) ขณะหมักเนื่องจากแบคทีเรียสลายกลูโคสเป็นกรดกลูโคนิกซึ่งทำให้ค่ากรด-ด่างลดต่ำลง

แหล่งคาร์บอน- แหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตเป็นสารประเภทเอธานอล แลคเตท กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส แมนนิทอล และอาราบิทอล อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแมนนิทอลเป็นแหล่งคาร์บอน พบว่าที่ความเข้มข้น 0.5% จะให้เซลลูโลสมากกว่าการใช้กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอน 3 เท่า และอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอาราบิทอลเป็นแหล่งคาร์บอน ที่ความเข้มข้น 1.5% จะให้เซลลูโลสมากกว่าการใช้กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอน 6 เท่า(Oikawa, Ohtori et al. 1995, อ้างถึงใน อังคณา พันธ์ศรี 2541)

สารประกอบเพิ่มเติม- นอกจากซูโครสที่ช่วยแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* สร้างแผ่นเส้นใยเซลลูโลสมีความหนาแล้ว การเติมสารประกอบอื่นช่วยในการเจริญเติบโต และสามารถสร้างแผ่นเส้นใยเซลลูโลสที่มีความหนาและเวลาน้อยลงได้ สารประกอบดังกล่าวได้แก่

-ไนโตรเจน จะช่วยให้แบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* สามารถผลิตแผ่นเส้นใยเซลลูโลสที่มีความหนา และใช้เวลาสั้นกว่า ซึ่งสารประกอบไนโตรเจนที่ใช้ได้ดีที่สุดคือ แอมโมเนียม ไฮโดรเจน

ฟอสเฟต และ แอมโมเนียมซัลเฟต โดยปริมาณที่เหมาะสมที่สุดคือ 0.5 – 0.6% (Lapuz, Gallardo et al. 1967) นอกจากนี้ยังใช้สารไนโตรเจนที่เป็นประเภทสารอินทรีย์ได้ เช่น ยีสต์สกัด0.5% หรือ ถั่วเหลืองไฮโดรเซท0.25% เป็นต้น

-เอทานอล จะช่วยให้แบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* สามารถผลิตแผ่นเส้นใยเซลลูโลสที่มีความหนา และใช้เวลาสั้น และมีผลยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นซึ่งปนเปื้อนในกรรมวิธีการผลิต แต่การเติมสารประกอบเอทานอลจำเป็นต้องใช้ควบคู่กับกรดแอซิติก เกลือแอซิเตต หรือกลูโคส ด้วย (Oikawa, Ohtori et al. 1995 อ้างถึงใน , อังคณา พันธ์ศรี 2541)

-แมกนีเซียมซัลเฟต สามารถช่วยกระตุ้นให้แบคทีเรีย *Acetobacter xylinum*สามารถผลิตเซลลูโลสได้ดีขึ้น โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 0.05% (Alaban 1962)

ปัจจุบันมีการนำเส้นใยเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* มาประยุกต์ใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น ในอุตสาหกรรมอาหารได้ นำไปใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารเพื่อเพิ่มกากใยในอาหาร (Fibrous Additive) โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ประเภท Low-Calorie เพราะจัดเป็นอาหารประเภทเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) มีลักษณะเส้นใยแบบ Micro-fibrill Cellulose ให้พลังงานต่ำแต่มีปริมาณใยอาหารสูง จึงช่วยส่งเสริมระบบสุขภาพขับถ่ายและสามารถใช้เป็นอาหารควบคุมน้ำหนักได้ นอกจากนี้มีการนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียไปประยุกต์ใช้ในงานวัสดุอย่างแพร่หลาย โดยอาศัยเทคโนโลยีและเทคนิคจากเพาะในการดัดแปลงโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมี เช่น มีการนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียผงไปผสม กับฟีนอลเรซิน หรือเส้นใยคาร์บอน เพื่อช่วยให้เส้นใยดังกล่าวขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ง่ายขึ้น หรือนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียไปเป็นส่วนผสมร่วมกับซีตไพเบอร์คาร์บอนกัมมันต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับสารพิษ นอกจากนี้ยังมีการนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียไปผลิตเป็นกระดาษลำโพง ซึ่งทำให้ได้คุณภาพของเสียงดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุชนิดอื่น เป็นต้น เนื่องจากเซลลูโลสจากแบคทีเรียมีความเหนียวแม้อยู่ในสภาพเปียกและไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อร่างกาย จึงถูกนำมาใช้เป็นชีววัสดุทางการแพทย์และเภสัชกรรมอย่างแพร่หลาย เช่น มีการนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียไปผสมกับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เพื่อช่วยให้ไฟเบอร์ผสมที่ได้มีความแข็งแรงและทนทานมากขึ้น สามารถใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด และความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร ยา และเครื่องสำอาง ตัวอย่างพอลิเมอร์ผสมที่ได้ เช่น Hydroxymethyl Cellulose (HMC), Carboxymethyl Cellulose (CMC), Cellulose Acetate การนำไปเคลือบไส้กรอก และการใช้ทำเป็นแคปซูลบรรจุยา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเซลลูโลสจากแบคทีเรียสำหรับใช้ในการผลิตหนังเทียม (Artificial Skin) หรือผ้าพันแผลสำหรับรักษาแผลติดเชื้อโดยการเคลือบสารปฏิชีวนะหรืออนุภาคของเงินลงไป ตลอดจนมีการพัฒนาใช้เป็นอวัยวะเทียมต่างๆ เช่น หลอดเลือดเทียม (Artificial Arteries) และเยื่อเลือกผ่าน (Dialysis Membrane) เป็นต้น(มณชัย เดชสังกรานนท์ 2556)

การผลิตเส้นใยเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* ปกตินิยมใช้น้ำมะพร้าว หรือน้ำสับปะรดเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อในการหมัก เพราะเป็นคาร์บอนที่หาได้ง่าย และราคาถูก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตเส้นใยเซลลูโลสจากแบคทีเรีย แต่การสร้างแผ่นเซลลูโลสชีวภาพให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสม

วัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนนั้น สามารถควบคุมสมบัติทางกายภาพของแผ่นเส้นใยเซลลูโลสในด้านผิวสัมผัส ความเร็วในการผลิต ความหนาบาง ความแข็งแรง สี และความยืดหยุ่นได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยในผลิตเส้นใยเวลลูโลสซึ่งได้กล่าวไว้ข้างต้น(White and Brown 1989) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความสนใจแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวสังข์หยด หรือปลายข้าวเล็บนก ซึ่งเป็นงานวิจัยของ (สมบัติ รุ่งศิลป์ 2553)

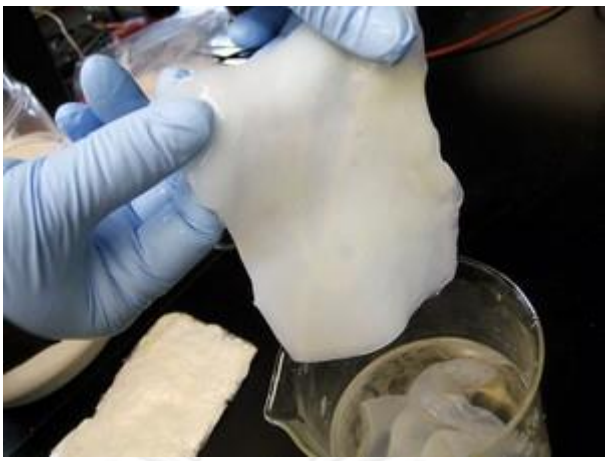
แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนก

จากการสัมภาษณ์ (สมบัติ รุ่งศิลป์ 2554) เกี่ยวกับงานวิจัยเรื่อง แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนก โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

การสร้างเซลลูโลสข้าวจาก *Acetobacter xylinum* สมบัติ รุ่งศิลป์ กรรมการผู้จัดการบริษัทไทยนาโนเซลลูโลสจำกัดได้พัฒนาแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเป็นรายแรกในประเทศไทยสำหรับใช้เป็นวัสดุทางการแพทย์และเสริมความงาม และมีประโยชน์การบำรุงและรักษาผิวหนังได้ดีไม่มีสารก่ออาการแพ้ และระคายเคืองทั้งยังราคาถูกกว่าผลิตภัณฑ์นำเข้าประเภทเดียวกันถึง 3 เท่า

ในการเริ่มต้นการทดลอง สมบัติ รุ่งศิลป์ ได้ศึกษากระบวนการทำวุ้นมะพร้าวโดยอ้างอิงจากผลงานวิจัยของ (ปราโมชย์ ธรรมรัตน์ 2547) ที่ได้ศึกษาค้นคว้าวิจัยเรื่อง วุ้นมะพร้าวไฟเบอร์มหัศจรรย์ โดยเริ่มทดลองจากการใช้มะพร้าวซึ่งมีกระบวนการเดียวกันกับการทำวุ้นมะพร้าว ผลการทดลองวิจัยครั้งแรกทำให้แผ่นเซลลูโลสที่ได้มีความแข็งและหยาบ สมบัติ รุ่งศิลป์ จึงเปลี่ยนมาใช้สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งมีผลโตปริมาณน้ำมากและเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่นที่ทำการวิจัยคือจังหวัดพัทลุง โดยเริ่มจากการนำสับปะรดมาคั้นน้ำ ต้มทิ้งให้เย็นเติมเชื้อ A.xylinum ใส่ภาชนะเลี้ยงเชื้อใช้เวลาบ่ม 5-10 วันจากนั้นนำเข้าสู่ขั้นตอนการแปรรูปเส้นใยบริสุทธิ์ที่ปราศจากอาหารเลี้ยงเชื้อสิ่งปลอมปนและจุลินทรีย์ ตามกระบวนการทางกายภาพและเคมีเติมน้ำสะอาด (Deionized) กระทั่งได้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพ แต่ผลที่ได้ยังไม่เป็นที่พอใจเนื่องจากแผ่นเซลลูโลสจากสับปะรดยังมีความหนาและค่อนข้างหยาบ สมบัติ รุ่งศิลป์ ได้คิดค้นการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นและมีการปลูกมากอีกชนิดหนึ่งคือ ข้าวสังข์หยด และข้าวเล็บนกที่มีมากในจังหวัดพัทลุงมาทำการวิจัย

เริ่มจากนำปลายข้าวมาหุงแล้วหมักตามธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์ในอากาศประมาณ 3-5 วัน ที่อุณหภูมิห้องปกติจากนั้นนำไปผ่านกระบวนการทำให้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยมีการเติมสารอาหารอื่นๆเพิ่มเติมเข้าไปด้วย แล้วนำไปใช้เป็นอาหารเพาะเลี้ยง *Acetobacter xylinum* หลังจากเลี้ยงเชื้อได้ประมาณ 7-10 วันจึงเก็บเกี่ยวแผ่นเส้นใยเซลลูโลสชีวภาพที่แบคทีเรียสร้างขึ้นไปผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นเซลลูโลสสำหรับใช้ในทางการแพทย์หรือด้านความงามตามวิธีการที่เหมาะสมต่อไป



ภาพที่ 2 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส
ที่มา: ถ่ายภาพโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 10 กันยายน 2554

ผลที่ได้คือ แผ่นเซลลูโลสชีวภาพที่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนกมีความใส และเหนียวกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จากสับปะรด จึงเหมาะสำหรับทำเป็นแผ่นมาส์คหน้าเพื่อใช้สำหรับการเสริมความงาม ในขณะที่อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จากสับปะรดจะได้แผ่นวัสดุที่แห้งและหนากว่า ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาคือ ปริมาณน้ำตาล เป็นอันดับแรก และรองลงมาคือสารอาหารพวกโปรตีน เกลือแร่ที่ครบถ้วน

ทั้งนี้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนก ยังมีคุณสมบัติดีกว่าและต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแผ่นเซลลูโลสจากอาหารเลี้ยงเชื้อน้ำสับปะรด และสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับปลายข้าวได้หลายเท่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 สรุปผลการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเกิดแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุใหม่เพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่น

จากการศึกษาความเป็นมาและกระบวนการเกิดแบคทีเรียเซลลูโลส ทั้งในส่วนของงานวิจัยด้านเอกสาร และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาเป็นวัสดุเพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่นสามารถสรุปได้ว่า เซลลูโลสที่ใช้กันทั่วไปส่วนใหญ่ได้มาจากพืชชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังได้จาก อะมีบา ราเมือก สาหร่ายทะเล และแบคทีเรีย โดยเฉพาะ Acetobacter xylinum เป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตเซลลูโลสได้ในปริมาณมาก และเซลลูโลสที่ได้มีประสิทธิภาพดี เส้นใยเซลลูโลสมีขนาดเล็กมาก มีความเป็น Hydrophilic สูง จึงอุ้มน้ำมาก ของน้ำหนักแห้ง เส้นใยทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ต่างๆ จึงมีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง เช่น กระดาษลำโพง ผิวหนังเทียม ผ้าพันแผล แผ่นมาส์คหน้า และสารเติมแต่งในอาหาร เป็นต้น โดยสามารถควบคุมลักษณะเส้นใยเซลลูโลสและระยะเวลาการผลิตได้จาก ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ระยะเวลาในการเลี้ยง พันธุ์ แหล่งคาร์บอน และสารประกอบเพิ่มเติม ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถให้ผลลัพธ์เกี่ยวกับ ระยะ สี ผิวสัมผัส ความยืดหยุ่น ขนาดความหนา และการคงรูป แผ่นใยเซลลูโลสชีวภาพที่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนก มีความใส และเหนียวกว่าแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ได้จากสับปะรด สำหรับการผลิตแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส สำหรับตัดเย็บเครื่องแต่งกาย ควรใช้วิธีการผลิตแบบหมุน เนื่องจากแผ่นเซลลูโลสที่ได้จะมีความหนา และความเร็วกว่าแบบภาวะนิ่งรวมถึงมีรูปร่างตามต้องการ แต่เนื่องจากการเพาะเลี้ยงแบบหมุน จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อช่วยในการเดินเครื่องหมุนเพื่อกวนภายในภาชนะเพาะเลี้ยงตลอดเวลาจึงจำเป็นต้องใช้ต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการเพาะเลี้ยงแบบ Static เพื่อลดต้นทุนการผลิตแต่จำเป็นต้องหมั่นตรวจขนาดความหนา ของแผ่นเซลลูโลสที่ได้อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้ขนาดความหนาที่ต้องการ ในส่วนการดูแลรักษาแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส ควรลดปริมาณน้ำในแผ่นเซลลูโลสให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อป้องกันเชื้อรา แต่ไม่ควรลดปริมาณน้ำด้วยความร้อนสูง เพราะอาจทำให้น้ำที่อยู่ในเส้นใยกลายเป็นไอทันที และเกิดการพองตัวของแผ่น ทำให้ได้พื้นผิวไม่สวยงามและอาจแตกได้ ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการตากแดด หรืออบในที่อุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส หรือการรีดด้วยอุณหภูมิ ปานกลาง-สูง ในขณะเดียวกันการซ่อมแซมสามารถใช้กาวติดปะได้ นอกจากนี้ภาชนะที่บรรจุเป็นหนึ่งในตัวแปรสำคัญซึ่งทำหน้าที่ในการกำหนดขนาดแผ่นเซลลูโลสตามต้องการ เพราะในการออกแบบเครื่องแต่งกายนั้น มีความจำเป็นที่ต้องใช้แผ่นเซลลูโลสที่มีขนาดใหญ่พอสมควร ดังนั้นการวิจัยเชิงทดลองที่ผู้วิจัยต้องดำเนินการ คือการออกแบบอ่างเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเซลลูโลส ให้มีขนาดใหญ่เพียงพอที่ทำให้เกิดแผ่นเซลลูโลสที่มีขนาดตามต้องการ

ส่วนที่ 2 **ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสและคุณสมบัติผ้าชนิดต่างๆ**

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของผ้าชนิดต่างๆ

ผ้าแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปไม่ว่าจะเป็นเส้นใยในการทอลักษณะการทอ การตกแต่งเส้นใย เป็นต้น ล้วนเป็นสิ่งที่ทำให้ผ้าแต่ละชนิดมีเอกลักษณ์และความน่าสนใจแตกต่างกันออกไป สำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาวัสดุใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายโดยการนำแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ได้จากการศึกษาวิจัยแล้วมาสร้างสรรค์เป็นวัสดุในการออกแบบเครื่องแต่งกาย ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดเพื่อที่จะนำไปพัฒนากระบวนออกแบบ ตกแต่ง และตัดเย็บเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย จากการศึกษาข้อมูลแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสซึ่งถือเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งมีข้อดีเช่นเดียวกับวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ นอกจากนี้โครงสร้างของแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสมีการถักทอด้วยเส้นใยเซลลูโลสจำนวนมากคล้ายกับการทอผ้าที่ใช้เครื่องทอทั่วไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษา และเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุต่างๆ เพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสม ข้อดี และข้อเสียของแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส เพื่อนำไปพัฒนาเป็นวัสดุใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์แฟชั่นให้มีความน่าสนใจและเหมาะแก่การนำไปประโยชน์ได้หลากหลาย เพราะเนื่องจากวัสดุสำหรับตัดเย็บเครื่องแต่งกายมีคุณสมบัติแต่ละชนิด แต่ละประเภท ที่แตกต่างกันทำให้ผู้บริโภคสามารถพิจารณาทั้ง คุณสมบัติของวัสดุ ความสวยงาม ความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย เพื่อให้การนำไปใช้มีประสิทธิภาพสูงสุดและคุ้มค่า

คุณสมบัติเส้นใย

เส้นใย หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว องค์ประกอบของเซลล์ ส่วนใหญ่ เป็นเซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ของกลูโคส (Glucose) ซึ่งโมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาด เล็กมาก เกิดการเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใยขึ้น(บุศยรัตน์ พันธ์เครือบุตร 2545)

<u>ประเภทของเส้นใย</u>

1. เส้นใยจากธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยที่มีอยู่ในธรรมชาติ แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม

1. **เส้นใยจากพืช** ได้แก่ เส้นใยจากเซลลูโลส เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งได้จากส่วนต่างๆของพืช เช่น ป่าน ปอ ลินิน ใยสับปะรด ใยมะพร้าว ฝ้าย นุ่น ศรนารายณ์ เป็นต้น เซลลูโลส เป็น โฮโมพอลิเมอร์ ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสจำนวนมาก มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขา
2. **เส้นใยจากสัตว์** ได้แก่ เส้นใยโปรตีน เช่น ขนสัตว์ (Wool) ไหม (Silk) ผม (Hair) เล็บ เขา ใย ไหม เป็นต้น เส้นใยเหล่านี้ มีสมบัติ คือ เมื่อเปียกน้ำ ความเหนียวและความแข็งแรงจะลดลง ถ้าสัมผัสแสงแดดนานๆ จะสลายตัว
3. **เส้นใยจากสินแร่ เช่น แร่ใยหิน** (Asbestos) ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทนไฟ ไม่นำไฟฟ้า

2. เส้นใยสังเคราะห์

เป็นเส้นใยที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นจากสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ใช้ทดแทนเส้นใยจากธรรมชาติ แบ่งเป็น 3 ประเภท

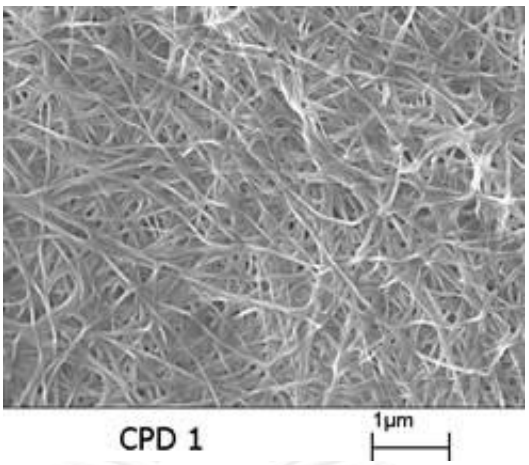
1. **เส้นใยพอลิเอสเตอร์** เช่น เทโทรอน ใช้บรรจุในหมอน เพราะมีความฟูยืดหยุ่น ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง สำหรับดาครอน (Dacron) เป็นเส้นใยสังเคราะห์พวกพอลิเอสเทอร์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Mylar มีประโยชน์ทำเส้นใยทำเชือก และฟิล์ม
2. **เส้นใยพอลิเอไมด์** เช่น ไนลอน (Nylon) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์มีหลายชนิด เช่น ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 ไนลอน 6 ซึ่งตัวเลขที่เขียนกำกับหลังชื่อจะแสดงจำนวนคาร์บอนอะตอมในมอนอเมอร์ของเอ มีนและกรดคาร์บอกซิลิก ไนลอนจัดเป็นพวกเทอร์มอพลาสติก มีความแข็งมากกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น (เพราะมีแรงดึงดูดที่แข็งแรงของพันธะเพปไทด์) เป็นสารที่ติดไฟยาก (เพราะไนลอนมีพันธะ C-H ในโมเลกุลน้อยกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น) ไนลอนสามารถทดสอบโดยผสมโซดาลาม (NaOH + Ca(OH) 2) หรือเผาจะให้ก๊าซแอมโมเนีย ประโยชน์ของไนลอน ใช้ในการทำเสื้อผ้า ถุงเท้า ถุงน่อง ขนแปรงต่างๆ สายกีต้าร์ สายเอ็น ไม้แร็กเก็ต เป็นต้น
3. **เส้นใยอะคริลิก** เช่น ออร์ลอน (Orlon) ใช้ในการทำเสื้อผ้า ผ้านวม ผ้าขนแกะเทียม ร่ม ชายหาด หลังคากันแดด ผ้าม่าน พรม เป็นต้น
4. **เซลลูโลสแอซีเตด** เป็นพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากการใช้เซลลูโลสทำปฏิกิริยากับกรดอซิติกเข้มข้น โดยมีกรอซัลฟูริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสอะซีเตด เช่น ผลิตเป็นเส้นใยอาร์แนล 60 ผลิตเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้ทำแผงสวิตช์และหุ้มสายไฟ

3. เส้นใยกึ่งสังเคราะห์

เส้นใยที่ได้จากการนำสารจากธรรมชาติมาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น การนำเซลลูโลสจากพืชมาทำปฏิกิริยากับสารเคมีบางชนิด เส้นใยกึ่งสังเคราะห์นำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยกึ่งสังเคราะห์มีหลายชนิด ได้แก่ วิสคอสเรยอง แบมเบอร์กเรยอง เป็นต้น

เส้นใยชนิดใหม่ เส้นใยแบคทีเรียเซลลูโลส (*Acetobacter xylinum*)

ผลิตด้วยการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสร้างเซลลูโลส *Acetobacter xylinum* โครงสร้างของเส้นใยเซลลูโลสที่แบคทีเรียเซลลูโลสสร้างขึ้น ประกอบด้วยCellulose Fibril มีขนาดความกว้างประมาณ 60 -80 นาโน และหนาประมาณ 3-8 นาโนเมตร ยาวประมาณ 180-960 นาโนเมตร มีขนาดเล็กกว่าเส้นใยของพืชชั้นสูง 10-1,000 เท่า และเส้นใยสังเคราะห์ประมาณ และ 100 เท่า



ภาพที่ 3 รูปโครงสร้างเส้นใยที่เกิดจาก Acetobacter xylinum
ที่มา:http://www.azonano.com/

จากข้อมูลข้างต้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชนิดเส้นใยแต่ละชนิดแล้ว จึงสรุปได้ว่าแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจัดเป็นเส้นใยธรรมชาติ เนื่องจากเป็นเส้นใยที่ผลิตขึ้นโดยสิ่งมีชีวิตคือ แบคทีเรียเซลลูโลสเติบโต เมื่อผลิตแผ่นเซลลูโลสจนได้ขนาดตามต้องการแล้วจึงนำมาล้างแล้วแตกแดดจนแห้งจึงนำมาใช้ซึ่งจะพบว่าทุกขั้นตอนไม่มีขั้นตอนใดใช้สารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ทดแทนเส้นใยธรรมชาติ

ในงานวิจัยนี้มีความจำเป็นต้องรู้ถึงคุณสมบัติของผ้าชนิดต่างๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบ และเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุใหม่จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเซลลูโลส สำหรับการสร้างผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายที่เหมาะสมตามคุณสมบัติที่แตกต่างกันของเส้นใย

การเปรียบเทียบคุณสมบัติของผ้าชนิดต่างๆ

ผ้าแต่ละชนิดมีประโยชน์ใช้สอยแตกต่างกัน ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อตามวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้งาน การเลือกซื้อ และพิจารณาทั้งคุณสมบัติของผ้า ความสวยงาม เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย และกำลังซื้อ

1. **ผ้าฝ้าย (Cotton)**ทำจากเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากดอกของต้นฝ้ายเมื่อนำมาทอผ้าจะดูดซับความชื้นได้ดีย้อมสีและพิมพ์ลวดลายง่ายสวมใส่สบายมีความชื้นประมาณร้อยละ 11 ระบายความร้อนได้ดีผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่งด้วยเทคนิควิธีการผ่านไอน้ำหรือให้ความร้อนและใช้สารเคมีทำให้ผิวสัมผัสราบเรียบเป็นมันคงทนต่อการเสียดสีทนยับแต่ถ้าไม่ได้ผ่านการตกแต่งส่งผลให้การยืดหยุ่นตัวน้อยลงยับง่าย ความแข็งแรงหรือความเหนียวต่ำ ไม่ทนเชื้อราและแสงแดด ข้อจำกัดของผ้าฝ้ายจะเสื่อมคุณภาพง่ายเมื่อถูกความร้อนสูงจากเตารีดหรือแสงแดดทำให้สีที่ย้อมจางลงควรเก็บรักษาในที่แห้งไม่ควรให้มีความชื้นซึ่งอาจทำให้เกิดเชื้อราบนผืนผ้า

ภาพที่ 4 ผ้าฝ้าย
ที่มา: http://www.sockotime.blogspot.com

2. **ผ้าไหม(Silk)**ทำจากเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากสัตว์จำพวกหนอนไหมโดยคายเส้นใยออกมาทางปากมีความยาวต่อเนื่อง เมื่อนำมาทอเป็นผืนผ้าทำให้อ่อนนุ่ม เป็นมัน เหนียว ยืดหยุ่นตัวดี ดูดซับความชื้น ย้อมสีง่ายและสวมใส่สบายเนื่องจากมีความชื้นในตัวเอง (Moisture Regain) สูงประมาณร้อยละ 11 แต่มีข้อจำกัดคือเส้นใยไหมเสื่อมคุณภาพง่าย เมื่อถูกความร้อนสูงจากเตารีด แสงแดด แมลงชอบกัดกินเส้นไหมเพราะเป็นเส้นใยโปรตีน สีที่ย้อมจะเสื่อมคุณภาพเมื่อถูกความชื้นมากเกินไป ดังนั้นควรเก็บรักษาไว้ในที่แห้ง

ภาพที่ 5 ผ้าไหม
ที่มา: http://market.mthai.com/product/259497

3. **ผ้าลินิน (Linen)**ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เป็นผ้าที่ทำจากลำต้นแฟลกซ์ (Flax) ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปอยู่ในรูปของเส้นใยมักเรียกว่าใยแฟลกซ์เส้นด้ายเรียกว่าด้ายแฟลกซ์ส่วนผ้าต้องเรียกว่าลินินจึงจะถูกต้องคุณลักษณะพิเศษของผ้าชนิดนี้ทำให้สวมใส่สบายเนื่องจากมีความชื้นสูงประมาณร้อยละ 11-12 เหนียวระบายความร้อนได้ดีย้อมสีติดง่ายแต่มีข้อจำกัดคือยับง่ายความยืดหยุ่นตัวน้อยเส้นใยแข็งกระด้าง

ภาพที่ 6 ผ้าลินิน
ที่มา: http://chiangmaicotton.blogspot.com/p/colors-texture.html

4. **ผ้าไหมเทียม**ส่วนใหญ่ทำจากเส้นใยคิวปราโมเนียมเรยอน (Cuprammonium Rayon) ถูกจัดให้อยู่ในประเภทเส้นใยกึ่งสังเคราะห์รีเจนเนอเรตเตดเซลลูโลส (Regenerated Cellulose) มีคุณสมบัติคล้ายเส้นใยไหมมากที่สุดจึงมักเรียกกันว่าไหมเทียม มีความเหนียวสูงมากเมื่อเส้นใยแห้งสนิท และความเหนียวจะลดลงเมื่อเปียกน้ำ ดูดซับความชื้นได้ดี เงางาม ย้อมสีและทำลวดลายได้ง่าย ความชื้นในตัวสูงถึงร้อยละ 13 สวมใส่สบาย ยืดหยุ่นตัวดี ทนด่าง แต่มีข้อจำกัดคือเมื่อถูกรังสีความร้อนจากแสงแดดหรือเตารีดความเหนียวจะลดลง เกิดเชื้อราง่ายเมื่อเปียกน้ำ ควรเก็บรักษาในที่แห้ง

ภาพที่ 7 ผ้าไหมเทียม
ที่มา: http://www.wedding2hand.com/uploads/1860/IMG_0856.jpg

5. **ผ้าใยผสม**การนำเส้นใยผสมมาทอผ้าไทยเกิดขึ้นจากแนวคิดที่ว่าเส้นใยที่มีอยู่ในธรรมชาตินับวันจะเหลือน้อยลงจำเป็นต้องนำเส้นใยสังเคราะห์มาใช้ทดแทนและที่สำคัญที่สุดคือไม่มีเส้นใยชนิดใดมีคุณสมบัติทุกประการดีเลิศแต่ละชนิดย่อมมีจุดเด่นและด้อยในตัวเองการนำมาผสมกันเพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้ดีขึ้นโดยทั่วไปมักใช้เส้นใยผสมพอลิเอสเตอร์ (Polyester) กับฝ้าย (Cotton) มีชื่อเรียกกันทั่วไปว่าผ้า P/C พอลิเอสเตอร์กับเรยอน (Rayon) เรียกว่าผ้า P/R และเรยอนกับฝ้าย

เรียกว่าผ้า R/C เป็นต้นผ้าผสมเหล่านี้ช่วยให้ผู้สวมใส่สบาย แข็งแรง ทนยับ คงรูป ดูดซับและคายความชื้นได้ดีย้อมสีหรือพิมพ์ลวดลายได้ง่ายยืดหยุ่นตัวดีเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความชื้น 5%

ภาพที่ 8 ผ้าฝ้ายผสมเส้นใยสังเคราะห์
ที่มา : http://www.asia.ru/en/ProductInfo/1409264.html

คุณสมบัติของเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum*

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

1. มีความเป็น Hydrophilic สูง เนื่องจากการมีพื้นที่ในโครงสร้างมากจึงสามารถอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity) สูงถึง 60-700 เท่าของน้ำหนัก

2. ไม่มีเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ลิกนิน(Lignin) และเพคติน (Pectin) เจือปนทำให้ง่ายต่อการนำไปทำให้บริสุทธิ์ ส่วนปริมาณเซลลูโลสของแผ่นวุ้นจาก *Acetobacter xylinum* มีปริมาณเท่ากับ 1.10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปียก ซึ่งมากกว่าปริมาณเซลลูโลสที่ได้จากแหล่งผลไม้ต่าง ๆ เช่น ในสับปะรด มะละกอ เนื้อมันเทศและมะม่วง ซึ่งมีปริมาณเซลลูโลสเท่ากับ 0.37 0.72 0.76 และ 0.67 เปอร์เซ็นต์(Lund and Smoot 1982, อ้างถึงใน พันทิพา โพธิ์วัน 2547)

3. ทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ต่าง ๆ โดยมีค่า Young's Modulus ประมาณ 30,000 เม็กกะปาสคาล ซึ่งสูงกว่า Organic Fiber ถึง 4 เท่า และค่าความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีค่าสูงกว่าฟิล์ม Polyethylene หรือ Vinyl Chloride ถึง 5 เท่า

4. รูปร่าง ลักษณะแผ่นขาวขุ่นโปร่งสร้าง ขณะเปียกมีลักษณะคล้ายแผ่นวุ้นมีความมันเงา เมื่อแห้งลักษณะคล้ายกระดาษโปร่งแสง ผิวด้าน ไม่เรียบ สีขาวขุ่นตามธรรมชาติ

5. ความเหนียว ทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ต่างๆ โดยมีค่า Young's Modulus ประมาณ 30,000 เม็กกะปาสคาล ซึ่งสูงกว่า Organic Fiberถึง 4 เท่า และค่าความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีค่าสูงกว่าฟิล์ม Polyethyleneหรือ Vinyl Chloride ถึง 5 เท่า เส้นใยขณะเปียกจะมีความเหนียวมากกว่าขณะแห้ง

6. ความยืดหยุ่น ขณะเปียกสามารถยืดและสปริงตัวกลับที่เดิมได้ และยืดได้ปานกลาง แต่เมื่อแห้งไม่สามารถยืดได้

7. ความคืนรูปหรือความคืนตัว ขณะเปียกสามารถคืนรูปได้ดี เมื่อเกิดรอยยับจะสามารถกลับคืนตัวได้เมื่อวางทิ้งไว้ แต่หากเกิดการกดทับหรือ วางบนแม่พิมพ์เพื่อสร้างรอยต่างๆเป็นเวลานาน

จะเกิดเป็นรอยนั้นเมื่อแผ่นเซลลูโลสแห้ง หากต้องการให้คืนตัวเมื่อพรมน้ำจนเซลลูโลสอิ่มตัว ก็จะสามารถคืนรูปได้

8. การดูดความชื้น สามารถดูดความชื้นได้ดี และสามารถนำไปย้อมสีได้ดี

9. ความคงรูป เมื่อแห้งแล้วจะคงรูปคล้ายกระดาษ แต่เมื่อพรมน้ำจะคืนรูปเป็นแผ่นวุ้น

10. การทนต่อความร้อน เซลลูโลสจะไหม้เมื่อจ่อในเปลวไฟ เมื่อเอาออกจากเปลวไฟจะดับได้เอง เถ้ามีลักษณะเป็นก้อนแข็ง กลิ่นไหมไฟเหมือนกลิ่นกระดาษไหม้ไฟ ทนความร้อนจากเตารีดประมาณ 135 องศาเซลเซียส ใช้ความร้อนระดับเดียวกับผ้าฝ้าย หากความร้อนสูง จะหดตัวและเกิดฟองอากาศ

11. การทำให้แห้งโดยการตากแดด ตากแดดแรงใช้เวลาในการแห้งสนิท 5 วัน โดยจะหดตัว 10 เท่าจากแผ่นวุ้น

12. .การย้อมสี สามารถย้อมสีได้ทุกชนิดเนื่องจากเซลลูโลสเกิดจากธรรมชาติซึ่งสามารถดูดซึมสีได้ในเวลาอันรวดเร็ว

13. การพิมพ์ เมื่อแห้งสามารถพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ได้

14. การเย็บ ควรใช้ด้ายที่มีการเคลือบเส้นด้ายที่เคลือบเทียน เพื่อทำให้ลื่นและลดการเสียดสีกับแผ่นเซลลูโลส และใช้ฝีเข็มขนาดเล็ก

15. เมื่อโดนน้ำจะกลับคืนรูปเป็นแผ่นวุ้นดังเดิม

16. การเก็บรักษา เมื่อแห้งแล้วเก็บรักษาได้ง่ายคล้ายการเก็บกระดาษทั่วไป แต่ขณะเปียกต้องระวังไม่ให้โดนความชื้นเพราะจะทำให้เกิดเชื้อรา

17. การเคลือบพื้นผิว สามารเคลือบด้วย ไตรกลีเซอรีน เพื่อเพิ่มความนิ่ม ซึ่งล้างออกได้ด้วยน้ำ สามารถซักได้ 20-30 ครั้ง แล้วเคลือบใหม่ได้

ภาพที่ 9 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่เปียก และแบบแผ่นที่แห้งสนิท
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 10 กันยายน 2554

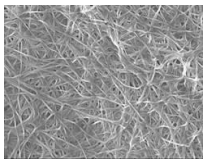
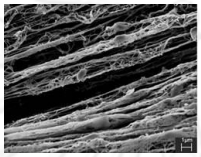
จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำแผ่นเซลลูโลสมาเปรียบเทียบกับ เส้นใยไหม เส้นใยฝ้าย และโพลีเอสเตอร์โดยสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

2.2 สรุปผลการศึกษาเพื่อให้ได้คุณสมบัติของวัสดุที่เหมาะสม และเปรียบเทียบคุณสมบัติเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุใหม่เพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่น

คุณสมบัติ	แบคทีเรียเซลลูโลส		ไหม	ฝ้าย	โพลีเอสเตอร์
	แห้ง	เปียก			
การดูดความชื้น(%)	5	98	11	7-11	0.4-0.8
เปอร์เซ็นต์การยืดได้มาตรฐานปกติ	0	14.9	20	3.7	18
ความทนต่อการขัดถูของเส้นใย	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี
การทนความร้อนของเส้นใย จุดหลอมละลาย (c)	ไม่หลอมละลาย	ไม่หลอมละลาย	ไม่หลอมละลาย	ไม่หลอมละลาย	249
อุณหภูมิของเตารีด	218	ไม่สามารถรีดได้	149	218	163
ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเส้นใย จ่อริมเปลวไฟ ในเปลวไฟ เอาออกจากเปลวไฟ กลิ่น ขี้เถ้า	ไม่หดหนีไฟจะติดไฟทันที ลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ไฟดับเอง เหมือนกระดาษไหม้ เบา นุ่ม และมีสีเทา		ม้วนหนีไฟ ไหม้ช้าๆ ไฟดับเอง เหมือนผมไหม้ไฟ เป็นเม็ดเล็กๆสีดำ เปราะหรือป่นได้	ไม่หดหนีไฟจะติดไฟทันที ลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ยังลุกไหม้ต่อไปจนเป็นโพลง เหมือนกระดาษไหม้ เบา นุ่ม และมีสีเทา	หลอมละลาย หดหนีไฟ ไหม้ช้าๆและละลาย ไฟดับเอง สารเคมี เป็นเม็ดแข็ง สีดำหรือสีน้ำตาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 (ต่อ)

คุณสมบัติ	แบคทีเรียเซลลูโลส	ไหม	ฝ้าย	โพลีเอสเตอร์
รูปร่างของเส้นใยเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ รูปร่างตามยาว				
	มีการแตกกิ่งก้านเป็นเส้นเล็กๆ ออกไปหลายจุด	เป็นมันอาจมีรอยเส้นตามขวาง	เป็นริบบิ้นบิดพลิ้ว	เป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้ว
รูปร่างด้านหน้าตัด				
	เป็นชั้น	เกือบจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีหลายรูปลักษณะ	รูปร่างและขนาดต่างกัน มีทั้งกลมรีคล้ายเม็ดถั่ว และเป็นหลอด	กลมหรือเกือบกลม

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติแผ่นเซลลูโลสเส้นใยไหม ฝ้าย และโพลีเอสเตอร์

จากการศึกษาข้อมูลการเปรียบเทียบแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสกับวัสดุสิ่งทออื่นๆซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามที่ผู้บริโภคจะเลือกใช้ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาวัสดุเพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่มีรูปแบบที่แปลกใหม่และลดปัญหาขยะสิ่งทอ แบคทีเรียเซลลูโลสยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งการสังเคราะห์แบคทีเรียจากธรรมชาติทำให้ไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภคและยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม คุณสมบัติที่ได้ในขณะเปียก จะมีลักษณะโปร่งแสง มีสีขาว มีผิวสัมผัสที่เรียบเนียน ลื่น และเปียกชื้น ในขณะที่แผ่นเซลลูโลสแห้ง ลักษณะคล้ายกระดาษโปร่งแสง ผิวสัมผัสเรียบ และมีความเหนียวเทียบเท่าอลูมิเนียมเมื่อมีความหนาที่เท่ากัน ในส่วนการคืนรูปเมื่อยับขณะเปียกยังสามารถคืนรูปได้ดีโดยการวางทิ้งไว้ แต่ในขณะที่แผ่นเซลลูโลสแห้ง หากต้องการให้คืนรูปจำเป็นต้องพรมน้ำจนเซลลูโลสอิ่มตัว จึงจะสามารถคืนรูปได้ดังเดิม

ประการหนึ่งแผ่นเซลลูโลสเกิดจากการสังเคราะห์แบคทีเรียจากธรรมชาติ ซึ่งวัสดุที่ได้จากธรรมชาติย่อมซึมซับการดูดสีในการย้อมได้ดี ผู้วิจัยเองต้องการพัฒนาแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว ซึ่งผู้วิจัยจะมีการศึกษาการย้อมสี คุณสมบัติสีย้อมต่างๆเพื่อมุ่งเน้นที่จะทำให้วัสดุใหม่ที่เกิดจากแบคทีเรียเซลลูโลสเป็นวัสดุที่เหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทดแทนสิ่งทอที่เคยมีมา

ส่วนที 3 ศึกษากระบวนการย้อมสีด้วยคุณสมบัติของสีแต่ละประเภท และเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส

3.1 การศึกษาวิธีการย้อม และคุณสมบัติสีแต่ละชนิด

การย้อมสี เป็นวิธีการหนึ่งในการตกแต่งผืนผ้าให้มีความสวยงาม สะดุดตา การย้อม สีผ้า ให้มีประสิทธิภาพจะต้องเลือกสีย้อมให้เหมาะกับชนิดของเส้นใย เทคนิคการย้อม ที่ถูกต้องทำให้ได้ผ้าย้อมที่มีสีสวยงามตามความต้องการ การละเลยขั้นตอนใดโดยคิดว่าไม่จำเป็นจะทำให้ผ้าย้อมไม่ได้คุณภาพ หรืออาจจะทำให้เส้นใยเสื่อมคุณภาพได้ การย้อมสีทำได้หลายระยะ ทั้งก่อนหรือหลังการปั่น

ทั้งนี้เราสามารถแบ่งสีย้อมออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ สีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ

1. สีสังเคราะห์

เป็นสารย้อมที่สังเคราะห์ขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี ให้มีโครงสร้างที่เกิดสีต่างๆมากมาย สีสดคงทน ไม่ตกง่าย ทนต่อการซักฟอก และตากแดด สะดวกในการใช้และเก็บรักษา สามารถผลิตในปริมาณมาก ราคาไม่แพง ซึ่งสีสังเคราะห์มี 2 ลักษณะคือสีย้อมเย็นและย้อมร้อน

1. การย้อมเย็น นั้นจะนิยมย้อมในหม้อดิน โดยการเตรียมน้ำสีใส่ไว้ในหม้อ จากนั้นนำเส้นใยไปจุ่มลงในหม้อ ใช้มือคน บีบ จนกระทั่งได้สีตามต้องการ หรือจะทำการหมักไว้เพื่อให้สีที่ได้เข้มขึ้น
2. การย้อมร้อน เป็นการนำเส้นใยไปต้มในหม้อที่ใส่น้ำสี ใช้ไม้คนเพื่อให้เส้นใยโดนน้ำสีอย่างทั่วถึง เมื่อได้สีตามต้องการจึงนำไปซักและตากแห้ง

ภาพที่ 10 สีย้อมสังเคราะห์
ที่มา: http://www.sivasumpan.com/private_folder/IMG_4040a.jpg

2. สีธรรมชาติ

สีที่ได้จากธรรมชาติ เป็นความรู้ดั่งเดิมที่สืบทอดกันมาจากปู่ย่าตายาย แหล่งวัตถุดิบ สีธรรมชาติสามารถหาได้จากต้นไม้ ใบไม้ ที่ให้สีสันสวยงามตามต้องการและหาได้ไม่ยาก ซึ่งปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติกันมากขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก และกรรมวิธีผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามและหลากหลายเป็นสีที่ได้จาก พืชสัตว์ จุลินทรีย์และแร่ธาตุต่างๆ สีที่ได้จากพืชมักเป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืชตั้งแต่ราก เปลือกราก ลำต้น เปลือกต้น แก่นไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด สีที่ได้จากสัตว์มักได้จากแมลงที่ตากแห้ง เปลือกแมลง มูล นิยมนำมาย้อมไหม หรือขนสัตว์ และใช้เป็นสีผสมอาหารจาก รา ยีสต์ และแบคทีเรีย

ภาพที่ 11 สีย้อมธรรมชาติ

ที่มา: http://gis.agr.ku.ac.th/e_learning/texttile/html/Lesson03/6.html

3.2 สรุปผลการศึกษาเพื่อนำข้อมูลการย้อมที่เหมาะสมไปทดลองปฏิบัติการย้อมสีให้กับแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสและวัสดุสิ่งทออื่นๆ

จากกระบวนการศึกษาคุณสมบัติของสีชนิดต่างๆและวิธีการย้อมซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการนำไปพัฒนาการย้อมสีหรือตกแต่งแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส โดยการนำไปทดลองย้อมสีหรือสร้างเทคนิคตกแต่งต่างๆให้กับวัสดุแบคทีเรียเซลลูโลส เพื่อเป็นการพัฒนาแผ่นเซลลูโลสให้เกิดความแปลกใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์แฟชั่นและสร้างความน่าสนใจให้กับวงการแฟชั่น

3.3 การพิมพ์สีด้วยเครื่องพิมพ์ระบบดิจิตอล(Digital Fabric Printing)

ในปัจจุบันมีการพิมพ์ด้วยเทคโนโลยีแบบใหม่ด้วยระบบดิจิตอลโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์และใช้หลักการเดียวกับการพิมพ์กระดาษด้วยเครื่อง Printer แต่ใช้วิธีการการพิมพ์ที่อาศัยความร้อนในการถ่ายโอนลายบนกระดาษลงบนผ้าที่ต้องการพิมพ์ที่เรียกว่า การพิมพ์ถ่ายสีแบบแห้ง(Dry Transfer Printing)(อังคณา อมรศรี 2556) และใช้หมึกสำหรับการพิมพ์ผ้าข้อดีของการพิมพ์ด้วยระบบดิจิตอล คือให้ลวดลายสีสัน ที่ละเอียด คมชัด และมีน้ำหนักแสงเงาตามต้องการได้มากกว่าการพิมพ์ด้วยระบบอื่นๆ มีการผลิตที่สะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องทำบล็อกแบบลายเหมือนการพิมพ์อื่นๆ การพิมพ์ด้วยระบบดิจิตอล เนื่องจากเป็นวิธีการพิมพ์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเก็บรายละเอียดของการพิมพ์ลายต่างๆ ให้ออกมาได้เสมือนจริงตามต้นแบบ ระบบดิจิตอลสามารถควบคุมการปล่อยเม็ดสีและไล่เฉดได้ดีกว่าระบบการพิมพ์แบบสกรีน หรือระบบโรตารี่ ทำให้ได้ลวดลายและสีสันตามการออกแบบ มีความละเอียดคมชัด ใช้พิมพ์ได้กับผ้าทั้งใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ ผลิตได้สะดวกรวดเร็ว ราคาต่อชิ้นจะถูกกว่าการพิมพ์แบบอื่นๆ ซึ่งจุดเด่นเหล่านี้จะทำให้ไม่มีข้อจำกัดในการออกแบบและการผลิต(ใจภักดิ์ บุรพเจตนา 2555)

3.4 การย้อมพิเศษ เพื่อระบุตัวตน

สารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ (DNA)

จากการศึกษาข้อมูลของคุณอภิชาต วรรณวิจิตร ได้กล่าวถึงสารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ (Deoxy-ribonucleic Acid; DNA) เป็นกรดนิวคลิอิก (Nucleic Acid) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลทาง

พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ดีเอ็นเอส่วนใหญ่อยู่ในรูปโครโมโซม (Chromosome) วางตัวอยู่ในส่วนนิวเคลียสภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ดีเอ็นเอมีหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. การจำลองตัวเอง (DNA Replication) ดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตมีความสามารถสร้างและจำลองตัวมันเอง ขณะเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้างดีเอ็นเอที่เหมือนเดิมทุกประการให้แก่เซลล์ใหม่

2. การถ่ายทอดข้อมูลผ่านอาร์เอ็นเอ (Transcription) ดีเอ็นเอสามารถถูกถอดรหัสเพื่อสร้างเป็นอาร์เอ็นเอ (Ribonucleic Acid; RNA) อาร์เอ็นเอที่ได้นี้จะทำหน้าที่กำหนดการเรียงตัวของกรดอะมิโนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งโปรตีนจะถูกนำมาเป็นส่วนประกอบสำคัญในโครงสร้างขององค์ประกอบต่างๆ ภายในเซลล์ และเป็นสารเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีหรือเอนไซม์ (Enzyme) ในสิ่งมีชีวิต ด้วยหน้าที่ทั้ง 2 ประการของดีเอ็นเอ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถสืบทอดลักษณะประจำพันธุ์ และดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ได้

ดีเอ็นเอมีคุณสมบัติในการเสียสภาพ (Denaturation) และการคืนสภาพได้ (Renaturation) เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสเป็นพันธะอ่อน ดีเอ็นเอจึงสามารถแยกออกเป็นเส้นเดี่ยวได้เมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิหรือความเป็นกรดเป็นด่างสูงมากๆ และสามารถคืนสู่สภาพเดิมเมื่อมีการปรับอุณหภูมิ หรือความเป็นกรดเป็นด่างให้ลดลง การเข้าคู่ของดีเอ็นเอจะเป็นในรูปแบบเดิมคือ A จับกับ T และ G จับกับ C คุณสมบัติพฤติกรรมของดีเอ็นเอจึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพต่างๆ ได้

จากคุณสมบัติของ ดีเอ็นเอ ทำให้มีการค้นคิดวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการระบุตัวตนในงานด้านศิลปะ เพื่อแสดงความเป็นเจ้าของ โดยมีการผลิตน้ำหมึกที่ผสมดีเอ็นเอ และใช้ลงนามเพื่อแสดงความเป็นตัวตน ซึ่งดีเอ็นเอที่ใช้ผสมในน้ำหมึกเป็นการสังเคราะห์ จากสิ่งของต่างๆ ที่สามารถถอดรหัสได้ เช่น เส้นผม กระดูก เป็นต้น (IOL Scitech 2003)

เนื่องด้วยสิ่งของในปัจจุบันเกือบทุกประเภทสามารถผลิตซ้ำเพื่อนำมาจำหน่ายทั่วไปได้ แม้แต่ผลงานศิลปะที่สำคัญหลายชิ้นจากในอดีตหลายชิ้นก็ถูกลอกเลียนแบบ ทำซ้ำขึ้น เพื่อนำมาจำหน่ายให้คนทั่วไปสามารถครอบครองเป็นเจ้าของได้ โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของผลงานศิลปะชิ้นนั้นก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสนใจในการย้อมพิเศษเพื่อระบุตัวต้นข้างต้น โดยคาดหวังว่า ด้วยนวัตกรรมใหม่ซึ่งเป็นสี หรือ หมึก ที่ผสมดีเอนเอเพื่อระบุตัวต้นเจ้าของผลงานศิลปะนี้ จะสามารถป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ หรือทำซ้ำผลงานการออกแบบแฟชั่นจากแผ่นเซลลูโลส ซึ่งผู้วิจัยมีความต้องการสร้างผลงานออกแบบชิ้นนี้ให้เป็นผลงานศิลปะและตัวอย่างของผลงานนวัตกรรมใหม่ที่จะอยู่ต่อไปในอนาคต

ภาพที่ 12 ตัวอย่าง สีที่ได้จากการสังเคราะห์ดีเอนเอ

ที่มา: Wendell M. Smith, 2006

ภาพที่ 13 ตัวอย่าง หมึกสีที่ได้จากการสังเคราะห์ดีเอนเอ

ที่มา: Nissha Printing Co., Ltd., 2011

ส่วนที่ 4 **ศึกษารูปแบบศิลปะหลังสมัยใหม่** (Post Modern Art) **รสนิยมและการแสดงออกผ่านศิลปะการแต่งกาย และการประยุกต์ศิลปะหลังสมัยใหม่กับการออกแบบเครื่องแต่งกายที่พัฒนาจากวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส**

ศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post Modern Art)

ศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post Modern Art) เริ่มต้นประมาณ ค.ศ. 1960 เป็นรูปแบบของงานศิลปะที่มีการพัฒนาต่อเนื่องมาจากศิลปะสมัยใหม่ (Modern Art) และมีการพัฒนาสร้างสรรค์งานต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

จากทศวรรษที่ 1960 ศิลปะกระแสสากล ทั้งจากสหรัฐอเมริกา ยุโรป ญี่ปุ่น ได้นำเสนอการแสดงออกทางศิลปะ ในกระแสความคิดใหม่ ศิลปะยุคหลังสมัยใหม่ (Post-Modern Art) ที่มุ่งเน้นการรับรู้ และการตีความภาพความคิดในสมอง การนำเสนอที่สอดคล้องกับธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม สื่อแสดงออกทางศิลปะที่หลากหลาย

ศิลปะในยุคหลังสมัยใหม่ ได้แสดงบทบาทและแผ่ขยายความคิดไปทั่วโลก การสร้างสรรค์งานไม่แบ่งลัทธิเหมือนศิลปะในยุคสมัยใหม่ แต่จะเป็นกระบวนการสร้างสรรค์งานที่รวมกลวิธีต่างๆ ตามแนวคิดที่เป็นอิสระและการเลือกใช้สื่อวัสดุที่ตอบสนองแนวคิดของศิลปิน ทำให้เกิดผลงานในแนวทางที่หลากหลาย การเรียกชื่อผลงานจึงเรียกชื่อตามสภาพของลักษณะงาน ที่ประกอบด้วยแนวคิด และสื่อที่ต้องการแสดงออก(วิรุณ ตั้งเจริญ 2547)

(ใจภักดิ์ อ่อนงาม 2551)ได้สรุปถึงศิลปะหลังสมัยใหม่ **(Post Modern Art)** ไว้ดังนี้

ศิลปินผู้สร้างงานศิลปะหลังสมัยใหม่ **(Post Modern Art)** มีแนวคิดในการสร้างสรรค์งานที่ว่า ผลงานศิลปะไม่ใช่สิ่งที่เป็นความงามตามหลักสุนทรียศาสตร์ แบบเดิม ผลงานศิลปะที่เกิดขึ้นตามแนวคิดหลังสมัยใหม่ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการใช้ทักษะฝีมือ ศิลปะไม่ใช่สิ่งที่สวยงาม หรือมีค่าดังเช่นในอดีต ศิลปะคือสิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวเรา ศิลปะคือสิ่งปกติธรรมดาที่มีอยู่ทั่วไปในสังคม และสภาพแวดล้อมต่างๆ ขึ้นอยู่กับว่าศิลปินจะนำเสนอความรู้สึกนึกคิดในแง่มุมใดออกมา แนวคิดในการสร้างสรรค์ผลงานของศิลปะหลังสมัยใหม่ **(Post Modern Art** สรุปได้ดังนี้

- ผลงานซึ่งเกิดจากแนวคิดของศิลปินที่ต้องการนำเสนอ ความคิด ความรู้สึก ที่เกิดขึ้นท่ามกลางกระแสความคิดของสังคมในบริบทใหม่ ที่มีเสรีภาพในการแสดงออก ตามลัทธิหลังสมัยใหม่

- ผลงานซึ่งเกิดขึ้นโดยไม่ยึดถือรูปแบบ หรือกระบวนแบบทางศิลปะ (Style) ตามแบบอย่างของศิลปะยุคสมัยใหม่

- ผลงานซึ่งนำเสนอความคิด เพื่อต้องการให้ผู้คนในสังคมได้ตระหนักต่อความสำคัญของธรรมชาติแวดล้อม หรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ตามสภาวะของโลกปัจจุบัน

- ผลงานซึ่งเป็นการบันทึก ความคิด ความรู้สึกของศิลปินที่มีต่อโลกสมัยใหม่ ทั้งในด้านสังคม ธรรมชาติ ความคิด การกระทำของคนในสังคม ฯลฯ การบันทึกเป็นผลงานนี้อาจเป็นช่วงเวลาหนึ่ง หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระยะหนึ่ง ให้ผู้คนได้รับรู้และตีความไปตามทรรศนะของแต่ละคน โดยอาจเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับผลงานดังกล่าวก็ได้

- ผลงานซึ่งเกิดจากแนวคิดของศิลปินที่พยายามแสดงความรู้สึกที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม

จากแนวคิดในการสร้างสรรค์งานดังกล่าว ทำให้เกิดรูปแบบของผลงานศิลปะที่มีเนื้อหาเรื่องราว กลวิธีการสร้างสรรค์งานแบบใหม่ ๆ ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกและสังคมยุคออนไลน์ในปัจจุบัน

ศิลปะหลังสมัยใหม่ **(Post Modern Art)** และรูปแบบของศิลปะในปัจจุบัน มีการสร้างสรรค์งานศิลปะ ที่ใช้การผสมผสานแนวคิด เทคนิควิธีการ กับสื่อวัสดุที่หลากหลาย ปรับเปลี่ยนไป ตามนวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาในโลกปัจจุบัน รวมทั้งการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยี เช่น การนำระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มาใช้สร้างสรรค์งาน

นอกจากนี้นักออกแบบแฟชั่นในยุคศิลปะหลังสมัยใหม่ **(Post Modern Art)** ที่ได้รับความนิยมจนถึงปัจจุบัน และได้รับการจัดอันดับจากนิตยสารไทม์ ให้เป็น 1 ใน 10 ผู้หญิงที่มีอิทธิพลในวงการแฟชั่นคือ เรอิ คาวาคุโบะ ซึ่งทุกวันนี้ผลงานออกแบบของเธอมีผลต่อแรงบันดาลใจนักออกแบบรุ่นใหม่เป็นจำนวนมาก

ตัวอย่าง นักออกแบบแฟชั่นสไตล์ศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post Modern Art) เรอิ คาวาคุโบะ

เรอิ คาวาคุโบะผู้ก่อตั้งแบรนด์ Comme des Garçons เกิดปีค.ศ.1942 จึงเติบโตในยุคหลังสงครามโลกครั้งที่2 นอกจากนี้เรอิ คาวาคุโบะจบการศึกษาทางด้านวิจิตรศิลป์และวรรณคดี ด้วยเหตุนี้เธอจึงได้พบความงดงามภายใต้ความยากจนข้นแค้นจากประเทศผู้แพ้สงคราม ผลงานจึงมักสื่อถึงอารมณ์ของผู้ออกแบบ เช่น มีรูปทรงไม่สมมาตร ข้อจำกัดทางด้านวัสดุและเทคนิคการตัดเย็บ และรวมไปถึงศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post Modern Art) ที่มีอิทธิพลในช่วงนั้น ดังนั้นรูปแบบการคิดและการตกผลึกผลงานของเธอจึงไม่ยืนพื้นกับกระแสแนวโน้มแฟชั่นใดๆ ทำให้ผลงานของเธอใกล้เคียงกับผลงานศิลปะมากกว่างานเสื้อผ้าแฟชั่นปกติทั่วไป งานออกแบบของเธอจึงเป็นอมตะไม่เกิดและจบไปตามกระแสแนวโน้มแฟชั่นที่ผลัดเปลี่ยนทุกปี

ภาพที่ 14 Comme des Garçons Spring and Summer 2004
ที่มา: 20 แบรนด์แฟชั่นระดับโลก, 2555

จะเห็นได้ว่าศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post Modern Art) เป็นศิลปะที่สร้างสรรค์ผลงานโดยใช้เทคโนยีในสมัยนั้นทำเป็นศิลปะใหม่ๆโดยไม่อ้างอิงกระแสแฟชั่นในแต่ละปีทำให้ผลงานที่ออกมาเป็นผลงานศิลปะร่วมสมัยที่เกิดจากแนวคิดที่คิดนอกกรอบและการประยุกต์รูปแบบใหม่ นอกจากศิลปะหลังสมัยใหม่ (Post Modern Art) แล้วยังมีสไตล์อีกรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงกันทางด้านความแปลกใหม่ในเรื่องวัตถุดิบที่นำมาสร้างผลงานนั่นคือ สไตล์ อาวองค์-การ์ด (Avant Garde)

จุดกำเนิดและแนวคิดสไตล์ อาวองค์-การ์ด (Avant Garde)

ในปี ค.ศ.1863 จักรพรรดินโปเลียนที่ 3 ต้องการให้สถาบันศิลปะของรัฐหลุดออกจากกรอบเดิมและเปิดกว้างในการยอมรับศิลปินหน้าใหม่มากขึ้น จึงทรงโปรดให้เปิดนิทรรศการทางเลือก “ซาลง เดส์ เรอฟูเซส์” (Salon des Refuses) สำหรับแสดงผลงานศิลปะที่ถูกปฏิเสธจากงานนิทรรศการประจำปีของรัฐ (ซาลง) เพื่อกระตุ้นให้เกิดผลผลิตด้านศิลปวัฒนธรรมรูปแบบใหม่ แต่เนื่องจากการแบ่งแยกลำดับชนชั้นด้วยระบบอภิสิทธิ์ และกฎเกณฑ์ทางวิชาชีพทำให้โครงการนี้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ต่อมาในช่วงหลังการล่มสลายของอาณาจักรฝรั่งเศส เพื่อหลีกหนีจากศิลปะ

กระแสหลักที่กีดกันผู้มาใหม่ ศิลปินเหล่านี้จึงนำเสนอผลงานผ่านวงการสื่อสารมวลชน และอุตสาหกรรมบันเทิงยุคใหม่ ซึ่งมีเสรีภาพอย่างมากในช่วงเวลานั้น สถาบันศิลปะเอกชนได้ขึ้นมามีบทบาทแทนสถาบันศิลปะแบบเดิม มีการแสดงผลงานตามร้านกาแฟ และบาร์เต้นรำ รวมไปถึงสำนักงานของ “นิตยสารทางเลือก” ซึ่งในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 มีนิตยสารชนิดนี้มากกว่า 200 ฉบับในกรุงปารีส โดยศิลปินผู้สร้างผลงานศิลปะนอกกระแสหลักจะถูกจัดเป็นกลุ่มศิลปิน “อาวองค์-การ์ด” โดยคำว่า “อาวองค์-การ์ด” นั้นเป็นคำที่กลุ่มศิลปินยืมมาจากศัพท์ทางทหารที่ขยายไปสู่ภาคการเมือง เพื่อสื่อให้เห็นถึง “การนำไปข้างหน้า” ชดเชยกับการถูกแบ่งชนชั้นทางสังคมและวัฒนธรรมดังที่กำลังเป็นอยู่

อย่างไรก็ดี การเกิดขึ้นของกลุ่มอาวองค์-การ์ดไม่ได้จำกัดแค่เฉพาะในปารีสเท่านั้นยังส่งผลไปทั่วยุโรปและอเมริกา อันเป็นผลมาจากกระบวนการปฏิบัติทางสังคม และวัฒนธรรมสู่ “สภาวะสมัยใหม่” (Modernization) ของสังคมทุนนิยมตะวันตกที่พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว

โดยศิลปะอาวองค์-การ์ดเกิดจากความต้องการ 2 ประการ ได้แก่ ประการแรกเกิดจากความต้องการแข่งขันทางวัฒนธรรม ต้องการสิ่งแปลกใหม่โดยสะท้อนผ่านกระบวนการสร้างงานศิลปะ และการทดลองกับรูปแบบใหม่ๆ รวมไปถึงการจัดการ และการประชาสัมพันธ์ และประการที่สองเกิดจากความต้องการเป็นสากลซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดชาตินิยม การแพร่กระจายของข้อมูลไปตามเครือข่ายของศิลปินอาวองค์-การ์ดในช่วงกลางศตวรรษที่ 20 มีส่วนในการสร้างอัตลักษณ์ของศิลปินอาวองค์-การ์ด ในฐานะปัจเจกทางวัฒนธรรม ผู้ต้องการความเปลี่ยนแปลงทั้งในโลกศิลปะและโลกการเมือง รวมทั้งเป็นขบถต่อสังคม ส่งผลให้ผลงานของศิลปินอาวองค์-การ์ด กลายเป็นสิ่งสำคัญในการวิพากษ์วิจารณ์มาตรฐานทางศิลปะ (คอตติงตัน 2554)

(Benjamin H. D. 1980)ให้นิยาม และยกย่องกระบวนการสร้างสรรค์ของศิลปินอาวองค์-การ์ดไว้ว่า

“เป็นกระบวนการต่อสู้อันต่อเนื่องยาวนานต่อคำจำกัดความทางวัฒนธรรม เป็นการค้นพบและเป็นตัวแทนของผู้ชมกลุ่มใหม่ และเป็นพัฒนาการด้านกลยุทธ์รูปแบบใหม่ในการแสดงอาการขัดขืน และต่อต้านแนวโน้มในการสร้างอุดมคติทางวัฒนธรรมที่ต้องการผูกขาด และควบคุมกระบวนการสร้างสรรค์ รวมทั้งพื้นที่ในการนำเสนอไว้แต่พียงผู้เดียว”

จากข้างต้นจึงสรุปความหมาย และรูปแบบทางการออกแบบของสไตล์อาวองค์-การ์ดได้ว่า

Avant-garde (a-vahnt guard) หมายถึง“แนวคิดล้ำหน้า ล้ำสมัย แตกต่างไม่เหมือนใคร อาจด้วยเทคโนโลยีใหม่ วัตถุดิบใหม่ หรือการประยุกต์รูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความโดดเด่น และแตกต่างอย่างชัดเจน จากสไตล์ทั่วไป นอกจากนี้เมื่อพูดถึงงานศิลปะหรือเครื่องแต่งกายสไตล์อาวองค์-การ์ดบางครั้งหมายถึงสไตล์ที่ทำให้เกิดการเร้าอารมณ์ กระตุ้นความรู้สึก ทำให้ตกใจอย่างไม่คาดไม่ถึงได้”

(Charlotte Mankey Calasibetta and Williamsport 1988)สไตล์อาวองค์-การ์ดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ คือ

1. แบบวิทยาศาสตร์ มักอยู่ในรูปแบบการทดลองสิ่งใหม่ๆ โดยการใช้วัสดุ อุปกรณ์ เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อให้เกิดความก้าวล้ำนำสมัยที่แตกต่างจากเครื่องแต่งกายที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เทคนิคทั่วไป
2. แบบตกใจ คือ ผลลัพธ์ที่มาจากรูปแบบวิทยาศาสตร์อีกขั้นหนึ่ง และมีความมุ่งหวังอย่างแรงกล้าที่จะสร้างความตกใจอย่างคาดไม่ถึง

ตัวอย่าง นักออกแบบแฟชั่นสไตล์อาวองค์-การ์ด รูปแบบวิทยาศาสตร์ วิคเตอร์แอนด์รอฟ

วิคเตอร์ ฮอร์สติงและรอฟสนอเรน (Viktor Horsting และ Rolf Snoeren)หรือที่รู้จักในนาม วิคเตอร์ และรอฟ (Viktor and Rolf) นักออกแบบชาวเนเธอแลนด์ ทั้งสองศึกษาการออกแบบแฟชั่นจากวิทยาลัยศิลปะและการออกแบบอาร์นเฮ (The Arnhem Art Academy) ด้วยกัน หลังจบการศึกษาในปี ค.ศ.1993 ทั้งสองย้ายไปฝึกงานที่ฝรั่งเศสและชนะรางวัลในงาน Festival International de Mode et de Photographie ด้วยผลงานชื่อ” Hyères” ผลงานคอลเลคชั่นนั้นประกอบจากชิ้นส่วนที่มีอยู่แล้วของเสื้อผ้าที่ผสมรวมกันเหมือนศิลปะการสร้างภาพจากชิ้นส่วนเล็กๆ ที่นำมาปะติดปะต่อกัน

ภาพที่ 15 Viktor and Rolf 1993 “Hyères”
ที่มา The house of Viktor and Rolfbook

แฟชั่นในมุมมองของวิคเตอร์และรอฟคือ “การทดลองและศิลปะ”และไม่สนใจการตลาดแฟชั่น จึงนำไปสู่เครื่องแต่งกายที่หรูหราในแบบของพวกเขาคือ Experimental Art Space

ในปี ค.ศ. 1998 วิคเตอร์และรอฟได้นำเสนอผลงาน Haute Coutureครั้งแรก ด้วยความคิดที่ว่า “เสื้อผ้าชั้นสูงก็เหมาะแก่การทดลองเช่นกัน” นำไปสู่ชุดแฟชั่นสไตล์ อาวองค์-การ์ด ได้รับความสนใจจากสื่อมวลชนเป็นอย่างดี ตลอด 4 ปี ผลงานสไตล์ อาวองค์-การ์ด ที่มีชื่อเสียง ได้แก่

- “First Couture Collection” Spring and Summer A.D.1998
- “Atomic Bomb” Fall and Winter A.D.1998
- “Black Light ” Spring and Summer A.D.1999
- “Russian Doll ” Fall and Winter A.D.1999

ภาพที่ 16 “First Couture Collection” Spring and Summer 1998 (up left),
“Atomic Bomb” Fall and Winter 1998 (up right)
“Black Light” Spring and Summer 1999 (down left),
“Russian Doll” Fall and Winter 1999 (down right)
ที่มา: The House of Viktor and Rolf Book

ภาพตัวอย่างผลงานสไตล์อาวองค์-การ์ดออกแบบโดย วิคเตอร์แอนด์รอฟ “First Couture Collection” Spring and Summer 1998 (รูปซ้ายบน) เป็นคอลเลคชั่นที่เน้นการพลีทและจับจีบใช้วิธีการตกแต่งด้วยการพ่นสีสเปรย์นำเสนอผลงานที่ลานใต้ดินโดยไม่ได้รับอนุญาต Paris Fashion Week 1998 ได้รับความสนใจจากสื่อมวลชนเนื่องจากการเลือกสถานที่จัดงานแตกต่างจากแบรนด์ห้องเสื้ออื่น

ภาพตัวอย่างผลงาน“Atomic Bomb” Fall and Winter 1998 (ขวาบน) ชุดที่ใส่บอลลูนเอาไว้ภายในเสื้อราวกับพร้อมที่จะระเบิดทุกเมื่อ เสื้อมีขนาดใหญ่เกินความสวยงาม แต่ด้วยเทคนิคการจับจีบทำให้ขณะเคลื่อนไหวดูสวยงาม

ภาพตัวอย่างผลงาน “Black Light ” Spring and Summer 1999 (ซ้ายล่าง) นำเสนอผลงานเป็นสองช่วง ช่วงแรกนำเสนอด้วยแสงไฟแบบปกติ หลังจากนั้นนำเสนอรอบที่สองปิดไฟให้มองเห็นเพียงสีขาวของผลงานเท่านั้นที่เรืองแสงอยู่

ภาพตัวอย่างผลงาน“Russian Doll” Fall and Winter 1999 (ขวาล่าง) นำเสนอผลงานใหม่ด้วยนางแบบเพียงคนเดียว และใช้ตุ๊กตาดินพอร์ซเลนสวมใส่ชุดผลงานคอลเลคชั่นเก่าที่เคยทำมาโดยตัดเย็บและปรับขนาดใหม่

ตัวอย่างนักออกแบบแฟชั่นสไตล์อาวองค์-การ์ด รูปแบบตกใจ ฮุสเซน ชาลายัน

ฮุสเซน ชาลายัน (Hussein Chalayan) ดีไซน์เนอร์เชื้อสายตุรกีสัญชาติอังกฤษ จบการศึกษาการออกแบบแฟชั่นและเครื่องแต่งกายจากโรงเรียนศิลปะวอร์วิคไชร์ (Warwickshire School of Arts) และ วิทยาลัยศิลปะและการออกแบบเซ็นทรัลเซนต์มาร์ติน (Central Saint Martins College of Art and Design)ในลอนดอนในปี ค.ศ. 1993 เขาจบการศึกษาด้วยผลงานชื่อ "The Tangent Flows" เป็นผลงานเสื้อผ้าที่ชาลายันฝังไว้ในสนามหลังบ้านและขุดออกมา เพื่ออธิบายถึงกระบวนการพิธีกรรมฝังศพและการฟื้นคืนชีพ เพื่ออ้างถึงชีวิต ,ความตายและการสลายตัวของเมือง ผลงานคอลเลคชั่นนี้ได้รับความสนใจและถูกยืมเพื่อโชว์ที่หน้าร้านจากห้องเสื้อ บราวส์ (Browns)

ลักษณะการออกแบบแฟชั่นของชาลายันมีจุดเด่นที่การเล่นกับแพทเทิร์นโครงเสื้อนั่นคือการรวมกันระหว่างเสื้อผ้าและสรีระร่างกายมนุษย์ด้วยเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์และสถาปัตยกรรม มิใช่แฟชั่นเพื่อมวลชนและอยู่นอกกระแสความนิยมการแสดงแฟชั่นของเขามักจะทำลายความคิดเดิมๆทางสังคมและสร้างนิยามใหม่ นี่จึงเป็นเหตุผลว่าการโชว์ผลงานของชาลายันมิใช่การแสดงผลงานตามกระแสนิยมแต่มันคือนวัตกรรมหรือศิลปะที่สวมใส่ได้

ภาพที่ 17 Hussein Chalayan’s Spring and Summer 2000 collection
ที่มา: (ภาพแถวบน) Hussein Chalayan, 2006
ที่มา: (แถวล่าง) Judith Clark and Hussein Chalayan, 2000

ผลงานคอลเลคชั่น “Remote Control Dress” ในงาน The Hyères Festival ประเทศฝรั่งเศสปี ค.ศ.2000 ออกแบบมาจาก โครงสร้างของสนามบิน เจเอฟเค ตัดเย็บจากไฟเบอร์กลาส และใช้รีโมตคอนโทรลควบคุมให้ชุดคลี่กลีบและจีบให้บานออกมาได้ แสดงให้เห็นชัดเจนถึงความสนใจทางด้านเทคโนโลยีของชาลายัน การผนวกกันระหว่างโครงสร้างพลศาสตร์และความงาม ถือเป็นความสำเร็จในการเชื่อมต่อแฟชั่นกับเทคโนโลยี และเทคโนโลยีเพื่อสร้างบทสนทนาระหว่างร่างกายและ สิ่งแวดล้อม จัดเป็นผลงานคอลเลคชั่นชุดแรกที่นำเสนอเป็นเสื้อผ้าแฟชั่นที่สามารถควบคุมระยะไกลด้วยอุปกรณ์ไร้สายอย่างเต็มที่

ภาพที่ 18 อัลบัมเพลง "Post" โดยนักร้องบีเยิร์ก (Björk Guðmundsdóttir)
ที่มา: *The New York Times*. Retrieved 2010-05-04.

ในปี ค.ศ. 1995 ชาลายัน ได้รับเลือกให้ออกแบบเสื้อแจ็คเก็ตให้กับนักร้องชาวไอซ์แลนด์ ปีเยิร์ก(Bjork) สำหรับ อัลบัมเพลง "Post" และบีเยิร์กยังเป็นนางแบบให้กับชาลายันในงานแสดงแฟชั่นวีคที่ลอนดอน(Voguepadia 2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 19 ผลงาน “Airmail”
ที่มา: Mode Museum

จากเหตุการณ์นี้นำไปสู่งานออกแบบสไตล์อาวองค์-การ์ด“Airmail”ในปี ค.ศ. 1999 ขนาดความยาว 149 เซนติเมตร กว้าง 98.5 เซนติเมตร ชุดแอร์เมลทำจากกระดาษพื้นเรียบที่ผลิตจาก *Tyvek*คือเส้นใยของพลาสติกนำมาถักทอซึ่งทำออกมาได้เหมือนกระดาษที่บางแต่ว่ามีความแข็งแรงทนทานสูง สามารถขีดเขียนข้อความ สวมใส่ และทำความสะอาดได้ มีลวดลายที่ขอบสีแดงและสีฟ้าสดใส ที่สำคัญคือการที่มันพับมาพร้อมกับซองจดหมายของมันพร้อมประทับตราส่งทางอากาศ(Par Avion)เอาไว้แล้ว เดรสชุดนี้ได้รับอิทธิพลความทรงจำวัยเด็กของชาลายัน จากการส่งจดหมายและการ์ดทางอากาศถึงมารดาของเขาในตุรกี(Hall 2013)

Hussein Chalayan ได้รับรางวัล British Designer of the Year 2 ปีซ้อน (ค.ศ. 1999-ค.ศ. 2000) และได้รับเครื่องราชอิสริยาภรณ์ Order of the British Empire

เมื่อนำแนวคิดของศิลปินศิลปะหลังสมัยใหม่ และสไตล์อาวองค์-การ์ดมาเปรียบเทียบแล้วพบว่ามีรูปแบบที่ใกล้เคียงกันเป็นอย่างมาก แต่อาจมีข้อแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในส่วนที่สไตล์อาวองค์-การ์ด มีความเน้นหนักการออกแบบที่ล้ำสมัยและใช้วัตถุดิบที่แตกต่างจากวัตถุสำหรับการตัดเย็บทั่วไป โดยผู้วิจัยมีแนวคิดในการนำเสนอวัตถุดิบชนิดใหม่เพื่อการตัดเย็บคือ แผ่นเซลลูโลสชีวภาพ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ และไม่เคยมีมาก่อน จึงจัดได้ว่าสไตล์อาว็องการ์ดเป็นสไตล์ที่ผู้วิจัยจะ

นำมาใช้ในการออกแบบเพื่อเป็นตัวอย่างต้นแบบในการนำเสนอวัตถุดิบชนิดใหม่ นอกจากนี้เพื่อการส่งเสริมแนวคิดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในบริบทของสังคมไทย จึงได้นำรูปแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) มาใช้ควบคู่ในการสร้างผลงานเพื่อไม่ให้มีขยะซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือจากการตัดเย็บ นอกจากนี้ผู้วิจัยมีความสนใจการใช้เทคนิคการระบุตัวตนผ่านสี เพื่อสร้างอัตลักษณ์ของเจ้าของผลงาน และเป็นการบันทึกประวัติศาสตร์ในด้านการออกแบบทางหนึ่งผ่านผลงานการวิจัยนี้

ส่วนที่ 5 **ศึกษารูปแบบเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมสำหรับการนำวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อเป็นวัสดุในการผลิตเครื่องแต่งกายหรือผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย**

5.1 ประเภทของ เครื่องแต่งกาย

5.2 รูปแบบและองค์ประกอบของเครื่องแต่งกาย

5.3 สรุปผลการศึกษาเพื่อให้ได้แนวทางของรูปแบบและองค์ประกอบของเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมในการนำแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสไปใช้เป็นวัสดุในการผลิต

5.1 ประเภทของเครื่องแต่งกายสำเร็จรูป

เครื่องแต่งกายสำเร็จรูปหมายถึงเสื้อผ้าที่มีการผลิตมากกว่า 1 ขนาดขึ้นไป ตามขนาดมาตรฐานทั่วไปเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อขนาดที่ใกล้เคียงกับรูปร่างของตนเองไปสวมใส่ได้ทันที เครื่องแต่งกายสำเร็จรูปแยกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้(พัดชา อุทิศวรรณกุล 2549)

1. Menswear คือเสื้อผ้าจำพวกเสื้อผ้าผู้ชาย เช่นสูท เสื้อเชิ้ต กางเกงขายาว กางเกงขาสั้น เสื้อกั๊ก
2. Ladies Wear หรือ Womenswear คือสินค้าจำพวกเสื้อผ้าผู้หญิงเช่น เสื้อสูท เสื้อเชิ้ต ชุดเดรส เสื้อแขนกุด สายเดี่ยว เกาะอก กระโปรงและกางเกง
3. Kids Wear คือเสื้อผ้าเด็ก

นอกจากนี้ยังมีสินค้าจำพวกเครื่องประกอบการแต่งกาย เช่น รองเท้า กระเป๋าเข็มขัด นาฬิกา เนคไท เป็นต้น

5.1.1 การจำแนกประเภทของเครื่องแต่งกายสำเร็จรูป

เครื่องแต่งกายสำเร็จรูปสามารถแบ่งจำแนกตามตลาดได้หลายประเภทโดยอาศัยตัวแปรที่ต่างกัน ดังนี้

5.1.1.1 เสื้อผ้าสำเร็จรูป ที่จำแนกโดยใช้สถานที่ผลิตและออกแบบตัวสินค้าเป็นตัวกำหนด (Ready to Wear หรือ Pret a Porte) แบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) Local Brand หรือตราสินค้าท้องถิ่น คือเป็นสินค้าที่ผลิตภายในประเทศ เช่น เกรย์ฮาว(Greyhound) ฟลายนาว(Flynow) เป็นต้น

2) Designer Brand หรือตราสินค้านักออกแบบเป็นสินค้าที่ผลิตภายใต้ชื่อตราของนักออกแบบเอง เช่น มาร์คบายมาร์คจาคอบ(Marc by Marc Jacob) อิเซมิยากิ(Issey Miyake) จิมมี่ ชู(Jimmy Chu) เป็นต้น

3) Import Brand หรือตราสินค้านำเข้าจากต่างประเทศมาในประเทศ ตัวอย่างตราสินค้าต่างประเทศที่มีในตลาดเครื่องแต่งกายในประเทศเช่น เอ็มเอ็นจี (MNG) ซาร่า(Zara) ท็อปช็อบ(Topshop) เป็นต้น

4) Licensed Brand หรือตราสินค้าลิขสิทธิ์จากต่างประเทศ ซึ่งต้องทำสัญญาการค้าและรับแนวโน้มการออกแบบจากบริษัทสำนักงานใหญ่คู่สัญญา มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับตลาดในประเทศ เช่น กีลาโรส(Guy Laroche) แอล(ELLE) จูซ(Jousse) เป็นต้น

5.1.1.2 เสื้อผ้าสำเร็จรูปที่จำแนกโดยใช้ราคาเป็นตัวกำหนดระดับของกลุ่มลูกค้าในตลาด แบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) ตลาดสินค้าราคาสูง (High Class) เกรด A เสื้อผ้าประเภทนี้จัดอยู่ในระดับที่มีคุณภาพสูงทั้งวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดเย็บ การตกแต่งรายละเอียดด้วยช่างฝีมือ รูปแบบที่มีให้เลือกเหมาะสมกับโอกาสใช้สอยต่างๆ เสื้อผ้าประเภทนี้เป็นที่ยอมรับและรับสั่งตัดโดยเฉพาะ ผู้บริโภคสินค้าประเภทนี้จะอยู่ในสังคมชั้นสูง มีรายได้มาก มีรสนิยม และไม่คำนึงถึงราคา

2) ตลาดสินค้าราคาปานกลางค่อนข้างสูง (Rather High Class) เกรด B+ ถึง B เสื้อผ้าประเภทนี้จัดอยู่ในระดับที่มีคุณภาพดี ทั้งวัสดุอุปกรณ์ ฝีมือการตกแต่งรายละเอียด สีและรูปแบบ เหมาะสมกับการใช้สอยในโอกาสต่างๆ ตามกาลเทศะ ผู้บริโภคสินค้าประเภทนี้มักจะเป็นข้าราชการชั้นสูง นักธุรกิจ ผู้มีฐานะ มีรายได้พอที่จะลงทุนหรือจับจ่ายตามฐานะของตน

3) ตลาดสินค้าราคาปานกลาง (Medium Class) เกรด C เสื้อผ้าประเภทนี้จัดอยู่ในระดับที่มีคุณภาพพอใช้ มีรูปแบบที่เหมือนหรือใกล้เคียงกันเป็นจำนวนมาก ไม่มีขนาดเฉพาะบุคคล เน้นการขายที่ปริมาณมากกว่าคุณภาพ ใช้วัสดุที่ค่อนข้างจำกัดเพื่อลดต้นทุนในการผลิต ผู้บริโภคสินค้าประเภทนี้จะเป็นผู้ที่อยู่ในสังคมชั้นกลาง มีรายได้พอตัวไม่ใช้จ่ายฟุ่มเฟือยนัก

4) ตลาดสินค้าราคาถูก (Low Class) เสื้อผ้าประเภทนี้จัดอยู่ในประเภทที่มีคุณภาพรองลงมาจากสินค้าชั้นกลาง มีราคาค่อนข้างต่ำ ผู้บริโภคมีฐานะพอใช้ สนใจหรือไม่สนใจแฟชั่นการแต่งกาย สินค้าประเภทนี้ไม่ค่อยคำนึงถึงคุณภาพและความสวยงามมากนัก ราคาสินค้าย่อมเยา ซื้อขายง่าย อายุการใช้งานสั้น ผู้บริโภคสินค้าประเภทนี้คือผู้ที่มีรายได้จำกัด ใช้จ่ายเฉพาะเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

5.2 รูปแบบและองค์ประกอบของเครื่องแต่งกาย

เครื่องแต่งกายโดยทั่วไปที่มีการใช้งานในปัจจุบัน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ รูปแบบเป็นทางการ รูปแบบลำลอง และรูปแบบงานเลี้ยงสังสรรค์ โดยแต่ละกลุ่มมีลักษณะการใช้งานแตกต่างกันไป ดังนี้ (พัดชา อุทิศวรรณกุล 2549)

1. Business Wear เครื่องแต่งกายสำหรับทำงาน สามารถแยกเป็นกลุ่มย่อยได้ดังนี้
   - Business - Formal Wear ชุดทำงานแบบเป็นทางการ
   - Business - Business Wear ชุดทำงานแบบไม่เป็นทางการมากแต่ดูสุภาพ
   - Business - Casual Wear ชุดทำงานแบบกึ่งลำลอง
   - Business - Party Wear ชุดทำงานแบบกึ่งชุดงานเลี้ยงสังสรรค์

2. Casual Wear เครื่องแต่งกายสำหรับลำลอง สามารถแยกเป็นกลุ่มย่อยได้ดังนี้
   - Casual - Business Wear ชุดลำลองที่ดูสุภาพไปทำงานได้
   - Casual - Casual Wear ชุดลำลองที่ดูสบายๆ
   - Casual - Weekend Wear ชุดลำลองที่ดูอิสระ ใส่ในวันหยุด
   - Casual - Party Wear ชุดลำลองใส่ไปงานกลางคืน
3. Party Wear เครื่องแต่งกายสำหรับงานกลางคืนหรือ ชุดงานเลี้ยงสังสรรค์
   - Party - Business Wear ชุดไปงานกลางคืนที่ดูสุภาพเรียบร้อย
   - Party - Casual Wear ชุดไปงานกลางคืนที่ไม่เป็นทางการมากนัก
   - Party - Party Wear ชุดไปงานกลางคืนที่มีการตกแต่งที่ชุดบ้าง
   - Party - Elegant Wear ชุดไปงานกลางคืนที่ดูหรูหรา มีการตกแต่งอย่างสวยงาม

5.3 สรุปผลการศึกษาเพื่อให้ได้แนวทางของรูปแบบ และองค์ประกอบของเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมในการนำแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสไปใช้เป็นวัสดุในการผลิต

จากคุณสมบัติของวัสดุใหม่ของแบคทีเรียเซลลูโลส ซึ่งสามารถเพาะเลี้ยงได้ในภาชนะที่มีขนาดจำกัด สำหรับการทดลองในเบื้องต้น และจากการศึกษารูปแบบและองค์ประกอบของเครื่องแต่งกาย พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบเครื่องแต่งกายจากแบคทีเรียเซลลูโลส คือ ชุดลำลองใส่ไปงานกลางคืน (Casual - Party Wear) ซึ่งมีลักษณะไม่หรูหราจนเกินไป และเป็นชุดที่สั้นเหนือเข่า ซึ่งมีความเหมาะสมกับขนาดของแบคทีเรียเซลลูโลส ที่ได้จากการทดลอง

ส่วนที่ 6 การออกแบบ ตัดเย็บ และการตกแต่งเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสเพื่อเป็นวัสดุในการผลิตเครื่องแต่งกายหรือผลิตภัณฑ์แฟชั่น

6.1 การออกแบบเครื่องแต่งกาย
6.2 ออกแบบเพื่อการตัดเย็บ
6.3 แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)
6.4 เทคนิคการพับ แทนการตัด
6.5 เทคนิคการติดกาวแทนการเย็บ
6.6 เทคนิคการพ่นสีแทนการย้อม

6.1 การออกแบบเครื่องแต่งกาย

(วัฒนะ จูฑะวิภาต 2527)ได้ให้ความหมายของ การออกแบบไว้ 2 ลักษณะคือ

1. การออกแบบ เป็นการสร้างสรรค์ผลงานขึ้น โดยไม่ลอกเลียนของเดิมหรือความคิดเดิมที่มีมาก่อน เพื่อตอบสนองความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอย หรือความต้องการด้านอื่นๆ

2. การออกแบบ คือ การสร้างสรรค์ผลงานในรูป 2 มิติ และ 3 มิติ ให้เกิดความสวยงามและสามารถ นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามความเหมาะสมกับสภาพต่างๆ

(รัตนะ อุทัยผล 2523)ได้อธิบายความหมายของการออกแบบ (Design) หมายถึง การเลือกสรร (Selecting) และการจัดสรร (Arranging) วัสดุต่างๆ ให้เหมาะสมเพื่อประโยชน์ 2 ประการ

คือ เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยของการจัดโครงสร้างและเพื่อความสวยงาม (Beauty) ซึ่งย่อมจะแสดงให้เห็นลักษณะและความคิด (Idea) ของแต่ละบุคคล

สรุปได้ว่า การออกแบบ หมายถึง การสร้างสรรค์ผลงาน ทั้งในรูป 2 มิติ และ 3 มิติ ให้มีความสวยงามแสดงให้เห็นแนวความคิดของผู้ออกแบบ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย

6.1.1 การออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย

ความหมายของการออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ตรงกับคำศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Fashion Design หรือ Costume Design ในวงการ การออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ได้มีการนำคำศัพท์เหล่านี้มาใช้เรียกทับศัพท์อยู่เสมอ ซึ่งความหมายคำศัพท์ที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่คำว่า Fashion , Costume , Design ดังนี้(จารุพรรณ ทรัพย์ปรุง 2543, อ้างถึงใน จิตติมา บุญรอด 2555)

Fashion หมายถึง การวางรูป ทำแบบ รูปแบบของเสื้อผ้าหรือสิ่งอื่นๆ ที่ประชาชนส่วนใหญ่นิยมในห้วงเวลาหนึ่ง

1. Costume หมายถึง เครื่องแต่งกายซึ่งได้รับการออกแบบขึ้นมา โดยมีจุดมุ่งหมายเป็นการเฉพาะหรือเป็นพิเศษ สาหรับสถานที่หรือใช้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
2. Design หมายถึง การออกแบบ แบบแผน ลวดลายเค้าโครง ซึ่งแสดงให้เห็นวิธีการหรือแนวทางในการทำบางสิ่งบางอย่าง เส้นและรูปร่าง ซึ่งเป็นที่มาของแบบหรือการตกแต่ง โดยมีจุดมุ่งหมายพิเศษเป็นการเฉพาะ

กล่าวโดยสรุปการออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย หมายถึง การใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย โดยมีแรงบันดาลใจจากสิ่งต่างๆ รอบตัว เช่น ธรรมชาติ รูปทรงสิ่งแปลกใหม่ สื่อเทคโนโลยีต่างๆในปัจจุบัน หรือการนำแบบเสื้อผ้าในสมัยโบราณมาดัดแปลงให้เข้ากับยุคสมัย ทั้งนี้จะต้องมีประโยชน์ด้านการใช้สอย และความงามเป็นสำคัญ ตลอดจนการแสดงให้เห็นถึงความเจริญก้าวหน้าด้านวัฒนธรรม ประเพณี และความนิยมของคนในยุคนั้นๆ โดยใช้หลักการออกแบบทางศิลปะเข้าช่วย และคำนึงถึงความต้องการด้านต่างๆ เช่น ค่านิยม ประโยชน์ใช้สอย ความเหมาะสม และความทันสมัย

การออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายที่ผู้วิจัยต้องการออกแบบโดยใช้ข้อมูลจากในวิจัยนี้ เป็นการออกแบบโดยต้องการนำเสนอวัตถุดิบสำหรับนำมาตัดเย็บเครื่องแต่งกายใหม่ ประกอบกับมีความต้องการที่คำนึงถึงการออกแบบเพื่อสภาพสิ่งแวดล้อมจึงเลือกใช้รูปแบบซีโร่ เวสท์(Zero Waste) ในการสร้างผลงาน ซึ่งเป็นเป็นรูปแบบที่เน้นการสร้างโครงสร้างเสื้อผ้าหรือแพทเทิร์น (Pattern) ที่มีการตัดวัตถุดิบ และไม่สร้างขยะจากเศษวัสดุจากการตัดเย็บ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกล่าวถึงหลักการออกแบบเสื้อผ้าทั่วไป

6.1.1.1 หลักการออกแบบเสื้อผ้า

หลักในการออกแบบเสื้อผ้า แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การออกแบบโครงสร้าง (Structure Design)ในการออกแบบเสื้อผ้าส่วนใหญ่จะต้องมีการออกแบบจากโครงสร้างเป็นพื้นฐาน หมายถึง การออกแบบที่ประกอบด้วย ขนาด (Size)

รูปทรง (From) สี (Color) และผิวสัมผัส (Texture) ของเสื้อผ้า รวมถึงชนิดของตะเข็บ ปก แขน กระเป๋า และส่วนรายละเอียดปลีกย่อยอื่นๆ ซึ่งเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันกับเสื้อผ้านั้นๆ จะขาดส่วนใดไปไม่ได้ อาจกล่าวได้ว่า การนำชิ้นส่วน อันเป็นโครงสร้างแต่ละชิ้นมาเย็บต่อกันจะสามารถเป็นเสื้อผ้าที่สมบูรณ์ได้ การออกแบบโครงสร้างในการออกแบบเสื้อผ้านั้นนับว่ามีความสำคัญอันดับแรก เพราะถ้าเสื้อผ้าที่ได้รับการออกแบบด้วยโครงสร้างที่ดี มักจะจัดเป็นเสื้อผ้าชั้นสูง และยังได้รับความนิยมเป็นเวลานาน

การออกแบบโครงสร้างที่ดีนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยเป็นสำคัญแล้ว ยังต้องคำนึงถึงด้านอื่นๆ ประกอบด้วย ดังนี้

- มีความสวยงามและเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย
- เป็นรูปแบบง่าย ๆ เรียบ ๆ
- มีสัดส่วนที่ดี
- เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้และกรรมวิธีในการผลิต

2) การออกแบบตกแต่ง (Decorative Design)เป็นการตกแต่งเพิ่มเติมจากแบบโครงสร้างเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับเสื้อผ้า การปัก การติดระบาย การติดกระดุม การติดฝากระเป๋าปลอม โบว์ ผ้าพันคอ ตลอดจนเข็มขัด โดยไม่ได้คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ซึ่งการออกแบบตกแต่งในลักษณะนี้มักใช้กับงานที่ไม่ต้องการฝีมือการตัดเย็บเท่าใดนัก เพราะสามารถปกปิดความบกพร่องของฝีมือตัดเย็บที่ไม่ชำนาญได้ สิ่งที่นำมาตกแต่งเพิ่มเติม สามารถเปลี่ยนย้ายไปใช้กับเสื้อผ้าตัวอื่นได้

การออกแบบตกแต่งเพิ่มเติมจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักการที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- ส่วนตกแต่งจะต้องช่วยเสริมแบบเสื้อจากโครงสร้างเดิมให้เด่นขึ้น
- ส่วนตกแต่งต้องสัมพันธ์กับเส้นบนโครงสร้างของแบบเสื้อ
- ส่วนตกแต่งเพิ่มเติมจะต้องสัมพันธ์กับผิวสัมผัสของผ้าที่ใช้การตัดเย็บ
- การใช้ส่วนตกแต่งควรใช้ไม่เกิน 1 หรือ 2 แห่ง ในแบบเสื้อ
- สีของวัสดุตกแต่ง ควรเลือกใช้สีที่มีความผสมผสานกับสีและ ลวดลายของผ้าที่เป็นโครงสร้างของเสื้อ
- ขนาดของวัสดุตกแต่ง ควรมีความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ที่ต้องการออกแบบตกแต่ง
- การตกแต่งต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของวัสดุและประโยชน์ใช้สอย

จากข้อมูลข้างต้นกล่าวโดยสรุปหลักการออกแบบเสื้อผ้า มีส่วนสำคัญที่ต้องได้รับการออกแบบ คือ โครงสร้าง ซึ่งเป็นออกแบบโครงสร้างภายนอก และการออกแบบสิ่งตกแต่ง ซึ่งเป็นการออกแบบรายละเอียดภายใน เช่นเดียวกับการออกแบบโครงขวดน้ำดื่มกับการออกแบบรอยหยักรอบขวดและฉลากซึ่งเป็นรายละเอียดเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ

ดังนั้นการออกแบบเครื่องแต่งกายจึงหมายถึงการออกแบบเพื่อตอบรับความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค ทั้งในด้านความทันสมัย ประโยชน์ใช้สอย และความสวยงาม นอกเหนือจาก

ความต้องการเพื่อเป็นเพียงเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งการออกแบบนั้นจะช่วยบ่งบอกถึงความแตกต่างทางด้านรสนิยม ฐานะ สร้างความโดดเด่น และความแตกต่างที่ชัดเจนในแต่ละบุคคล

นอกจากการออกแบบแล้ว ในขั้นตอนการผลิตนั้นเป็นอีกส่วนที่จำเป็นต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากวิจัยนี้ เป็นการออกแบบโดยคำนึงถึงการออกแบบเพื่อสภาพสิ่งแวดล้อมจึงเลือกใช้รูปแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) ในการสร้างผลงาน ซึ่งเป็นเป็นรูปแบบที่เน้นการสร้างโครงสร้างเสื้อผ้าหรือแพทเทิร์น (Pattern) ที่มีการตัดวัตถุดิบโดยไม่สร้างขยะจากเศษวัสดุจากการตัดเย็บ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกล่าวถึงออกแบบเพื่อตัดเย็บทั่วไป เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปเปรียบเทียบกับรูปแบบการออกแบบเพื่อตัดเย็บในรูปแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)ต่อไป

6.2 การตัดเย็บ

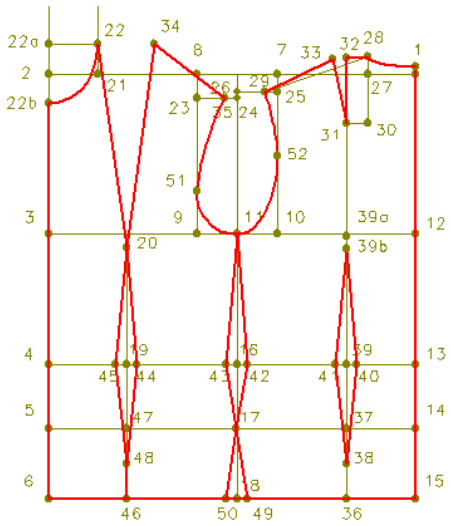
การตัดเย็บเครื่องแต่งกาย ประกอบด้วย ปัจจัย 3 ขั้นตอน ที่สำคัญของกระบวนการตัดเย็บจนสำเร็จออกมาเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์เสื้อผ้า คือ

1.การวางผังโครงสร้างเสื้อหรือ แพทเทิร์น(Pattern)

แพทเทิร์น คือ การวางแผนในรูปแบบ โครงสร้างสองมิติ เพื่อนำไปสร้างเป็นโครงสร้างสามมิติในขั้นตอนถัดไป เช่นเดียวกับการวาดพิมพ์เขียวก่อนการสร้างบ้าน โดยโครงสร้างเหล่านี้ มีจุดเริ่มต้นมาจากโครงแพทเทิร์นพื้นฐานก่อน จึงไปสู่ขั้นตอนการปรับตกแต่งโครงแพทเทิร์นเพื่อให้ได้รูปแบบที่ต้องการแพทเทิร์นที่ใช้ตัดเย็บเสื้อผ้าจำแนกเป็นประเภทใหญ่ ได้ 2 ประเภท คือ

1) แพทเทิร์นสำหรับตัดเสื้อผ้าเฉพาะบุคคล หรือ รายบุคคลเป็นการสร้างแบบตัดตามขนาดตัวที่วัดได้จากเฉพาะคน มีข้อดีคือ เสื้อผ้าที่ได้จะพอดีเหมาะกับร่างกายบุคคลนั้นๆ เพราะเป็นการวัดตัว ถอดแบบสรีระ ทั้งส่วนดีส่วนด้อยจากบุคคลนั้นในขณะสร้างแบบอาจมีการปรับแก้ส่วนด้อยได้บ้างแต่จะเป็นไปตามข้อจำกัดด้านดีไซน์และรูปร่างเฉพาะคน มีการนำไปใช้ข้ามประเภททำเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูปอยู่มาก แต่มักพบปัญหาจากการใช้หลายเรื่อง ตั้งแต่วิธีการสร้างที่สลับซับซ้อน ขาดการคำนึงถึงการผลิตในปริมาณมาก ไม่สอดคล้องกับกระบวนการนำแพทเทิร์นไปใช้ตัดเย็บเพื่อการค้า มีต้นทุนค่าแรงสูงเนื่องจากผลิตจำนวนน้อยในขณะที่แพทเทิร์น 1 ชุด สามารถนำมาใช้ผลิตในปริมาณมากได้ ค่าผ้าสูงเพราะใช้ผ้าสิ้นเปลืองเนื่องจากวางผ้าตามทิศทางเส้นใยผ้า เป็นต้น

2) แพทเทิร์นสำหรับตัดเสื้อผ้าสำเร็จรูป หรือ แพทเทิร์นอุตสาหกรรม เป็นการสร้างแบบตัดเพื่อตัดเย็บเสื้อผ้าจำหน่าย ใช้ขนาดตาม Spec Size เสื้อผ้ามาตรฐานหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ผลิต วิธีการสร้างแบบตัดต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงการค้าและการผลิต มองถึงความยุ่งยากที่อาจเกิดขึ้น และมาตรฐานของเสื้อผ้าตามหลักเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีหลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาชัดเจนซึ่งมักนิยมนำไปตัดเย็บแบบละหลายตัว หรืออาจมีแบบละหลายไซส์ (XS, S, M, L,XL) หรือนำไปตัดเย็บเพียงตัวเดียวก็ได้



ภาพที่ 20 ตัวอย่างแพทเทิร์นเสื้อ

ที่มา: www.leenas.com

2.การตกแต่ง

การตกแต่งในขั้นตอนการตัดเย็บนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.) การตกแต่งภายนอกแพทเทิร์น คือ เป็นการตกแต่งที่สามารถเพิ่มเติมลงไปบนเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงโครงสร้างแพทเทิร์น เป็นการตกแต่งเพิ่มเติมในส่วนของรายละเอียด เช่น กระเป๋า รังดุม กระดุม โบว์ การปัก การจับเดรป ซิป ระบาย หรือพลีท เป็นต้น

2.) การตกแต่งภายในแพทเทิร์น คือการตกแต่งที่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมลงบนโครงแพทเทิร์นพื้นฐาน ซึ่งการตกแต่งประเภทนี้ผู้สร้างแพทเทิร์นจำเป็นต้องมีความรู้และประสบการณ์มากกว่า การสร้างโครงแพทเทิร์นเพื่อการตกแต่งภายนอกเพียงอย่างเดียว เช่น การสร้างระบายตกถ่วง การสร้างจีบทวิส การสร้างย้วย เป็นต้น

3.การเย็บ

ขั้นตอนการนำชิ้นงานที่ตัดมาประกอบกันโดยใช้อุปกรณ์ คือ ด้าย และ เข็ม ซึ่งการเย็บนั้นมีทั้งการเย็บโดยใช้เครื่องจักรสำหรับการเย็บที่ไม่ต้องการความละเอียดซับซ้อน เช่นการเย็บเพื่อประกอบชิ้นส่วนต่างเข้าด้วยกัน และการเย็บด้วยมือซึ่งต้องการความละเอียดและซับซ้อน เช่น การสอยสำหรับบางส่วนที่มีขนาดเล็ก เช่น การติดกระดุม และการเนาเพื่อยึดชิ้นงาน หรือทำเครื่องหมายก่อนการเย็บด้วยจักร เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่าทั้ง 2 ประเภทจำเป็นต้องใช้การเย็บเช่นเดียวกัน แตกต่างกันในส่วนการตกแต่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ ในขณะที่โครงสร้างเสื้อทั้ง 2 ประเภทคือ มีความเหมือนกันในด้านความจำเป็นต้องสร้างโครงสร้างที่สามารถนำมาสวมใส่ได้จริง และ ความแตกต่างทางด้านการสร้างเพื่อการสวมใส่เฉพาะบุคคลเพื่อสร้างรูปร่างที่สวยงาม หรือเพียงเพื่อให้สามารถสวมใส่และผลิตเพื่อจำหน่ายได้จำนวนมาก

จากบทสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัย นักวิชาการ ด้านสิ่งทอและการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกาย เกี่ยวกับความเห็นด้านปัญหาเศษวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการตัดเย็บ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกายโดยใช้วัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ โดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ สรุปได้ดังนี้

(ใจภักดิ์ บุรพเจตนา 2557)โดยได้ให้ความเห็นว่า

“เศษวัสดุเหลือทิ้งมีผลกระทบต่อ ต้นทุนการผลิต การใช้วัสดุที่ไม่คุ้มค่า และการเพิ่มปริมาณขยะของเสีย ดังนั้นหากถามว่าวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้มีความต้องการมากแค่ไหนในวงการแฟชั่นปัจจุบันวงการแฟชั่น นอกจากจะแข่งขันกันในด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบแล้ว แนวคิดตามกระแส Eco Design ก็เป็นส่วนสำคัญหากนำมาใช้ในการผลิต ก็จะเป็นประโยชน์ต่อภาพลักษณ์ของแบรนด์ และการสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ การนำวัสดุที่ย่อยสลายได้มาใช้กับงานแฟชั่นจึงสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว และแนวทางดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้กันมากขึ้นในอนาคต ที่มีการศึกษาค้นคว้านวัตกรรมเกี่ยวสิ่งทอ หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ทดแทนสิ่งทอในปัจจุบัน”

<u>ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ</u>

“เป็นแนวคิดที่ดีและน่าสนใจมาก อาจเป็นมิติใหม่ในวงการสิ่งทอที่มีการนำวัสดุจากธรรมชาติที่มีอยู่มากในประเทศไทย เช่นข้าว มาแปรรูปใช้ให้เกิดประโยชน์ในแนวทางใหม่ ที่จะนำไปสู่นวัตกรรม ด้านวัสดุสิ่งทอชนิดใหม่ และเป็นประโยชน์กับผู้บริโภค ที่นิยมผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ควรมีการทดลองออกแบบวัสดุต้นแบบ เช่น การย้อมสี การพิมพ์หรือ ตกแต่งด้วยเทคนิคต่างๆ เพื่อค้นหาว่าวิธีการใด มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้กับการออกแบบเครื่องแต่งกาย”

(สุภาวี ศิรินคราภรณ์ 2557) ได้ให้ความเห็นว่า

<u>ความคิดเห็นเกี่ยวกับเศษวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการตัดเย็บ</u>

นักออกแบบสามารถนำเศษวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการตัดเย็บ โดยนำไปออกแบบเพิ่มมูลค่าและสร้างคุณค่าอย่างยั่งยืนได้หลากหลายแนวทาง ได้แก่

1) การออกแบบตกแต่งส่วนหรือรายละเอียดเพิ่มเติมของเครื่องแต่งกาย อาทิ พื้นผิวลวดลาย หรือส่งเสริมโครงสร้างของเครื่องแต่งกาย เช่น โครงของบ่าหรือไหล่ ฯลฯ

2) การออกแบบเครื่องตกแต่งการแต่งกาย อาทิ หมวก กระเป๋า เข็มขัด รองเท้า พวงกุญแจ เคสโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น

3) การออกแบบเครื่องประดับ

4) การออกแบบวิธีการจัดการแปรสภาพวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

5) การจัดการแปรสภาพวัสดุเพื่อกลับสู่ธรรมชาติ รักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม อาทิ นำมาย่อยสลายเพื่อทำปุ๋ย หรือน้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น

<u>วัสดุที่สามารถย่อยสลายได้มีความต้องการมากแค่ไหนในวงการแฟชั่น</u>

ความต้องการในการนำวัสดุสามารถย่อยสลายได้มาใช้ในวงการแฟชั่น อาจอธิบายในสองประเด็น คือ

1) ความต้องการที่เป็นรูปธรรม คือ การออกแบบและผลิตเครื่องแต่งกายรูปแบบใหม่ แสดงศักยภาพการวิจัยและความรู้ของนักออกแบบ ซึ่งสามารถบริหารและจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่น้อย ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสร้างเสริมมิติทางสุนทรียะแก่ผู้สวมใส่

2) ความต้องการที่เป็นนามธรรม คือ การกระตุ้นปลูกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมของผู้บริโภค รวมถึง การสร้างทัศนคติที่ดีแก่ผู้สวมใส่ให้เกิดความระลึกและตระหนักถึงการมีส่วนร่วมในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

<u>ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ</u>

การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพเป็นการออกแบบเชิงนวัตกรรม (Innovative Design) มีความคิดสร้างสรรค์ และส่อแสดงให้เห็นถึงแนวทางการพัฒนาต่อยอดการออกแบบแห่งอนาคต โดยความคิดเห็นต่อการออกแบบดังกล่าวแบ่งออกเป็นประเด็นต่างๆ ดังนี้

1) ประเด็นด้านสุนทรียะ สร้างความหลากหลายแก่รูปลักษณ์เครื่องแต่งกายในอนาคต เฉพาะอย่างยิ่ง การสร้างสรรค์ประสบการณ์ทางสุนทรียะแก่ผู้สวมใส่ (Aesthetic Experience) ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ ความรู้สึกรับรู้ และสัมผัสระหว่างร่างกายของมนุษย์กับเสื้อผ้า ที่มีความแตกต่างไปจากเดิม

2) ประเด็นด้านวิชาการ การออกแบบแสดงออกถึงความก้าวหน้าด้านวัสดุศาสตร์ (Material Science) เป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์กับเทคโนโลยีการผลิตอื่นๆ เพื่อส่งเสริมแนวทางการสร้างสรรค์รูปแบบ ลักษณะของเครื่องแต่งกาย และตอบสนองต่อกลุ่มผู้บริโภคที่มีจำนวนมากยิ่งขึ้น

3) ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการวิจัยนวัตกรรมทางการออกแบบ ที่ใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ แต่ลดการเบียดเบียนหรือรบกวนธรรมชาติ และให้ความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยา เรียกได้ว่า เป็นการออกแบบอย่างชาญฉลาดเชิงนิเวศวิทยา (Ecological Intelligent Design)

(วีรวัฒน์ สิริเวสมาศ 2557) ได้ให้ความเห็นว่า

<u>ความคิดเห็นทางด้านเศษวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการตัดเย็บ</u>

บางความคิดเห็นเป็น 2 กรณี

กรณี ที่ 1 นักออกแบบได้ทำการคิด วางแผน ในการใช้วัสดุอย่างเต็มที่แล้ว ให้เหลือเศษวัสดุน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามก็ยังจะต้องเหลือเศษวัสดุที่เหลือทิ้งในกระบวนการตัดเย็บ ก็สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อื่นๆตามกระบวนการคัดเลือกขยะ เศษวัสดุเหลือใช้ต่อไป เช่นการนำไปรีไซเคิลเป็นวัสดุอื่นๆ การนำไปแปรรูปใช้เป็นเชื้อเพลิง ฯลฯ

กรณีที่ 2 ในกรณีที่เศษวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการตัดเย็บ มีขนาด/ปริมาณที่เป็นไปได้ในการนำมาสร้างสรรค์ให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องอื่นๆ เช่น กระเป๋า ขนาดต่างๆ และหรือกระทั่งเครื่องแต่งกายที่มีรูปแบบการผสมผสาน ปะติด เย็บผ้าหลากหลายชนิดเข้าด้วยกัน ในกรณีนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ แม้กระทั่งจะจัดทำเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการทดลองให้กับกลุ่มนักศึกษาหรือบุคคลทั่วไปในการนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้มาทำการออกแบบ และผลิตเพิ่มเติมเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป

<u>ความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้มีความต้องการมากแค่ไหนในวงการแฟชั่น</u>

โดยปกติการสร้างผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย น่าจะนิยมวัสดุที่มีความคงทนถาวร เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้น่าจะใช้ได้เป็นระยะเวลานาน หรือช่วงระยะเวลาหนึ่ง

อย่างไรก็ตามหากสำรวจจากพฤติกรรม ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้ง อาจจะหมายถึงใช้ครั้งเดียวทิ้ง หรือใช้ได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วทิ้งไป เช่นกระดาษซับมัน ผ้าเช็ดหน้าบางวาระโอกาส หรือเสื้อผ้าชุดชั้นใน ชุดชั้นนอก ที่ต้องจัดหาเพื่อสวมใส่ในโอกาสพิเศษ ไม่ว่าจะเป็นตามสถานการณ์ภัยพิบัติต่างๆ หรือสถานการณ์เฉพาะที่ทำให้ชุดที่สวมใส่นั้น เสียหาย เปรอะเปื้อน แล้วสามารถทิ้งเลยได้ เช่น ชุดที่สวมใส่เพื่อการเก็บกู้คราบน้ำมัน ชุดที่ป้องกันความสกปรก สารเคมีต่างๆ ทั้งในวงการแพทย์ วงการอุตสาหกรรมต่างๆ อาจจะรวมไปถึง ชุดที่สร้างขึ้นเพื่อกิจกรรม เทศกาลบางอย่างที่เน้นสวมใส่เฉพาะกาล เฉพาะกิจกรรม เห็นว่าในส่วนนี้น่าจะมีความต้องการวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้เพื่อเป็นการลดปริมาณของเสียจากผลิตภัณฑ์ที่ถูกใช้แล้วทิ้งได้

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ

เห็นว่าเป็นสิ่งที่ใหม่มากในวงการออกแบบเครื่องแต่งกาย ซึ่งตัววัสดุน่าจะมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งในกระบวนการผลิตของตัววัตถุดิบเอง และระหว่างกระบวนการผลิตเครื่องแต่งกาย อย่างไรก็ตาม คาดว่าวัสดุนี้จะถูกพัฒนายิ่งๆขึ้น ทั้งในมิติของการนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องแต่งกาย การพิจารณาถึงอรรถประโยชน์ใช้สอยที่แท้จริง ความเป็นไปได้กับการใช้สอยในวิถีชีวิตประจำวัน และ/หรือใช้สอยในกิจกรรมหรือกรณีพิเศษ การคัดเลือกรูปแบบ แพทเทิรน์ วิธีการตัดเย็บ ความคงทน

อีกมิติหนึ่งเป็นเรื่องของการพัฒนาศักยภาพของการใช้วัตถุดิบนี้ สู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวเนื่องอื่นๆ ไม่ว่าจะการออกแบบเครื่องแต่งกาย การออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาทั้งรูปแบบและคุณสมบัติให้เข้ากับการใช้สอย พฤติกรรมของผู้บริโภคในยุคสมัยนี้

จะเห็นได้ว่าโครงสร้างแพทเทิร์นข้างต้นเพื่อให้สามารถสวมใส่ได้ไม่ว่าประเภทใดจะใช้ขนาดความยาวของเส้นรอบวงของตำแหน่งต่างๆของร่างกายมาใช้คำนวณเพื่อสร้างโครงแพทเทิร์นก่อนที่จะนำไปวางและตัดบนวัสดุในการตัดเย็บ ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากเป็นการตัดเย็บโดยใช้แพทเทิร์นพื้นฐานนั้น จะมีเหลือเศษวัสดุ และชิ้นส่วนถูกตัดทิ้งในขั้นตอนการตัด เพื่อให้ได้โครงสร้างตามต้องการ ซึ่งหลังเสร็จจากขั้นตอนนี้จะได้ชิ้นงานที่จะนำไปเย็บ และเศษผ้าที่เหลือเป็นขยะต่อไปอย่างเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นในวิจัยนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ต้องการใช้หลัก ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) หรือหลักการสูญเสียเป็นศูนย์เข้ามาใช้ในการสร้างผลงานวิจัย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแพทเทิร์นรวมถึงวิธีการตัดเย็บแบบใหม่เพื่อไม่ให้มีเศษผ้าเหลือในการผลิตผลงาน

6.3 แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

รูปแบบที่ต้องใช้การออกแบบ และการตัดเย็บที่มีข้อจำกัดทางเศษวัสดุ กล่าวคือ เป็นการออกแบบเพื่อลดปริมาณของเสียที่จะทิ้งให้เหลือน้อยที่สุด (Minimizes Residual Waste) โดยมุ่งเน้นการใช้วัตถุการผลิตที่สามารถนำกลับมาแปรรูปใช้ใหม่ให้ได้มากที่สุด (Maximizes Recycling) การจำกัดการบริโภคหรือบริโภคลดลง (Reduces Consumption) และการบริโภคสินค้าต้องเชื่อมั่นได้ว่าสินค้านั้นสามารถนากลับมาใช้ซ้ำได้ ซ่อมแซมหรือแปรรูปใหม่ได้ทั้งหมด

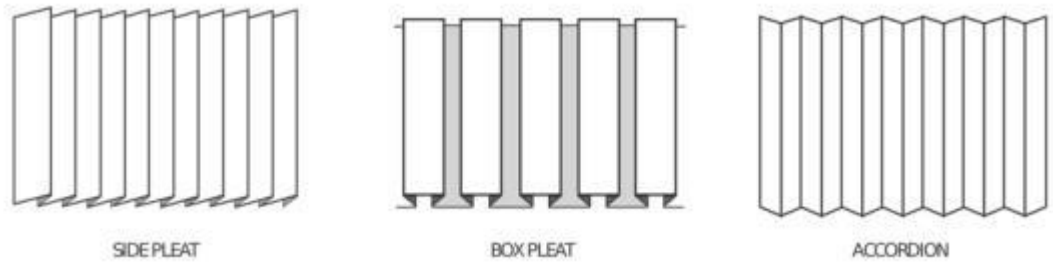
ภาพที่ 21 ตัวอย่าง แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

ที่มา: Timo Rissanen, 2009

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

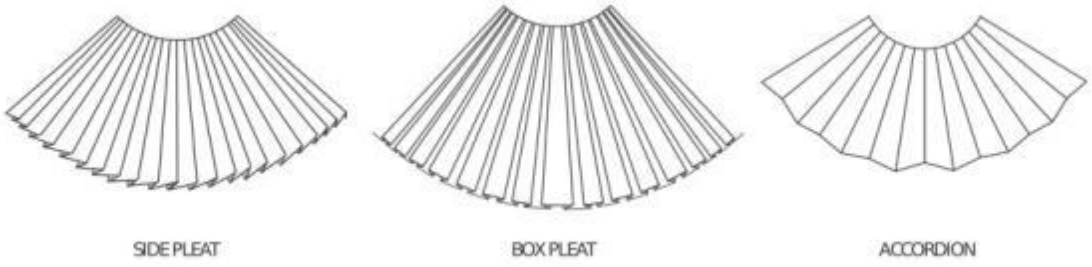
6.4 เทคนิคการพับ แทนการตัด

จากแนวคิดของ แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) การพับการจับจีบเพื่อให้เป็นรูปทรง โดยไม่ใช้วิธีการตัด เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในเรื่องของการสูญเสียวัสดุ และจากการศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรียเซลลูโลส การใช้เทคนิคการพับ แทนการตัดเป็นวิธีการที่เหมาะสมตามแนวคิดของ แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)



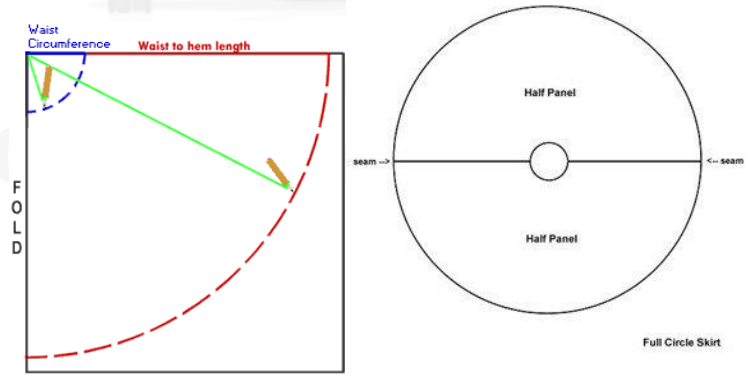
ภาพที่ 22 รูปแบบการพับแบบต่างๆ จากต้นแบบสี่เหลี่ยม

ที่มา: http://www.internationalpleating.com/what-happens-when-you-combine-different-pleats/



ภาพที่ 23 รูปแบบการพับแบบต่างๆ จากต้นแบบวงกลม

ที่มา: http://www.internationalpleating.com/what-happens-when-you-combine-different-pleats/



ภาพที่ 24 วิธีการสร้างแพทเทิร์นกระโปรงวงกลม

ที่มา: http://costumingdiary.blogspot.com/2011/09/how-to-make-circle-skirt.html

6.5 เทคนิคการติดกาวแทนการเย็บ

กาว เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการตกแต่ง หรือซ่อมแซมเสื้อผ้าได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และสามารถใช้ได้กับผ้าทุกชนิด

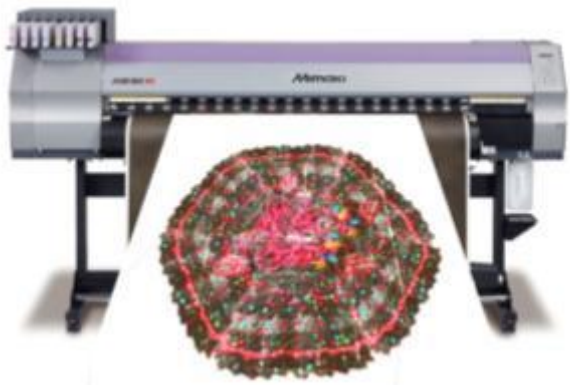
นอกจากการตัดและเย็บแล้ว แบคทีเรียเซลลูโลส ยังสามารถใช้กาวติด แทนการเย็บได้ เนื่องจากแบคทีเรียเซลลูโลส มีลักษณะที่คล้ายกับกระดาษมาก ดังนั้น การติดกาวจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม ตามแนวคิดของ แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) อีกด้วย

ภาพที่ 25 กาวสำหรับติดผ้า

ที่มา: http://www.gofundme.com/honeydipapparel

6.6 เทคนิคการพิมพ์สี

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการพิมพ์ในยุคปัจจุบันมีความสะดวก มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการออกแบบลวดลายและพิมพ์ลงในวัสดุต่างๆ ได้เหมือนต้นฉบับที่ออกแบบไว้ ทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว สามารถจำกัดปริมาณการผลิต และได้สีสันตามความต้องการผ่านเทคนิคการพิมพ์ดังกล่าว



ภาพที่ 26 เทคนิคการพิมพ์แทนการย้อม

ที่มา :ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2556

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับการลงพื้นที่เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแบคทีเรียเซลลูโลส สามารถสรุปข้อมูลและคุณสมบัติเกี่ยวเส้นใยเซลลูโลสได้ว่า เป็นเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตโดยเชื้อแบคทีเรียAcetobacter xylinum ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตเซลลูโลสได้ในปริมาณมาก และมีความบริสุทธิ์จึงไม่พบผู้มีความระคายเคืองหรือเกิดภูมิแพ้เมื่อสัมผัส และความสามารถในการดูดความชื้นสูง มีขนาดเส้นใยเล็กกว่าเส้นใยเซลลูโลสที่ผลิตจากพืช และเส้นใยผ้าชนิดต่างๆมีความเหนียว และคงรูป และเป็นสารประกอบให้ความหนืดที่ดี นอกจากนี้พบว่ามีผู้แสวงหาการนำเส้นใยเซลลูโลสไปทดลองเป็นส่วนประกอบ และประยุกต์ใช้ในการเป็นอุปกรณ์ต่างๆ เช่น แผ่นปิดแผล ที่มาส์คหน้า กระดาษลำโพง ผิวหนังทียม และสารเติมแต่งในอาหาร เป็นต้น แต่ยังไม่พบการนำไปเป็นวัสดุในการตัดเย็บเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงด้วยปลายข้าวเล็บนก ควบคู่กับการสร้างและวางผังโครงสร้างแพทเทิร์นแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) เพื่อไม่ให้มีขยะซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือจากการตัดเย็บ และการใช้สไตล์อาวองค์-การ์ดในการออกแบบซึ่งมีลักษณะที่แสดงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล ที่จะนำเสนอผ่านผลงานการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมอย่างเต็มรูปแบบ โดยหวังให้เป็นวัตถุดิบนวัตกรรมใหม่เพื่อการตัดเย็บเครื่องแต่งกายที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาให้เหมาะสม และเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่ ณ จังหวัดพัทลุง เพื่อร่วมการวิจัยเชิงทดลองการผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพตามขนาดที่กำหนด และการทดลองย้อมสีแผ่นเซลลูโลส ที่บริษัทไทยนาโนเซลลูโลส จำกัด ร่วมกับ สมบัติ รุ่งศิลป์ โดยมีบันทึกภาพกระบวนการ และทำการทดลองเทคนิคการตกแต่งแผ่นเซลลูโลสที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 **การทดลองผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวขนาดต่างๆ**

จากการวิจัยพบว่าแผ่นเซลลูโลสชีวภาพมีคุณสมบัติในการเจริญเติบโตตามภาชนะ ทำให้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลอง โดยกำหนดให้ภาชนะมีต่างๆกัน ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่กว่าที่เคยทำการทดลองมา เพื่อให้ได้แผ่นเซลลูโลสที่มีขนาดใหญ่สามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องแต่งกาย

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตอาหาเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนก</u>

เครื่องตวงขนาด 5 ลิตร

หม้อหุงข้าวขนาด 5 ลิตร

เตาแก๊ส พร้อมหัวแก๊ส

หม้อต้มขนาด 60 ลิตร

ตาชั่ง

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงและวัดขนาด</u>

เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) แบบอนาล็อก

ตู้บ่มเพาะเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator for Bacteria Culture) ความจุ 108 ลิตร

ภาชนะแก้วและพลาสติก สูงประมาณ 20เซนติเมตร

ภาชนะกล่องสี่เหลี่ยม 20 x 29 เซนติเมตร

ภาชนะพลาสติกทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 135 x 35 เซนติเมตร ความจุ ประมาณ600 ลิตร.

ถ้วยตวง 1 ลิตร

กระดาษหนังสือพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>วัตถุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในการผลิตอาหาเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนก</u>

ปลายข้าวเล็บนก 10000 กรัม

น้ำตาล 30000 กรัม (5%)

กรดแอซิติกเข้มข้น(Acetic acid) จำนวน 6000 มิลลิลิตร (1% ของปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อ)

แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium sulphate) 3000 กรัม

น้ำประปา 20 ลิตร

น้ำสะอาด 600 ลิตร

ขั้นตอนการผลิตอาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนก

1. นำปลายข้าวมาหุงเป็นเวลา 20 นาที ด้วยน้ำประปา ในหม้อหุงข้าว โดยใช้ปลายข้าวเล็บนก ปริมาณ 350 กรัม สามารถผลิตเป็นเซลลูโลสชีวภาพแห้งได้ประมาณ 240 กรัม

ภาพที่ 27 ปลายข้าวสำหรับหมักทำเชื้อและอาหารเลี้ยง
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 28 มีนาคม 2554

2. ทำการหมักด้วยจุลินทรีย์ในอากาศ 3-5 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 28 ถังหมักปลายข้าว
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 28 มีนาคม 2554

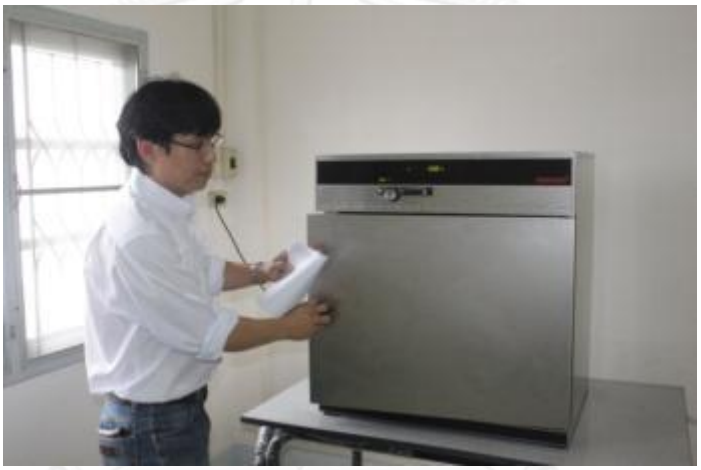
กระบวนการผลิตเส้นใยเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนก

1. นำข้าวหมักไปต้มในน้ำเดือด 100 องศา ประมาณ 10 นาที แล้วนำมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเก็บในตู้รักษาอุณหภูมิ 33 เซลเซียส

ภาพที่ 29 หม้อต้มน้ำหมักปลายข้าวเพื่อให้ได้หัวเชื้อน้ำหมัก
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 28 มีนาคม 2554

2. เติมหัวเชื้อ *Acetobacter xylinum* ในสัดส่วน 10% โดยปริมาตร ในหม้อที่ต้ม
3. หลังจากผ่านการต้มเพื่อให้ได้หัวเชื้อแล้วนำมาเทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ไปในภาชนะที่เตรียมไว้ตั้งทิ้งให้เย็นก่อนนำเข้าตู้เก็บ

ภาพที่ 30 ลักษณะแผ่นเซลลูโลสในภาชนะ
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 4 เมษายน 2554



ภาพที่ 31 นำหัวเชื้อน้ำหมักปลายข้าวเข้าตู้เก็บเพื่อรักษาอุณหภูมิ
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 4 เมษายน 2554

4. หลังจากได้หัวเชื้อแบคทีเรียแล้วนำมาเก็บไว้ในตู้แช่ โดยให้อุณหภูมิจำกัดที่ 33 องศาเซลเซียสเพื่อรักษาความสมดุลของแบคทีเรีย ส่วนภาชนะที่มีขนาดใหญ่กว่า ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ปิดทับด้านบนป้องกันอากาศเข้าไปในภาชนะมากเกินไป

ภาพที่ 32 นำหัวเชื้อน้ำหมักปลายข้าวเข้าตู้เก็บเพื่อรักษาอุณหภูมิ
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 4 เมษายน 2554

5. วางภาชนะไว้ 7 วัน โดยหลีกเลี่ยงการกระแทก และรักษาอุณหภูมิตลอดระยะเวลา เพื่อให้เซลลูโลสมีความหนา

ถ้าทิ้งไว้นานเกินอาจจะทำให้เกิดเชื้อรา โดยการเลี้ยงจะใช้น้ำเลี้ยงที่เหลือจากการต้มหัวเชื้อหรือน้ำที่เกิดจากการหมักของข้าว เทใส่ตามความเหมาะสม

ภาพที่ 33 ถาดเลี้ยงหัวเชื้อแบคทีเรียเซลลูโลส
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 12 เมษายน 2554

ภาพที่ 34 น้ำเลี้ยงหัวเชื้อแบคทีเรียเซลลูโลส
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 12 เมษายน 2554

ภาพที่ 35 ภาชนะที่ได้รับการออกแบบให้มีขนาดใหญ่สำหรับการผลิตแผ่นเซลลูโลส
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 ธันวาคม 2556

6. หลังจากครบ 7 วัน จะได้แผ่นเซลลูโลส นำไปแช่น้ำ 3 วัน เพื่อให้แผ่นเซลลูโลสดูดซึมน้ำได้เต็มที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

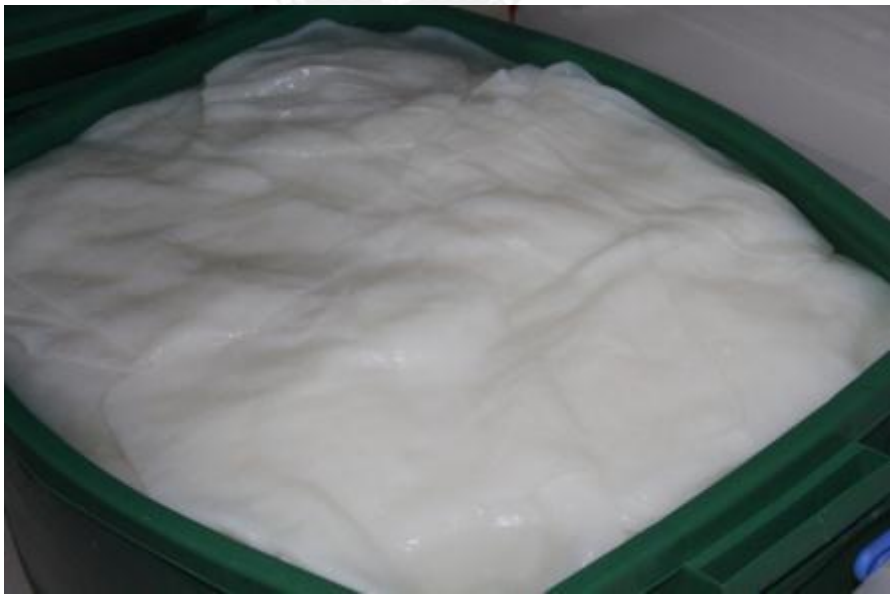
ภาพที่ 36 แผ่นเซลลูโลสที่ผลิตตามขนาดของภาชนะ
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2556

ภาพที่ 37 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสครบกำหนดจะถูกนำไปแช่น้ำเพื่อให้อิ่มตัว
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 21 เมษายน 2554

7. เมื่อแผ่นเซลลูโลสผ่านการแช่น้ำเพื่อให้เกิดความอิ่มตัวของน้ำ นำแผ่นเซลลูโลสมาต้มน้ำเดือด เพื่อฆ่าเชื้อที่ปะปนอยู่หรือเป็นการทำความสะอาดแผ่นเซลลูโลส

ภาพที่ 38 หม้อต้มฆ่าเชื้อแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 21 เมษายน 2554

8. นำแผ่นเซลลูโลสไปแช่น้ำที่ผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1-2% หรือ ด่างทับทิม เพื่อให้เกิดแผ่นเซลลูโลสที่ขาวขึ้นทิ้งไว้ ตามความต้องการ ประมาณ 3-4 ชม.



ภาพที่ 39 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสผ่านการแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 21 เมษายน 2554

9. นำไปต้มในน้ำสะอาดเพื่อไล่ด่าง ต้มจนน้ำเป็นกลาง โดยตรวจสอบด้วยกระดาษลิตมัส

ภาพที่ 40 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสผ่านการแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์รอนำไปตากให้แห้ง
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 21 เมษายน 2554

10. นำแผ่นไปตาก 15-20 วัน เพื่อให้แห้งสนิท พร้อมที่จะนำไปทำเป็นแผ่นเซลลูโลสเพื่อการทำเครื่องแต่งกาย

ภาพที่ 41 แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ตากแดดจนแห้งสนิท
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 10 พฤษภาคม 2554

การสังเกตการทดลอง

การใช้ภาชนะที่มีขนาดที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะใช้ภาชนะขนาดใดก็ตาม แต่สามารถผลิตแผ่นเซลลูโลสได้ขนาดความหนาเท่ากัน และใช้ระยะเวลาที่เท่ากัน โดยมีข้อแตกต่างคือปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อ ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย และสารเคมีเท่านั้นที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนขนาดภาชนะ แต่ในการทดลองนั้นพบว่าการใช้ภาชนะที่มีขนาดใหญ่ จะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับพื้นที่ในการจัดวางภาชนะ

หลังครบกำหนด	ขณะเปียก							
	ความหนา	ความต้านทานแรงดึง (MPa)	ความยืด (MPa) (หรือ%)	รูปร่าง	ผิวสัมผัส	สี	การดูดความชื้น	การย่อยสลาย
7 วัน	0.6cm	1.76N/m^2	14.9	Sheet	นิ่ม	ขาวขุ่น	ดี	ได้

ตารางที่ 2 แสดงผลคุณสมบัติทางกายภาพหรือคุณสมบัติเชิงกลแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวเล็บนก

ส่วนประกอบเซลลูโลสจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนก

โปรตีน 8%

น้ำตาลเมื่อย่อยแล้ว 4%

น้ำ 98 %

เซลลูโลส 2 %

ไขมัน 0 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 2 **การย้อมแบคทีเรียเซลลูโลส**

การทดลองปฏิบัติการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมรูปแบบต่างๆ และการสร้างรายละเอียดตกแต่งอื่นๆ ให้กับแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส

2.1 วิธีการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมร้อน

ขั้นตอนการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมร้อน

1) เตรียมสีสังเคราะห์สำหรับการย้อมร้อน

2) เตรียมแผ่นเซลลูโลสที่ผ่านการแช่น้ำให้อิ่มตัวแล้ว ขนาด 148 x 210 มิลลิเมตร ที่จะย้อม

3) เติมน้ำร้อนลงในกะละมัง คำนวณให้น้ำท่วมแผ่นแบคทีเรียเล็กน้อย

4) เติมเกลือ 1 ช้อนโต๊ะ (ต่อสี 1 ตลับ)

5) สวมถุงมือยางละลายสีด้วย น้ำเดือด 1/2 ลิตร (ต่อสี 1 ตลับ) แล้วคนให้สีละลายจนหมด

6) เทน้ำสีลงในกะละมัง แล้วคนให้ละลาย

7) นำแผ่นเซลลูโลสจุ่มลงในกะละมัง เร่งไฟให้น้ำร้อนปานกลาง กดแผ่นเซลลูโลสให้จมใต้น้ำ

8) คนตลอดเวลา 20-30 นาที สังเกตการดูดซึมสีของแผ่นเซลลูโลส ตามความต้องการ

9) นำแผ่นเซลลูโลสที่ย้อมเสร็จแล้วมาล้างในน้ำสะอาด แล้วตากให้แห้งใช้เวลาใน 3-5 วันเพื่อให้แผ่นเซลลูโลสแห้งสนิท

<u>การสังเกตการทดลอง</u>

ในขั้นตอนการนำแผ่นเซลลูโลสจุ่มลงในสีย้อม แผ่นเซลลูโลสมีการดูดซับสีอย่างรวดเร็วด้วยการย้อมเพียงครั้งเดียวสีก็ถูกดูดซับทั่วแผ่น มีน้ำหนักสีสม่ำเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 42 สีย้อมสังเคราะห์ชนิดย้อมร้อน
ที่มา: http://www.sivasumpan.com/private_folder/IMG_4040a.jpg

ภาพประกอบการย้อมวัสดุแผ่นเซลลูโลสเทคนิคย้อมร้อน

ภาพที่ 43 วิธีการย้อมร้อน
ที่มา: http://www.ccath.com/phpBB/topic8391.html

ภาพที่ 44 ภาพแผ่นแบคทีเรียขณะย้อมร้อนและผลลัพธ์
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 เมษายน 2554

2.2 วิธีการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมเย็น

ขั้นตอนการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมเย็น

1) เตรียมสีสังเคราะห์สำหรับการย้อมเย็น

2) เตรียมแผ่นเซลลูโลสที่ผ่านการแช่น้ำให้อิ่มตัวแล้ว ขนาด 148 x 210 มิลลิเมตร

3) เติมน้ำใสในกะละมังกะให้น้ำท่วมแผ่นเซลลูโลสเล็กน้อย

4) สวมถุงมือยางละลายสีด้วย น้ำอุ่น 1/2 ลิตร (ต่อสี 1 ตลับ) แล้วคนให้สีละลายจนหมด

5) เทสีลงในกะละมังย้อม

6) ละลาย สีไดล่อนเคมีช่วยย้อม (Dylon Cold Dye Fix) 1 ซอง และเกลือ 4 ช้อนโต๊ะ ด้วยน้ำร้อน 1/2 ลิตรคนให้ละลาย

7) เทลงในกะละมังย้อมและคนให้ทั่ว

8) นำแผ่นเซลลูโลสค่อยๆจุ่มลงในกะละมัง

9) กดแผ่นเซลลูโลสให้จมใต้น้ำตลอดเวลาเพื่อให้ดูดซึ่มสีได้สม่ำเสมอ และคนแผ่นเซลลูโลสกับสีตลอดเวลา 10 นาทีแรก จากนั้น แช่ทิ้งไว้ให้จมใต้น้ำต่อไปอีก 50 นาที โดยค่อยๆคนเป็นครั้งคราวอย่างน้อย ทุกๆ 10 นาที

10) นำแผ่นเซลลูโลสที่ย้อมเสร็จแล้วมาล้างในน้ำสะอาดจนแน่ใจว่าสะอาดและไม่มีสีย้อมไหลออกมา

11) ซักอีกครั้งในน้ำร้อนผสมผงซักฟอกเพื่อขจัดกากสีออก ซักให้สะอาดแล้วตากแดดจัด 3-5 วันให้แห้งสนิท

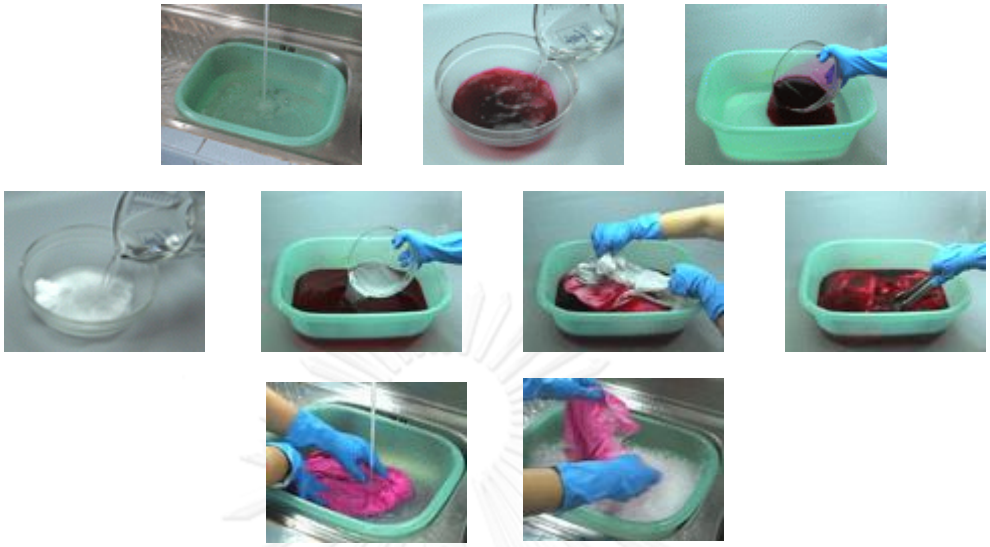
<u>การสังเกตการทดลอง</u>

ในขั้นตอนการนำแผ่นเซลลูโลสจุ่มลงในสีย้อม แผ่นเซลลูโลสมีการดูดซับสีอย่างรวดเร็วด้วยการย้อมเพียงครั้งเดียวสีก็ถูกดูดซับทั่วแผ่น มีน้ำหนักสีสม่ำเสมอ

ภาพที่ 45 สีสังเคราะห์ชนิดย้อมเย็น

ที่มา: http://www.sivasumpan.com/private_folder/IMG_4040a.jpg

ภาพประกอบการย้อมวัสดุแผ่นเซลลูโลสเทคนิคย้อมเย็น



ภาพที่ 46 วิธีการย้อมเย็น

ที่มา: http://www.ccath.com/phpBB/topic8391.html

ภาพที่ 47 ภาพแผ่นแบคทีเรียขณะย้อมเย็นและผลลัพธ์

ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 เมษายน 2554

2.3 วิธีการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยสีธรรมชาติ

1) เตรียมสีย้อมด้วยการละลายสีธรรมชาติกับน้ำร้อน น้ำร้อนจะทำให้สีธรรมชาติทำปฏิกิริยาแทรกซึมเข้าแผ่นเซลลูโลสได้ดีกว่าการใช้น้ำเย็น

2) ค่อยๆหย่อนแผ่นเซลลูโลส ขนาด 148 x 210 มิลลิเมตร ลงไปในน้ำสี

3) คอยกดแผ่นเซลลูโลสลงไปในน้ำสีให้จมเพื่อให้สีติดได้ดี

4) ตั้งบนไฟให้สีร้อนใช้ไม้คนหรือพลิกบ่อยๆ ให้น้ำสีซึมซับได้ทั่วทั้งแผ่น เพื่อสีจะได้ติดอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอกัน การย้อมใช้เวลาประมาณ 1 ชม

5) เตรียมน้ำเย็นผสมสารส้มในปริมาณ 300 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร คนให้สารส้มละลายแล้วนำแผ่นเซลลูโลสที่ย้อมเสร็จแล้วใส่ลงในน้ำดังกล่าว แล้วนำไปล้างน้ำเปล่าและตากให้แห้งสนิท

ภาพที่ 48 ภาพแผ่นแบคทีเรียขณะย้อมธรรมชาติและผลลัพธ์
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 เมษายน 2554

<u>การสังเกตการทดลอง</u>

ในขั้นตอนการย้อมสีธรรมชาติ ใช้เวลามากกว่าการย้อมร้อน และย้อมเย็นกว่าสีจะเริ่มติด การดูดซับสีค่อนข้างดีแต่สีไม่สม่ำเสมอเกิดเป็นรอยด่างชัดเจน

2.4 วิธีทดลองการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมสีก่อนกระบวนการทำให้เซลลูโลสอิ่มตัว

ขั้นตอนการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมสีก่อนกระบวนการทำให้เซลลูโลสอิ่มตัว

จากการทดลองย้อมสีวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส ด้วยวิธีต่างๆ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยการย้อมสีแผ่นเซลลูโลสในขณะที่เซลลูโลสยังไม่อิ่มตัว เพื่อประหยัดเวลาในขั้นตอนการตากเซลลูโลสให้แห้ง

1) นำแผ่นเซลลูโลส ขนาด 148 x 210 มิลลิเมตร ที่เจริญเติบโตเต็มที่ในเวลา 7 วัน ก่อนนำไปแช่น้ำเพื่อให้แผ่นเซลลูโลสดูดซึมน้ำให้อิ่มตัว ในขั้นตอนนี้นำสีย้อม ทั้ง 3 ชนิด มาให้แผ่นเซลลูโลสดูดซึมสีแทนน้ำก่อน

ภาพที่ 49 แผ่นเซลลูโลส แช่น้ำให้อิ่มตัว/แผ่นเซลลูโลสแช่สีให้ดูดซึมทั่วแผ่นและอิ่มตัว
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 เมษายน 2554

2) หลังจากแผ่นเซลลูโลสอิ่มตัวจากการดูดซับน้ำสี นำแผ่นเซลลูโลสไปล้างน้ำให้สะอาดและนำไปตากแดดให้แห้งสนิท 15-20 วัน วิธีการนี้จะทำให้ไม่เสียเวลาในการย้อมสีของเซลลูโลส ซึ่งถ้านำแผ่นเซลลูโลสที่เป็นสีขาวและแห้งสนิทมาย้อมสี จะต้องนำแผ่นเซลลูโลสมาตากแดดให้แห้ง 2 ครั้ง

ภาพที่ 50 แผ่นเซลลูโลสผ่านการย้อมสี 3 ชนิด
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 เมษายน 2554

<u>การสังเกตการทดลอง</u>

แม้ใช้แผ่นเซลลูโลสที่ยังไม่ผ่านการแช่น้ำให้อิ่มตัว แต่แผ่นเซลลูโลสสามารถรับน้ำสีแทนน้ำได้ และผลที่ได้มีความเหมือนกับการใช้แผ่นเซลลูโลสที่ผ่านขั้นตอนการแช่น้ำให้อิ่มตัวแล้ว

2.5 การย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ผ่านการตากแห้งสนิทด้วยสีย้อม ทั้ง 3 ชนิด

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยการย้อมสีแผ่นเซลลูโลสที่แห้งสนิท เพื่อทดลองการดูดซึมสีของแผ่นเซลลูโลส เพื่อหาความเป็นไปได้ในการกักเก็บวัสดุเพื่อย้อมสีได้ตามความต้องการสินค้าในกรณีการผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นวัสดุเพื่อการตัดเย็บในภาคอุตสาหกรรม

1) เตรียมสีย้อม ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ สีย้อมร้อน สีย้อมเย็น และ สีย้อมธรรมชาติ ให้พร้อมสำหรับการย้อม
2) นำแผ่นเซลลูโลสขนาด 148 x 210 มิลลิเมตร จำนวน 3 แผ่น ไปตากแดด ประมาณ 15-20 วัน จนแห้งสนิทดีแล้ว จุ่มลงไปในน้ำสี
3) ทำการต้ม หรือแช่ทิ้งไว้ตามวิธีการย้อมของสีแต่ละชนิด
4) คอยกดแผ่นเซลลูโลสลงไปในน้ำสีให้จมเพื่อให้สีติดได้ดี
5) หลังจากแผ่นเซลลูโลสอิ่มตัวจากการดูดซับน้ำสี นำแผ่นเซลลูโลสไปล้างน้ำให้สะอาดและนำไปตากแดดให้แห้งสนิทอีกครั้ง

<u>การสังเกตการทดลอง</u>

การดูดซึมสีจากการย้อมร้อน ดูดซึมได้ช้ากว่าแบบเปียก สีไม่สม่ำเสมอ การดูดซึมสีย้อมเย็นใช้เวลานานกว่า และสีไม่สม่ำเสมอ การย้อมด้วยสีธรรมชาติการดูดซึมสีใช้เวลานานกว่าการย้อมเย็น และการย้อมร้อน สีที่ได้ไม่สม่ำเสมอ และซีด

รูปแบบการย้อมสี	**สารเคมีเสริม**	**ขณะเปียก**		**ขณะแห้ง**	
		การดูดซึมสี	**ลักษณะสีที่ได้**	**การดูดซึมสี**	**ลักษณะสีที่ได้**
ย้อมร้อน	โซเดียมคลอไรด์ (เกลือ)	ดูดซึมสีทันที	สีสดใส สม่ำเสมอ	ดูดซึมได้ช้ากว่า	ไม่สม่ำเสมอ
ย้อมเย็น	โซเดียมคลอไรด์ (เกลือ)	ดูดซึมสีทันที	สีสดใส สม่ำเสมอ	ดูดซึมได้ช้ากว่า	ไม่สม่ำเสมอมากกว่าแบบย้อมร้อน
ย้อมธรรมชาติ	โซเดียมคลอไรด์ (เกลือ)	ดูดซึมสีทันที	สีสม่ำเสมอ แต่สีซีดกว่าแบบย้อมร้อนและย้อมเย็น	ดูดซึมได้ช้ากว่า	ไม่สม่ำเสมอมากกว่าแบบย้อมร้อนและย้อมเย็น

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการย้อมสีแผ่นเซลลูโลส

ส่วนที่ 3 **การทดลองเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นเซลลูโลส**

3.1 การปักลวดลายด้วยเส้นด้าย

เนื่องจากเซลลูโลส เมื่อแห้งจะมีลักษณะแข็งเหมือนกระดาษ ทำให้การปักตกแต่งลวดลายทำได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นการพรมน้ำเพื่อให้เซลลูโลสมีความชุ่มชื้นและยืดหยุ่นจะทำให้การปักลวดลายได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

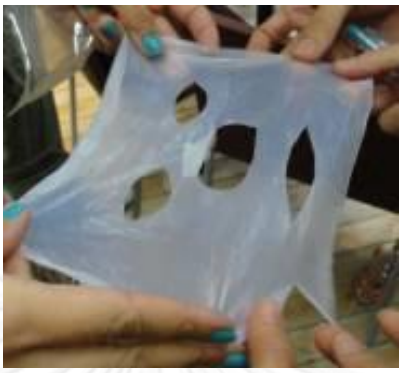
3.1.1 การทดลองเย็บเซลลูโลสที่แห้งสนิท

กรณีทดลองเย็บแผ่นเซลลูโลสที่แห้งสนิท โดยใช้ด้ายของวินัสหรือการใช้ด้ายธรรมดา การเย็บจะทำให้แผ่นเซลลูโลสขาดได้ง่าย

ภาพที่ 51 การเย็บเซลลูโลสที่แห้งสนิท
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 10 พฤษภาคม 2554

3.1.2 การทดลองเย็บเซลลูโลสที่พรมน้ำให้มีความชุ่มชื้นและยืดหยุ่น

กรณีต้องการให้เซลลูโลสที่แห้งคืนตัวสามารถพรมน้ำให้แผ่นเซลลูโลสเกิดความชุ่มชื้นและคืนตัวได้ และจะทำให้เกิดความยืดหยุ่น ลดการขาดได้



ภาพที่ 52 การพรมน้ำให้เซลลูโลสคืนตัว
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 10 พฤษภาคม 2554

ภาพที่ 53 เซลลูโลสที่ได้รับการตกแต่งด้วยการปัก
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 10 พฤษภาคม 2554

3.2 การทดลองการพับเซลลูโลสแทนการตัด

การใช้แผ่นเซลลูโลสที่ยังเปียกอยู่ไม่สามารถพับได้ จึงนำแผ่นเซลลูโลสที่แห้งแล้วมาทดลองพับ โดยทดลองพับเป็นจีบเล็กๆใกล้เคียงกับขนาดเกล็ดทรงบนเสื้อ

ภาพที่ 54 เทคนิคการพับเซลลูโลสแทนการตัด
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 10 พฤษภาคม 2554

3.3 ทดลองการใช้การติดกาวแทนการเย็บ

นำกาวสำหรับติดผ้ามาทาบนแผ่นเซลลูโลสโดยทาลงไปที่ละด้านแล้ววางแผ่นเซลลูโลสทับลงไปอีกด้าน รอจนกาวแห้ง ทดลองดึงอีกครั้งเพื่อทดสอบความติดแน่นระหว่างแผ่นเซลลูโลส

ภาพที่ 55 เทคนิคการติดกาวเซลลูโลสแทนการเย็บ
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ 10 พฤษภาคม 2554

3.4 การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

เนื่องจากเซลลูโลสเป็นวัสดุที่มีลักษณะคล้ายกระดาษ ดังนั้นการนำไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลปกติโดยเลือกใช้แผ่นเซลลูโลสที่แห้งแล้วเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาน้ำจากแผ่นเซลลูโลสเพราะอาจทำให้สีที่พิมพ์ไม่คมชัด และอาจทำให้เครื่องพิมพ์เสียได้

ภาพที่ 56 เซลลูโลสที่ได้รับการพิมพ์ลวดลายด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 2 พฤศจิกายน 2556

3.5 การพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์แบบระบุตัวตนด้วย DNA

นอกจากเซลลูโลส สามารถพิมพ์ตกแต่งลวดลายด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแล้ว เรายังสามารถใช้หมึกพิเศษที่เราสามารถระบุความเป็นตัวตนโดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ทางพันธุกรรม โดยใช้ DNA ผสมลงไปในหมึกพิมพ์ เพื่อแสดงความเป็นตัวตนของเจ้าของผลงานได้อีกด้วย

รูปแบบการตกแต่ง	**อุปกรณ์ที่ใช้**	**ขณะเปียก**	**ขณะแห้ง**
ตกแต่งผิว	พื้นผิวที่มีความหยาบ	ตากแดดบนวัสดุที่เตรียมไว้จะได้ลวดลาย	ใช้การกดทับบนพื้นผิวที่เตรียมไว้เพื่อให้เกิดลวดลาย
เย็บ	ด้ายเย็บ วีนัส	เย็บได้ดี	แผ่นวัสดุแตก
ติดกาว	กาวติดผ้า	ไม่สามารถยึดติดวัสดุได้	สามารถยึดติดได้ดีเช่นเดียวกับกระดาษ
พิมพ์ลาย	การพิมพ์ดิจิตอล	ไม่สามารถทำได้	ลวดลายและสีคมชัดมากกว่ากระดาษทั่วไป
พับ	มือหรือเตารีด	ใช้เตารีดเพื่อให้คงตัว	คงตัวทันที

ตารางที่ 4 ผลการทดลองเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นเซลลูโลส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์

การศึกษา เรื่อง การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนก ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการ และการทดลองเทคนิคต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ เพื่อหาผลสรุปสำหรับการออกแบบเครื่องแต่งกายต้นแบบโดยใช้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนก โดยสรุป ดังนี้

ผลการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพ

จากการทดลองผลิตจากแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพบว่าการเจริญเติบโตของแผ่นเซลลูโลส ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุสำหรับการเพาะเลี้ยง เพื่อให้ได้แผ่นเซลลูโลสขนาดใหญ่ ผู้วิจัยจึงได้ใช้ภาชนะที่มีขนาดใหญ่สำหรับการเพาะเลี้ยง

ภาพที่ 57 การเปรียบเทียบภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 25 เมษายน 2554

Chulalongkorn University

คุณสมบัติ	ขณะเปียก	ขณะแห้ง
ความคงรูป	เมื่อพรมน้ำจะคืนรูปเป็นแผ่นวุ้น	คงรูปคล้ายกระดาษ
การทนต่อความร้อน	-	ทนความร้อนจากเตารีดประมาณ 218 องศาเซลเซียส ระดับเดียวกับผ้าฝ้าย
การทำให้แห้งโดยการตากแดด	ตากแดดจนแห้งสนิทจะหดตัว 10 เท่าจากแผ่นวุ้น	
การเก็บรักษา	ควรหลีกเลี่ยงความชื้นเพราะจะทำให้เกิดเชื้อรา	เก็บรักษาได้ง่ายคล้ายการเก็บกระดาษทั่วไป
การเคลือบพื้นผิว	สามารถเคลือบด้วย ไตรกลีเซอรีน เพื่อเพิ่มความนิ่ม ซึ่งล้างออกได้ด้วยน้ำ สามารถซักได้ 20-30 ครั้ง แล้วเคลือบใหม่ได้	
การย่อยสลาย	สามารถย่อยสลายได้ง่ายเนื่องจากมีคุณสมบัติของเซลลูโลส	
รูปร่าง	แผ่นวุ้นสีขาวขุ่นโปร่งสร้าง มีความมันเงา	คล้ายกระดาษโปร่งแสง ผิวด้านไม่เรียบ สีขาวขุ่นตามธรรมชาติ
ผิวสัมผัส	เรียบเนียน ลื่นและเปียกชื้น	เรียบ
ความยืดหยุ่น	ยืดและสปริงตัวกลับที่เดิมได้และยืดได้ปานกลาง	ไม่สามารถยืดได้
ความทนต่อแรงดึง	สูงกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ต่าง ๆ	เท่ากับอลูมิเนียม (Aluminum)
การดูดความชื้น	ดูดความชื้นได้ดี และสามารถนำไปย้อมสีได้ดี	สามารถนำไปย้อมสี และการพิมพ์ทั้งในรูปทั่วไปและระบบการพิมพ์แบบดิจิตอลได้ดี

ตารางที่ 5 สรุปคุณสมบัติของเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว

ผลการทดลองผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวขนาดต่างๆ

ผลการทดลองการผลิตแผ่นเซลลูโลสใน ภาชนะแก้วหรือพลาสติก ขนาดสูง 20 เซนติเมตร

ระยะเวลา 7 วัน แผ่นเซลลูโลสที่ได้ มีลักษณะเป็นแผ่น สีขาวขุ่น มีความเหนียว นิ่ม มีขนาดความหนา 0.6เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ดูดซับน้ำได้ดี

ผลการทดลองการผลิตแผ่นเซลลูโลสในภาชนะกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 20x 29 เซนติเมตร

ระยะเวลา 7 วัน แผ่นเซลลูโลสที่ได้ มีลักษณะเป็นแผ่น สีขาวขุ่น มีความเหนียว นิ่ม มีขนาดความหนา 0.6เซนติเมตร กว้าง 20x 29 เซนติเมตร ดูดซับน้ำได้ดี

ผลการทดลองการผลิตแผ่นเซลลูโลสในภาชนะพลาสติกทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 135 เซนติเมตร

ระยะเวลา 7 วัน แผ่นเซลลูโลสที่ได้ มีลักษณะเป็นแผ่น สีขาวขุ่น มีความเหนี่ยว นิ่ม มีขนาดความหนา 0.6เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 135 เซนติเมตรดูดซับน้ำได้ดี

จากการทดลองการเปลี่ยนขนาดภาชนะเพื่อผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพขนาดต่างๆ สามารถทำได้จริง โดยจะใช้ระยะเวลา และได้ขนาดความหนาของเซลลูโลส รวมถึงคุณลักษณะที่เท่ากัน แต่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับพื้นที่ในการจัดวางภาชนะ เนื่องจากหากใช้ภาชนะขนาดใหญ่จะไม่สามารถวางในตู้รักษาอุณหภูมิได้จึงต้องจัดวางในห้องหรือสถานที่ที่สามารถรักษาอุณหภูมิได้แทน ทำให้เกิดเป็นอุปสรรคในการวิจัย เนื่องจากสถานที่ที่สามารถจัดวางภาชนะและรักษาอุณหภูมิได้มีขนาดเล็กสามารถวางภาชนะได้ครั้งละไม่มาก ทำให้เกิดปัญหาการผลิตล่าช้าเพื่อนำมาสร้างผลงานต้นแบบสำหรับงานวิจัยนี้ ในขณะที่การใช้ภาชนะขนากกลางและขนาดเล็กสามารถผลิตได้จำนวนมากกว่าในระยะเวลาที่เท่ากัน

ผลการทดลองด้านการย้อมสีแผ่นเซลลูโลส

ผลการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมร้อน

แผ่นเซลลูโลสที่ได้จากการย้อม จะดูดซึมสีได้ดี และมีน้ำหนักสีที่สม่ำเสมอ เนื่องจากแผ่นเซลลูโลสเป็นแผ่นที่ดูดซับน้ำได้ดี

ผลการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการย้อมเย็น

แผ่นเซลลูโลสที่ได้จากการย้อม จะดูดซึมสีได้ดี และมีน้ำหนักสีที่สม่ำเสมอ เนื่องจากแผ่นเซลลูโลสเป็นแผ่นที่ดูดซับน้ำได้ดี แต่ขั้นตอนการย้อมสะดวกกว่าการย้อมร้อนเพราะไม่ต้องตั้งไฟ

ผลการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยสีธรรมชาติ

แผ่นเซลลูโลสสามารถดูดซับสีได้ดี แต่น้ำหนักสีไม่สม่ำเสมอเกิดรอยด่างเนื่องจากสีธรรมชาติไม่สามารถควบคุมน้ำหนักสีได้

ผลการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ยังไม่ผ่านการแช่น้ำให้อิ่มตัว

แผ่นเซลลูโลสที่ยังไม่ผ่านการแช่น้ำให้อิ่มตัวสามารถดูดซับสีได้ดี เนื่องจากแผ่นเซลลูโลสสามารถรับน้ำสีแทนน้ำได้ และมีผลเหมือนกับการใช้แผ่นเซลลูโลสที่ผ่านขั้นตอนการแช่น้ำให้อิ่มตัวแล้ว

ผลการย้อมวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ผ่านการตากแห้งสนิทด้วยสีย้อม

แผ่นเซลลูโลสสามารถดูดซึมสีจากการย้อมร้อนได้ช้ากว่าแบบเปียก สีไม่สม่ำเสมอ เช่นเดียวกับการย้อมเย็นแต่ใช้เวลาในการดูดซึมสีนานกว่า และการย้อมด้วยสีธรรมชาติการดูดซึมสีใช้เวลานานกว่ากการย้อมเย็น และการย้อมร้อน สีที่ได้ไม่สม่ำเสมอ และซีดจาง

จากการทดลองย้อมสีแผ่นเซลลูโลส ผู้วิจัยพบว่า การย้อมด้วยสีสังเคราะห์ เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการย้อม และการย้อมเพื่อให้ประหยัดเวลานั้น ควรย้อมแผ่นเซลลูโลส ในขณะที่ทำการเพาะเลี้ยงและเซลลูโลสยังไม่อิ่มตัว ซึ่งจะทำให้ติดสีได้ดี และใช้การทำให้แห้งเพียงรอบเดียวสามารถประหยัดเวลาได้เป็นอย่างดี ส่วนการย้อมด้วยสีธรรมชาตินั้น พบปัญหาในด้านความไม่สม่ำเสมอของสี

ผลการทดลองเทคนิคการตกแต่งลวดลายให้กับแผ่นเซลลูโลส

ผลการทดลองเย็บแผ่นเซลลูโลส

การเย็บแผ่นเซลลูโลสที่แห้งสนิท โดยใช้ด้ายของวีนัสหรือการใช้ด้ายธรรมดา การเย็บจะทำให้แผ่นเซลลูโลสขาดได้ง่าย แต่การพรมน้ำให้แผ่นเซลลูโลสเกิดความชุ่มชื้นและคืนตัวได้ ทำให้เกิดความยืดหยุ่น ลดการขาดได้

ผลการทดลองการพับเซลลูโลสแทนการตัด

การใช้แผ่นเซลลูโลสที่ยังเปียกอยู่ไม่สามารถพับได้ แต่แผ่นเซลลูโลสที่แห้งแล้วสามารถพับได้ง่ายเช่นเดียวกับกระดาษ และสามารถรีดด้วยความร้อนเช่นเดียวกับฝ้าย

ผลการทดลองการใช้การติดกาวแทนการเย็บ

การใช้กาวติดแผ่นเซลลูโลสที่แห้งสนิทสามารถยึดติดได้ดีเช่นเดียวกับกระดาษ แต่ไม่สามารถใช้ติดแผ่นเซลลูโลสขณะเปียกได้เนื่องจากน้ำที่เคลือบบนผิวแผ่นเซลลูโลสทำกาวเจือจางลง

ผลการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล

การพิมพ์ลวดลายจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลบนแผ่นเซลลูโลสที่แห้งแล้ว สามารถสร้างลวดลายได้และสามารถพิมพ์ออกมาได้เหมือนต้นฉบับที่ออกแบบไว้

การพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์แบบระบุตัวตนด้วย DNA

การพิมพ์แบบระบุตัวตนด้วย DNA ด้วยหมึกพิเศษสามารถพิมพ์ได้ดีบนแผ่นเซลลูโลสที่แห้งแล้ว โดยใช้ DNA ผสมลงไปในหมึกพิมพ์ เพื่อแสดงความเป็นตัวตนของเจ้าของผลงานได้

Chulalongkorn University

จากตารางสรุปคุณสมบัติกายภาพของเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวและผลการทดลองด้านการย้อมสี และเทคนิคการตกแต่งลวดลายแผ่นเซลลูโลสสามารถสรุปเป็นคุณสมบัติเพื่อการออกแบบได้ดังนี้

คุณสมบัติ	คุณสมบัติเพื่อการออกแบบ
ความคงรูป	สามารถพับได้เรียบเนียนเหมือนกระดาษ และสามารถติดกาวแทนการเย็บได้ จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม ตามแนวคิดของ แพทเทิร์น อีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)
การทนต่อความร้อน	สามารถรีดได้เช่นเดียวกับผ้าฝ้าย
การทำให้แห้งโดยการตากแดด	สามารถตากแดดแรงได้
การเก็บรักษา	เก็บรักษาได้ง่ายคล้ายการเก็บกระดาษทั่วไป แต่ไม่ควรวางทับด้วยวัตถุที่มีน้ำหนักมากเป็นเวลานาน
การเคลือบพื้นผิว	สามารเคลือบด้วย ไตรกลีเซอรีน เพื่อเพิ่มความนิ่ม ซึ่งล้างออกได้ด้วยน้ำ สามารถซักได้ 20-30 ครั้ง แล้วเคลือบใหม่ได้
การย่อยสลาย	สามารถย่อยสลายได้ง่ายเนื่องจากมีคุณสมบัติของเซลลูโลส
การย้อมสี	สามารถย้อมสีได้ทุกชนิดเนื่องจากเซลลูโลสเกิดจากธรรมชาติซึ่งสามารถดูดซึมสีได้ในเวลาอันรวดเร็ว
การพิมพ์	เนื่องจากเซลลูโลสเป็นวัสดุที่ดูดซับความชื้นได้ดี และมีลักษณะคล้ายกระดาษดังนั้นเมื่อนำไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลจึงมีลวดลายที่คมชัดและสีสดมากกว่ากระดาษได้
การพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์แบบระบุตัวตนด้วย DNA	สามารถใช้หมึกพิเศษที่เพื่อระบุความเป็นตัวตนโดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ทางพันธุกรรม โดยใช้ DNA Ink (Japan) พิมพ์ลงบนแผ่นเซลลูโลสเพื่อแสดงความเป็นตัวตนของเจ้าของผลงานได้
การเย็บ	เซลลูโลสขณะมีความชุ่มชื้นจะยืดหยุ่นและทำให้การปักลวดลายได้ง่ายมากยิ่งขึ้น
การเชื่อมวัสดุประสาน	เชื่อมติดได้ขณะชื้นหรือเกือบแห้ง

ตารางที่ 6 สรุปคุณสมบัติเพื่อการออกแบบของเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว

ผลสรุปการศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว ที่เหมาะสมกับการออกแบบเครื่องแต่งกาย

จากการทดลองพบว่าแผ่นเซลลูโลสชีวภาพขนาดที่ใหญ่สามารถผลิตได้โดยใช้ภาชนะเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ได้ เนื่องจากแบคทีเรียเซลลูโลสจะเจริญเติบโตตามภาชนะที่บรรจุ แต่มีข้อจำกัดทางด้านสถานที่ในการจัดวางภาชนะทำให้สามารถผลิตได้น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแผ่นเซลลูโลสที่ผลิตโดยใช้ภาชนะขนาดเล็ก

จากผลการวิเคราะห์ด้านการย้อมสีพบว่าแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ สามารถย้อมสีได้ดีกับสีสังเคราะห์ ทั้งการย้อมเย็น และการย้อมร้อน ส่วนการย้อมธรรมชาตินั้นสีไม่สม่ำเสมอและซีดจางบางส่วน

การพิมพ์ดิจิตอลสามารถพิมพ์ลงบนแผ่นเซลลูโลสที่แห้งสนิทได้คมชัด สีสดใส สามารถออกแบบโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และสามารถสั่งพิมพ์ผ่านการพิมพ์ดิจิตอลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และตรงกับความต้องการมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่เสนอแนะให้มีการแต่งวัสดุให้สวยงามก่อนการนำไปออกแบบตัดเย็บเป็นแฟชั่นเครื่องแต่งกาย

จากการทดลองนำวัสดุใหม่ที่ได้จากแบคทีเรียเซลลูโลส มาทดลองพับและเย็บเป็นเครื่องแต่งกาย วัสดุดังกล่าวมีคุณสมบัติที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นเครื่องแต่งกายได้จริง สามารถพับได้เหมือนผ้าและคืนตัวจากการยับเมื่อถูกน้ำ แต่ต้องระวังการขาดยุ่ยของแผ่นเซลลูโลสในขณะเย็บ จำเป็นต้องพรมน้ำลงไปเฉพาะส่วนที่ต้องการเย็บ หากใช้กาวสำหรับติดผ้าสามารถติดได้ดีบนแผ่นเซลลูโลสที่แห้งแล้ว

จากการทดลองเราสามารถผลิตวัสดุใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์แฟชั่น จากแบคทีเรียเซลลูโลส ซึ่งมีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว โดยผ่านการทดลองเพาะเลี้ยง การย้อมสี การตกแต่ง ด้วยวิธีการเย็บและวิธีการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล เพื่อเตรียมเป็นวัสดุที่ใช้ในการออกแบบเครื่องแต่งกาย พร้อมทั้งใส่แนวคิดการระบุตัวตนโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสดงความเป็นอัตลักษณ์ของเจ้าของผลงาน และสามารถบันทึกผ่านประวัติศาสตร์เมื่อวันเวลาผ่านไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอและการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกาย ได้แก่ (ใจภักดิ์ บุรพเจตนา 2557),(วีรวัฒน์ สิริเวสมาศ 2557) และ(สุภาวี ศิรินคราภรณ์ 2557) สามารถสรุปแนวทางในการออกแบบได้ดังนี้

1. ประเด็นของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
2. ประเด็นของวัสดุใหม่เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
3. ประเด็นการออกแบบ
4. ประเด็นรูปแบบเครื่องแต่งกาย

จากที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ในด้านของการอนุรักษ์ธรรมชาติ และความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญได้ให้แนวคิดไปทิศทางเดียวกันคือ เป็นสิ่งที่ดีและช่วยในเรื่องของการลดมลภาวะ หากสามารถนำวัสดุเหล่านั้นมาใช้งานได้จริงในวงการแฟชั่นเครื่องแต่งกาย จะสามารถนำไปเป็นแนวทาง ในการนำวัสดุใหม่ๆ มาใช้ในการรักษาสิ่งแวดล้อม และสามารถลดโลกร้อนได้อีกแนวทางหนึ่งและหากวงการแฟชั่นสามารถนำแนวความคิดในด้านของ Eco Design มาใช้ในชีวิตประจำวัน จะเป็นสิ่งที่ช่วยลดการทำลายธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม

สำหรับในด้านการพัฒนาวัสดุใหม่ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นตรงกันว่า หากสามารถพัฒนาได้ จะเป็นนวัตกรรมในการนำไปสู่การผลิตวัสดุใหม่สำหรับใช้ในงานด้านแฟชั่นเครื่องแต่งกาย และหากสามารถลดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้จริง ก็ควรสนับสนุนให้มีการพัฒนาในวงกว้างอย่างต่อเนื่องต่อไป

ประเด็นด้านการออกแบบ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ให้ข้อเสนอแนะว่า จากตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรมีการพัฒนาวัสดุให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสม และมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะนำไปใช้กับงานด้านการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกายได้ และต้องมองในด้านของรูปลักษณ์ความสวยงามสอดคล้องกับการนำไปใช้ในโอกาสต่างๆ ด้วย ส่วนผู้เชี่ยวชาญบางส่วนได้มีความคิดเห็นต่าง ในด้านของการนำเสนอแนวคิดด้านการออกแบบมากกว่าการใช้สอย แต่ก็เป็นแนวคิดที่ดีที่จะส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ในวงการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกาย

ส่วนในด้านของรูปแบบของเครื่องแต่งกายนั้น ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นไปในแนวทางเดียวกันคือ ถ้าจะทำเป็นเสื้อผ้าในรูปแบบเสื้อผ้าสำเร็จรูปอาจมีข้อจำกัดในด้านคุณสมบัติที่เป็นลักษณะของแผ่นใส สีขาว ซึ่งควรมีการตกแต่งให้สวยงาม ด้วยการย้อม หรือการตกแต่งด้วยวิธีอื่นๆ และจากการพิจารณาจากตัวอย่างแล้ว วัสดุใหม่นี้สามารถนำไปออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับการตกแต่งอื่นๆ ได้ด้วย เช่น กระเป๋า เครื่องประดับ ในส่วนนี้เป็นเพียงข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

ดังนั้นในส่วนนี้จึงสรุปวิธีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การทดลองเพื่อพัฒนาวัสดุใหม่ที่ได้จากแบคทีเรียเซลลูโลสจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวที่สามารถนำมาเป็นวัสดุใหม่เพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่นเครื่องแต่งกายโดย

ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างผลงานโดยยึดแนวคิด Eco Design เพื่อกำหนดลักษณะรูปแบบผลงานเพื่อนำมาออกแบบโดยมีข้อมูลที่สำคัญแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 **กรอบแนวคิดการออกแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยต้องการนำเสนอแนวคิดและวิธีการ ผลิตเครื่องแต่งกายด้วยวัสดุแนวใหม่มุ่งเน้นไปที่การรักษาสิ่งแวดล้อม โดยนำวัสดุเหลือใช้มาพัฒนาเป็นวัสดุใหม่ เพื่อสร้างสรรค์ผลงานด้านแฟชั่นเครื่องแต่งกาย โดยมีกรอบแนวคิดในการออกแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

จากการวิเคราะห์ คุณลักษณะของแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ สามารถสรุปคุณลักษณะของแผ่นเซลลูโลสชีวภาพในด้านต่างๆผ่านการทดลองและวิเคราะห์จากองค์ประกอบของแผ่นเซลลูโลสชีวภาพมีความเหนียวและหนืดมีความเหนียวเทียบเท่าอลูมิเนียมเมื่อแห้งมีลักษณะโปร่งแสงมีสีขาวเหนียวและลื่นเมื่อเปียกสามารถทนความร้อนได้ปานกลางขณะเปียกยังสามารถคืนรูปได้ดีและเมื่อเกิดรอยยับจะสามารถกลับคืนตัวได้เมื่อวางทิ้งไว้ซึมซับการดูดสีในการย้อมได้ดีสามารถนำไปพิมพ์ลายได้ด้วยการพิมพ์ระบบดิจิตอล ซึ่งมีความสะดวกรวดเร็วและเหมือนต้นฉบับที่ได้รับการออกแบบ

อีกทั้งแบคทีเรียเซลลูโลส ยังสามารถนำมาใช้แนวคิดการออกแบบในลักษณะของ แพทเทิร์นอีโค่ (Eco) หรือ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) ซึ่งเป็นแนวคิดในการลดปริมาณของเสียที่จะทิ้งให้เหลือน้อยที่สุด (Minimizes Residual Waste) การใช้วัตถุการผลิตที่สามารถนากลับมาแปรรูปใช้ใหม่ให้ได้มากที่สุด (Maximizes Recycling) และการจำกัดการบริโภคหรือบริโภคลดลง (Reduces Consumption)

ดังนั้นในด้านของคุณสมบัติซึ่งสามารถสร้างสรรค์ผลงานได้ตามแรงบันดาลใจ ผ่านการออกแบบด้วย Eco Design อีกทั้งยังรองรับระบบการพิมพ์ดิจิตอลได้ดี จึงเป็นลักษณะเด่นที่จะนำไปใช้ในการออกแบบต้นแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว

ส่วนที่ 2 **สไตล์ อาวองค์-การ์ด (**Avant garde**)**

แนวคิดล้ำหน้า ล้ำสมัย แตกต่างไม่เหมือนใคร อาจด้วยเทคโนโลยีใหม่ วัตถุดิบใหม่ หรือการประยุกต์รูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความโดดเด่น และแตกต่างอย่างชัดเจน จากสไตล์ทั่วไป นอกจากนี้เมื่อพูดถึงงานศิลปะหรือเครื่องแต่งกายสไตล์อาวองค์-การ์ดบางครั้งหมายถึงสไตล์ที่ทำให้เกิดการเร้าอารมณ์ กระตุ้นความรู้สึก ทำให้ตกใจอย่างไม่คาดไม่ถึง ในด้านเครื่องแต่งกายสไตล์อาวองค์-การ์ด อยู่ในรูปแบบการทดลองสิ่งใหม่ๆ โดยการใช้วัสดุ อุปกรณ์เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อให้เกิดความก้าวล้ำนำสมัยที่แตกต่างจากเครื่องแต่งกายที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เทคนิคทั่วไป

โดยในส่วนนักออกแบบแฟชั่นสไตล์อาวองค์-การ์ด ที่ได้รับความนิยมต่อเนื่องมาจนถึงยุคปัจจุบัน ได้แก่ ฮุสเซน ชาลายัน ซึ่งยังมีอิทธิพลต่อนักออกแบบแฟชั่นและมีผลต่อแรงบันดาลใจให้กับนักออกแบบแฟชั่นในรุ่นใหม่ ได้เป็นอย่างดี

ส่วนที่ 3 **เกณฑ์ในการเลือกและวิเคราะห์แรงบันดาลใจ** (Inspiration) **มาใช้สำหรับการออกแบบ**

3.1 เกณฑ์ในการเลือกโดยจำกัดขอบเขตการออกแบบและสร้างผลงานตรงตามรูปแบบ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) โดยได้รับแรงบันดาลใจจากการเปลี่ยนโครงร่าง 2 มิติของแพทเทิร์นรูปแบบเดิมกลายเป็นโครงสร้างแพทเทิร์นรูปแบบใหม่ที่ไม่มีเศษวัสดุเหลือทิ้งหรือเหลือทิ้งน้อยที่สุดตรงตามรูปแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) ที่ให้ความสาคัญเกี่ยวกับปริมาณเศษขยะเหลือทิ้ง

3.2 เกณฑ์ในการเลือกโดยจำกัดความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพซึ่งสามารถทำได้เนื่องจากในการผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพสามารถกำหนดขนาดความกว้างได้ตามภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงแผ่นเซลลูโลสชีวภาพซึ่งแผ่นเซลลูโลสชีวภาพเมื่อแห้งสนิทจะมีลักษณะคล้ายกระดาษและคืนรูปร่างหากยับได้เมื่อเปียก

3.3 เกณฑ์ในการเลือกโดยจำกัดความเป็นไปได้ในการสร้างสีสันหรือลวดลายลงบนแผ่นเซลลูโลสชีวภาพสามารถตกแต่งแผ่นเซลลูโลสชีวภาพได้โดยการย้อมสีและสามารถปักฉลุตกแต่งได้ด้วยด้ายเคลือบเทียนไขและรองด้วยกระดาษเทียนไขเพื่อลดแรงเสียดสี

3.4 เกณฑ์ในการเลือกโดยจำกัดความเป็นไปได้ในขั้นตอนการผลิตผลงานเมื่อใช้ร่วมกับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพสามารถตัดเย็บได้ด้วยด้ายเคลือบเทียนเพื่อลดการเสียดสีจากด้ายสามารถรีดจับจีบได้เพราะมีคุณลักษณะเมื่อแห้งเหมือนกระดาษสามารถทนต่อความร้อนในระดับปานกลางจึงสามารถรีดได้และเนื่องจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพไม่มีเส้นใยเหมือนผ้าปกติทั่วไปดังนั้นเมื่อตัดแล้วจึงมีขอบที่เรียบไม่มีเศษใยผ้ายื่นออกมา

ส่วนที่ 4 **เกณฑ์ในการเลือกและการวิเคราะห์ตัวอย่างงาน**

4.1 เกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างงานเพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัย

- เป็นงานออกแบบตามแนว ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) หรืออย่างน้อยเป็นงานออกแบบแนวEco Design
- รูปแบบผลงานมีความสอดคล้องกับสไตล์อาวองค์-การ์ด
- กรรมวิธีการตัดเย็บและรายละเอียดจำเพาะของผลิตภัณฑ์ที่เน้นการออกแบบตัดเย็บให้เกิดเศษวัสดุเหลือทิ้งน้อยที่สุดสอดคล้องกับแนวEco Design
- กรรมวิธีการย้อมและพิมพ์ลายด้วยระบบการพิมพ์ดิจิตอลพริ้นต์(Digital Print)

4.2 เกณฑ์ในการประเมินตัวอย่างงาน

- ด้านงานออกแบบตามแนว ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) หรืออย่างน้อยเป็นงานออกแบบแนวEco Design โดยวิเคราะห์ภาพรวมจากลักษณะโครงสร้างแพทเทิร์นเดิมสู่รูปแบบแพทเทิร์นใหม่
- ด้านสไตล์ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการตกแต่งวิเคราะห์ถึงภาพรวมของลักษณะว่ามีรูปแบบอยู่ในสไตล์อาวองค์-การ์ด ซึ่งเป็นสไตล์ที่เน้นความก้าวหน้า ล้ำยุค โดยวิเคราะห์ถึงภาพรวมของผลิตภัณฑ์ที่มีรูปลักษณ์สื่อถึงแนวคิดและอารมณ์ของผู้ออกแบบ
- ด้านกรรมวิธีการตัดเย็บและรายละเอียดจำเพาะของผลิตภัณฑ์วิเคราะห์ถึงลักษณะลวดลายและวัสดุ

- ด้านกรรมวิธีการย้อมและพิมพ์วิเคราะห์ถึงลักษณะการย้อมโดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่การย้อมร้อนด้วยสีสังเคราะห์การย้อมสีธรรมชาติและพิมพ์ลายด้วยระบบการพิมพ์ดิจิตอล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประเมินตัวอย่างงาน

ภาพที่ 58 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่1

ที่มา: Mark Liu

1. เสื้อสตรีคอกลมตื้น แขนกุด ขนาดพอดีตัว ไม่มีเกล็ดทรงกระโปรงบานความยาวเหนือเข่า

2. กระโปรงตัดเย็บด้วยแพทเทิร์นสิบสองชิ้นเซาะริมผ้าแบบคลื่นขนาดเท่ากันเพื่อให้สามารถวางแพทเทิร์นสลับไปมาและตัดได้โดยไม่เหลือเศษผ้าตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

3. รูปทรงและเทคนิคการตกแต่งมีความล้ำสมัยตามสไตล์อาวองค์-การ์ด

4. ตกแต่งผ้าเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ด้วยการพิมพ์ลายดิจิตอล โทนสีเบจ และสีพาสเทล

5. เป็นเครื่องแต่งกายประเภท Casual Party Wear สามารถสวมใส่ได้จริง

เกณฑ์การวิเคราะห์	ลักษณะทางกายภาพ	การวิเคราะห์ตัวอย่างงาน
รูปแบบเครื่องแต่งกาย	เสื้อสตรีคอกลมตื้น แขนกุด ขนาดพอดีตัว ไม่มีเกร็ดทรง กระโปรงบานความยาวเหนือเข่า	เสื้อสตรีคอกลมตื้น แขนกุด ขนาดพอดีตัว ไม่มีเกร็ดทรง ความยาวพอดีเอว กระโปรงบานความยาวเหนือเข่า ทำให้ผู้สวมใส่แลดูมีรูปร่างเพรียวบาง และมีเสน่ห์
สีสัน	สีเบจ และสีพาสเทล	โทนสีเบจ เป็นโทนสีที่สามารถเข้าได้กับทุกสี เมื่อใช้ร่วมกับสีพาสเทลทำให้โครงเสื้อที่ดูเรียบร้อย มีความเรียบหรูทันสมัยมากยิ่งขึ้น
วัสดุ	ผ้าใยสังเคราะห์และผ้าสักหลาด	การผสมผสานอย่างลงตัวเกี่ยวกับความแตกต่างด้านพื้นผิวระหว่างผ้าใยสังเคราะห์เนื้อเรียบลื่น และ ผ้าสักหลาดเนื้อนิ่ม ซึ่งสวมใส่สบายและง่ายต่อการเก็บรักษา
ลวดลายและการตัดเย็บ	ตัวเสื้อพิมพ์ลายดิจิตอล ใบไม้	ลวดลายกราฟิกโค้งเรียว ทำให้ผู้สวมใส่ดูนุ่มนวลและเพรียว มีสไตล์แโดดเด่น
ความเหมาะสม โอกาสใช้สอย	เครื่องแต่งกายประเภท Casual Party Wear คล่องตัวสามารถสวมใส่ได้จริง	สามารถใช้งานได้จริง โดดเด่น รูปทรงและเทคนิคการตกแต่งมีความล้ำสมัยตามสไตล์อาวองค์-การ์ด ที่ต้องการสร้างความแตกต่างกับเครื่องแต่งกายทั่วไปที่ตัดเย็บเกล็ดเข้าไว้ด้านในเพื่อให้ด้านนอกดูเรียบเนียน
เทคนิคเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	กระโปรงตัดเย็บด้วยแพทเทิร์นสิบสองชิ้นเซาะริมผ้าแบบคลื่นขนาดเท่ากัน เพื่อให้สามารถวางแพทเทิร์นสลับไปมาและตัดได้โดยไม่เหลือเศษผ้าตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)	โครงแพทเทิร์นสิบสองชิ้น คือการสร้างแพทเทิร์นต้นแบบหนึ่งชิ้น ที่สามารถนำมาประกอบซ้ำจนครบสิบสองชิ้น โดยแพทเทิรนต้นแบบนี้จำเป็นต้องมีโครงสร้างที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถวางสลับไปมาได้พอดีนอกจากนี้ ริมผ้าที่ตัดเซาะตามแนวคลื่นขนาดเท่ากันช่วยให้กระโปรงมีความสวยงาม

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 1

จากตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 1 ส่วนที่สามารถนำมาปรับใช้กับงานวิจัย มีดังนี้

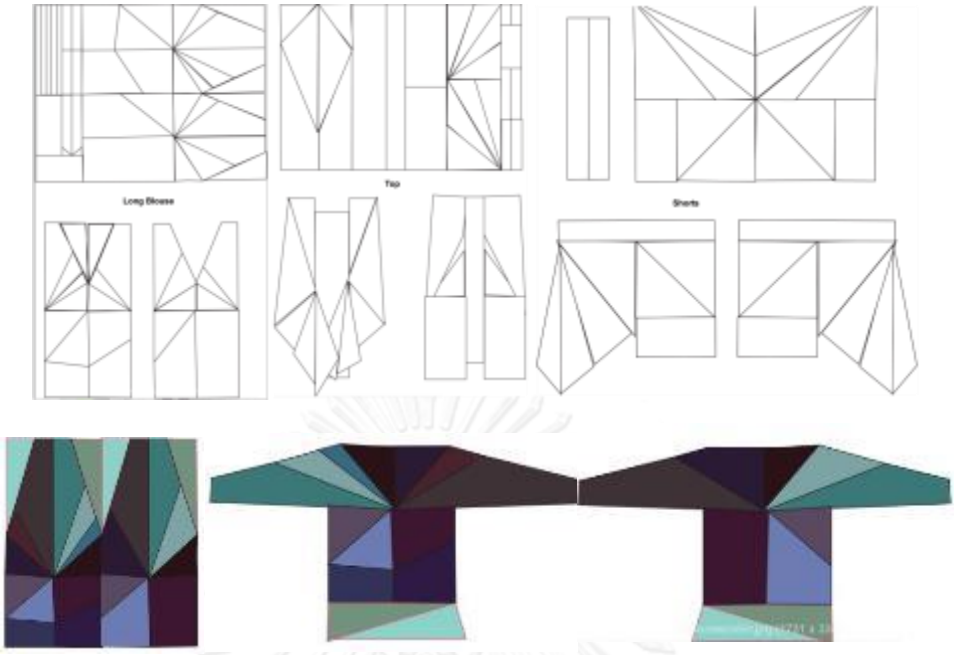
- โครงแพทเทิร์นต้นแบบ ที่มีขนาดสมดุลสามารถใช้เป็นหนึ่งในแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

- การพิมพ์ดิจิตอลเป็นหนึ่งในเทคนิคการตกแต่งที่สามารถนำมาใส่ลวดลายให้กับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

- เลือกใช้วัสดุที่มีพื้นผิวหลากหลายและลวดลายที่เข้ากัน ทำให้ผลงานออกแบบน่าสนใจยิ่งขึ้น

- เทคนิคการเซาะที่สมดุลสามารถนำมาใช้ในการตกแต่งและสร้างจุดสนใจให้กับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพได้ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 59 การออกแบบจากตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 2

ที่มา : David Andersend, www.zero-westbydavidandersend.com

ภาพที่ 60 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 2

ที่มา: David Andersen http://www.zero-wastebydavidandersen.com

1. เสื้อแขนยาวคอตื้น ขนาดพอดีตัว มีเกล็ดหลากหลายทิศทาง
2. ใช้การสร้างแพทเทิร์นโดยตัดออกเป็นชิ้นๆแล้วเย็บประกอบขึ้นใหม่โดยไม่ทิ้งเศษผ้าชิ้นใดไว้ตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)
3. รูปแบบและทิศทางลายเส้นของเกล็ดและตะเข็บที่เย็บขึ้นใหม่ช่วยสร้างความน่าสนใจและแปลกตาให้ตามสไตล์อาวองค์-การ์ด
4. เทคนิคการสร้างแพทเทิร์นโดยตัดออกเป็นชิ้นๆแล้วเย็บประกอบขึ้นใหม่ สามารถสร้างเป็นไอเท็มได้หลากหลาย เช่น เสื้อ แจ็คเก็ต กางเกง กระโปรง หรือชุดกระโปรง(เดส) เป็นต้น
5. เป็นเครื่องแต่งกายประเภท Casual Party Wear สามารถสวมใส่ได้จริง

เกณฑ์การวิเคราะห์	ลักษณะทางกายภาพ	การวิเคราะห์ตัวอย่างงาน
รูปแบบเครื่องแต่งกาย	เสื้อแขนยาวคอตื้น ขนาดพอดีตัว มีเกล็ดหลากหลายทิศทาง	เสื้อสตรีคอกลมตื้น แขนกุด ขนาดพอดีตัว ไม่มีเกล็ดทรง ความยาวพอดีเอว กระโปรงบานความยาวเหนือเข่า ทำให้ผู้สวมใส่แลดูมีรูปร่างเพรียวบาง และมีเสน่ห์
สีสัน	สีข้ม กลุ่มเอิร์ทโทน	สีข้ม กลุ่มเอิร์ทโทน สามารถคู่กับเสื้อผ้าสีใดก็ได้ได้อย่างหลากหลาย และมองเห็นรอยเปื้อนได้ยากกว่า ทำให้เป็นเสื้อผ้าที่สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน และเหมาะสมกับทุกแฟชั่นเทรนด์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดทุกปี
วัสดุ	ผ้าใยสังเคราะห์เนื้อนุ่ม	การใช้ใยสังเคราะห์เนื้อนุ่ม ยับยาก และเมื่อนำไปรีดแล้วบริเวณตะเข็บและเกล็ดจะมีความบวมอยู่เล็กน้อยทำให้เมื่อนำไปรีดแล้วสามารถมองเห็นแนวลายเส้นที่จงใจตัดแบ่งแล้วเย็บขึ้นใหม่ได้อย่างชัดเจน
ลวดลายและการตัดเย็บ	ใช้เทคนิคตัดแบ่งเป็นชิ้นแล้วเย็บขึ้นใหม่	เทคนิคการตัดแบ่งเป็นชิ้นเปลี่ยนแล้วเย็บขึ้นใหม่ตามต้องการโดยจงใจโชว์รอยแนวเส้นของเกล็ดและตะเข็บเย็บเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ
ความเหมาะสม โอกาสใช้สอย	เครื่องแต่งกายประเภท Casual Party Wear คล่องตัวสามารถสวมใส่ได้จริง	สามารถใช้งานได้จริง โดดเด่น มีความล้ำสมัยตามสไตล์อาวองค์-การ์ด ด้วยเทคนิคการสร้างแพทเทิร์นและการตัดเย็บที่เน้นการใช้รอยตัดต่อเป็นจุดสนใจ ซึ่งแตกต่างจากเครื่องแต่งกายปกติทั่วไป
เทคนิคเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	การสร้างแพทเทิร์นโดยตัดออกเป็นชิ้นๆแล้วเย็บประกอบขึ้นใหม่โดยไม่ทิ้งเศษผ้าชิ้นใดไว้ตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)	การสร้างแพทเทิร์นโดยตัดออกเป็นชิ้นๆ แล้วเย็บประกอบขึ้นใหม่ สามารถสร้างเป็นไอเท็มได้หลากหลาย เช่น เสื้อ แจ็คเก็ต กางเกง กระโปรง หรือชุดกระโปรง โดยไม่ทิ้งเศษผ้าชิ้นใดไว้ตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 2

จากตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 2 ส่วนที่สามารถนำมาปรับใช้กับงานวิจัย มีดังนี้

- การสร้างแพทเทิร์นโดยตัดออกเป็นชิ้นๆปรับเปลี่ยนแล้วเย็บประกอบขึ้นใหม่โดยไม่ทิ้งเศษผ้าชิ้นใดไว้ตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

- เทคนิคการตัดแบ่งเป็นชิ้นเปลี่ยนแล้วเย็บขึ้นใหม่ตามต้องการโดยจงใจโชว์รอยแนวเส้นของเกล็ดและตะเข็บเย็บเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และสะดุดตา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 61 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 3
ที่มา: Issey-Miyake

1. เสื้อสตรีคอกลมตื้น แขนกุด ทรงตรง ไม่มีเกล็ดทรง
2. ใช้เทคนิคการพับกระดาษและพับจีบ ทำให้เกิดการซ่อนของพื้นที่ ทำให้ลดและขยายพื้นที่ได้หลายไซส์เมื่อสวมใส่ โดยไม่ทำให้ต้องสูญเสียวัสดุอย่างสูญเปล่าตามหลัก ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)
3. ใช้ผ้าสีเงินที่มีความมันเงาเล็กน้อยเกิดจากการตกกระทบกับแสงได้ชัดเจนขึ้น เมื่อนำมาพับแล้วเกิดเป็นมิติแปลกตา และดูล้ำสมัยตามสไตล์อาวองค์-การ์ด
4. ตกแต่งผ้าเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ด้วยการพิมพ์ดิจิตอล โทนสีเบจ และสีพาสเทล
5. เป็นเครื่องแต่งกายประเภท Casual Party Wear สามารถสวมใส่ได้จริง

เกณฑ์การวิเคราะห์	ลักษณะทางกายภาพ	การวิเคราะห์ตัวอย่างงาน
รูปแบบเครื่องแต่งกาย	เสื้อสตรีคอกลมตื้น แขนกุด ทรงตรง ไม่มีเกล็ดทรง	เสื้อสตรีคอกลมตื้น แขนกุด ไม่มีเกล็ดทรงเรขาคณิต ทำให้ผู้สวมใส่ดูทันสมัย
สีสัน	สีเงิน มันเงาเล็กน้อย	สีเงิน มีความมันเงาเล็กน้อยเมื่อนำมาพับแล้วสะท้อนกับแสงเกิดเป็นมิติ แม้โครงเสื้อดูเรียบร้อย มีแปลกตา และทันสมัยมากยิ่งขึ้น
วัสดุ	ผ้าใยธรรมชาติ	ใช้ผ้าใยธรรมชาติให้ง่ายต่อการพับและรีดจีบให้เรียบคมได้ง่าย ในขณะที่สามารถทนต่อความร้อนได้ดี สวมใส่สบายและง่ายต่อการเก็บรักษา
ลวดลายและการตัดเย็บ	ใช้เทคนิคการพับเกร็ดทั้งชุดโดยไม่มีการตัดเย็บ	ใช้เทคนิคการพับซ้ำแบบเดิมๆแต่เปลี่ยนองศาเล็กน้อยทุกครั้งทำให้ได้เป็นรูปเกลียวที่สวยงาม เมื่อนำมาสวมใส่สามารถสวมใส่ได้โดยไม่ต้องเย็บหรือพับ
ความเหมาะสม โอกาสใช้สอย	เครื่องแต่งกายประเภท Casual Party Wear คล่องตัวสามารถสวมใส่ได้จริง	สามารถใช้งานได้จริง โดดเด่น และดูล้ำสมัยตามสไตล์อาวองค์-การ์ดด้วยโครงสร้างที่มีเอกลักษณ์เฉพาะที่เกิดจากการพับในรูปแบบต่างๆ จนนำมาสวมใส่ได้จริง ทำให้มีรูปแบบที่แตกต่างจากเครื่องแต่งกายทั่วไป
เทคนิคเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	เทคนิคการพับกระดาษและพับจีบทำให้ลดและขยายที่ได้หลายไซส์ โดยไม่ทำให้ต้องสูญเสียวัสดุอย่างสูญเปล่าตามหลัก ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)	เทคนิคการพับกระดาษและพับจีบ ทำให้เกิดการซ่อนของพื้นที่ ทำให้ลดและขยายที่ได้หลายไซส์เมื่อสวมใส่ โดยไม่ทำให้ต้องสูญเสียวัสดุอย่างสูญเปล่าตามหลัก ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 3

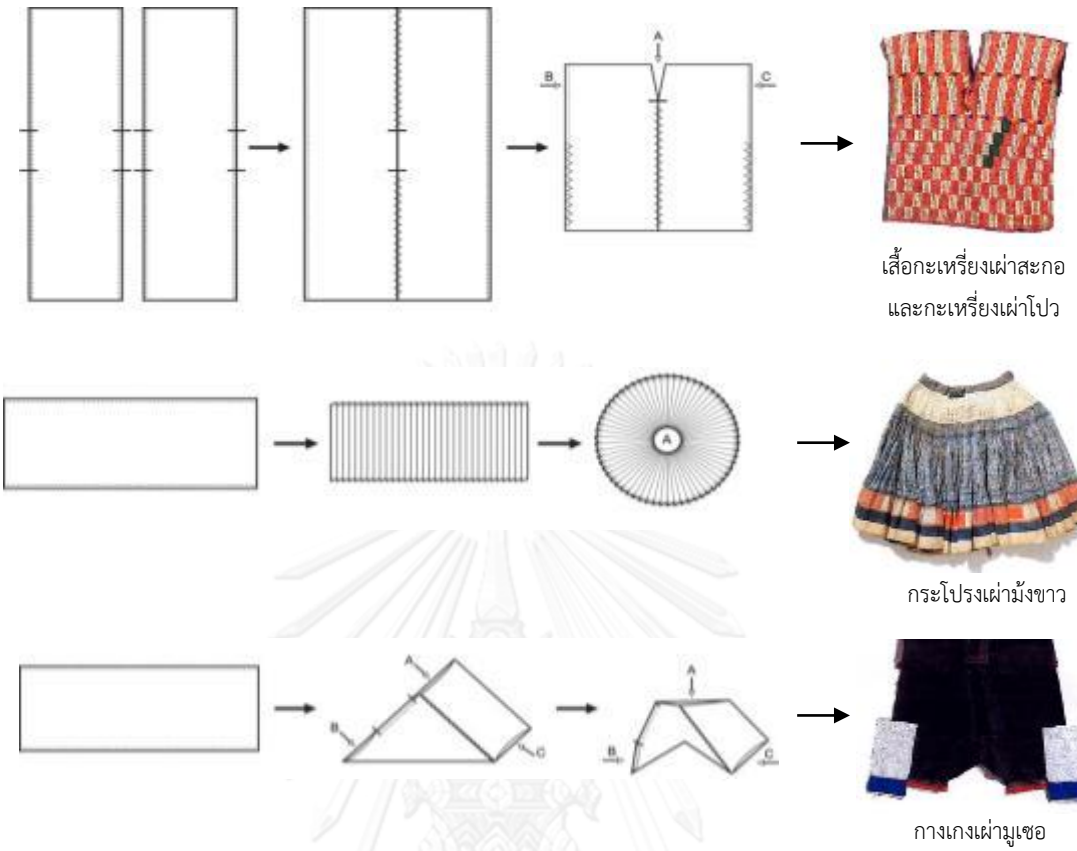
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 3 ส่วนที่สามารถนำมาปรับใช้กับงานวิจัย มีดังนี้

- เทคนิคการพับกระดาษและพับจีบทำใส่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้หลากหลายโดยไม่ทำให้ต้องสูญเสียวัสดุอย่างสูญเปล่าตามหลัก ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

- เทคนิคการพับเหมาะเป็นอย่างยิ่งที่จะใช้กับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพเนื่องจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพนั้นมีคุณลักษณะเมื่อแห้งสนิทจะคล้ายกระดาษ จึงสามารถพับและรีดให้เรียบคมได้เช่นเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 62 ตัวอย่างผลงานชิ้นที่4

ที่มา: ชาวเขาในประเทศไทยโครงการหลวง

1. เสื้อสตรีและบุรุษ ของกะเหรี่ยงเผ่าสะกอและกะเหรี่ยงเผ่าโปวมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยม แขนกุด คอวี ขนาดความยาวใต้เอวจนถึงข้อเท้า

2. กระโปรงเผ่าม้งขาวและเผ่าม้งเขียว มีลักษณะเป็นกระโปรงบานจับจีบรูดรอบเอวส่วนใหญ่ประดับลายภาพวาดด้วยขี้ผึ้งและมีปักลวดลายบริเวณส่วนล่างของกระโปรง

3. กางเกงเผ่ามูเซอ กางเกงขาสั้นเป้าต่ำสีดำมีลวดลายสีแดงขาวปลายขา

4. รูปแบบการตัดเย็บเป็นแบบใช้ผ้าทั้งผืนมาต่อกัน จากนั้นเหลือพื้นที่ไว้บางส่วนเพื่อให้ศีรษะ แขน ขา สามารถลอดผ่านออกมาได้ โดยไม่ต้องตัดผ้าทิ้งตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)

5. ลักษณะลวดลายเรขาคณิตและวัสดุที่ใช้เป็นผ้าป่านและผ้าฝ้าย

6. ตกแต่งผ้าเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ด้วยการปัก และการย้อม

7. เป็นเครื่องแต่งกายประเภท Casual Wear สามารถสวมใส่ได้จริง

เกณฑ์การวิเคราะห์	ลักษณะทางกายภาพ	การวิเคราะห์ตัวอย่างงาน
รูปแบบเครื่องแต่งกาย	เสื้อสตรีและบุรุษของกะเหรี่ยงเผ่าสะกอและกะเหรี่ยงเผ่าโปวมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมแขนกุด คอวี ขนาดความยาวใต้เอวจนถึงข้อเท้า กระโปรงเผ่าม้งขาวและเผ่าม้งเขียว มีลักษณะเป็นกระโปรงบานจับจีบรูดรอบเอวส่วนใหญ่ประดับลายภาพวาดด้วยขี้ผึ้งและมีปักลวดลายบริเวณส่วนล่างของกระโปรง กางเกงเผ่ามูเซอ กางเกงขาสั้นเป้าต่ำ สีดำมีลวดลายสีแดงขาวปลายขา	เสื้อเผ่ากะเหรี่ยงใช้ผ้าทอทั้งผืนมาเย็บต่อกัน โดยเว้นช่องว่างขนาดเท่าศีรษะลอดผ่านได้เอาไว้ ความยาวตามต้องการ (A คือตำแหน่งคอ B และ C คือแขนทั้งสองข้าง)ส่วนใหญ่นิยมตกแต่งลวดลายแนวนอนส่วนล่าง กระโปรงเผ่าม้งใช้ผ้าทอทั้งผืนด้านข้างติดกันเป็นวงกลม จับจีบหรืออัดพลีทด้วยการใช้ไม้ทับเอาไว้จากนั้นใช้ด้ายร้อยระหว่างจีบจากด้านหนึ่งไปยังด้านหนึ่งเป็นเอวของกระโปรงให้เท่ากับเอวของผู้สวมใส่ กางเกงเผ่ามูเซอใช้ผ้าพับเป็นสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมตามภาพ เย็บต่อตะเข็บแต่เว้นพื้นที่ไว้บางส่วนเพื่อให้เอวและขาทั้งสองข้างสามารถลอดผ่านได้(Aคือตำแหน่งเอว B และ C คือขาทั้งสองข้าง) รูปแบบการประกอบเครื่องแต่งกายโดยไม่ต้องตัดผ้าทิ้งเหล่านี้มีลักษณะตรงตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste)
สีสัน	สีขาวอมเหลือง สีแดง สีดำ สีเขียว และสีน้ำเงิน	สีสันเกิดจากการย้อมธรรมชาติแต่ปัจจุบันมีการใช้สีสังเคราะห์ร่วมด้วยเพื่อให้ได้สีสดใส
วัสดุ	ผ้าฝ้ายและผ้าป่าน	เกิดการทอด้วยเส้นใยฝ้ายและใยป่านขนาดกลางและขนาดใหญ่ ผ้ามีผิวสัมผัสหยาบหนาแต่นุ่มเป็นมัน
ลวดลายและการตัดเย็บ	ลวดลายเรขาคณิต	ใช้เทคนิคการย้อมบาติกแบบโบราณโดยการใช้ขี้ผึ้งเขียนลวดลายเรขาคณิตก่อนนำไปย้อม จากนั้นต้มให้ขี้ผึ้งละลาย
ความเหมาะสม โอกาสใช้สอย	เครื่องแต่งกายประเภท Casual คล่องตัว สามารถสวมใส่ได้จริง	สามารถใช้งานได้จริง สามารถปรับขนาดได้ตามต้องการ
เทคนิคเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	การปัก การกุ๊น และการเขียนลายด้วยขี้ผึ้ง	การปักนิยมใช้ด้ายหลายสีปักสลับไปมาหรือปักด้วยเมล็ดพืชเป็นลวดลายสลับกับด้ายที่มัดเป็นเปลาะๆ เนื่องจากผ้าทอมือมีลักษณะลุ่ยง่ายจึงนิยมการกุ๊นเพื่อความสวยงามและคงทน และเขียนลาย

เกณฑ์การวิเคราะห์	ลักษณะทางกายภาพ	การวิเคราะห์ตัวอย่างงาน
		ขี้ผึ้งเพื่อตกแต่งส่วนล่างของเครื่องแต่งกาย

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ตัวอย่างงานชิ้นที่ 4

จากตัวอย่างผลงานชิ้นที่ 4 ส่วนที่สามารถนำมาปรับใช้กับงานวิจัย มีดังนี้

- การตัดเย็บโดยการพับเย็บและการเว้นตะเข็บบริเวณตำแหน่งที่ต้องการสามารถใช้เป็นหนึ่งในแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) และเหมาะสมกับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ

- การปักตกแต่งด้วยเส้นด้ายหลายสีหรือตกแต่งด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถตกแต่งให้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพมีความสวยงามได้ง่าย

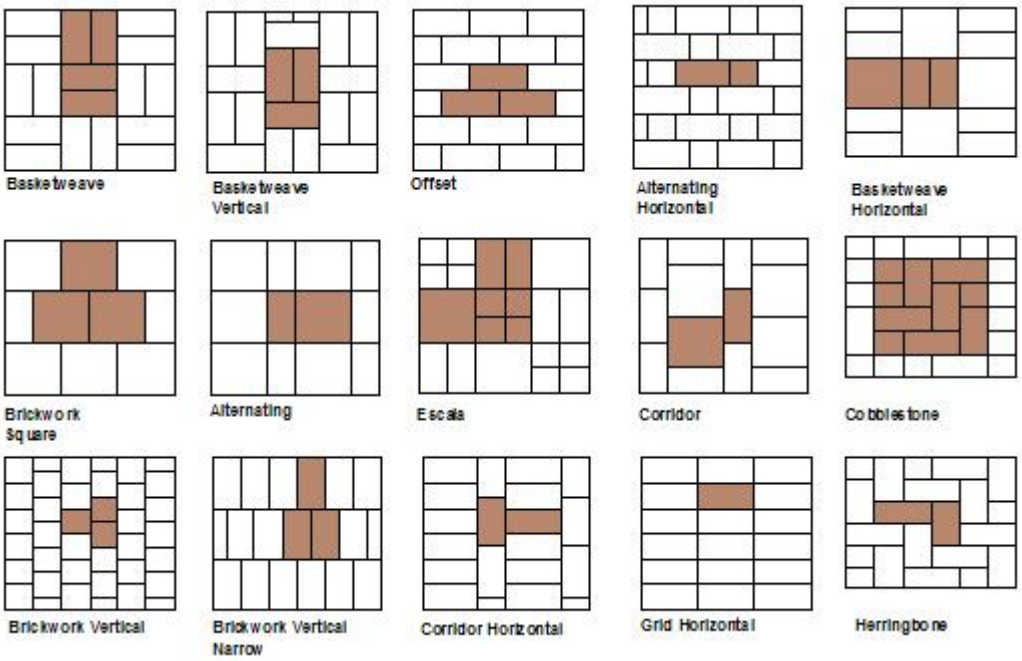
- เทคนิคการย้อมบาติกสามารถนำมาใช้ดีกับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 5 **สรุปแนวทางการออกแบบคอลเลคชั่น** (Collection)

ภาพที่ 63 ภาพแสดงแรงบันดาลใจ (Inspiration) อารมณ์เกี่ยวกับงาน (Mood Board)
ที่มา: โดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 1 มีนาคม 2557

แรงบันดาลใจ (Inspiration): งานวิจัยนี้ได้รับแรงบันดาลใจมาจากเครื่องแต่งกายสมัยวิคตอเรียน สำหรับโอกาสการใช้สอย Party Wear อารมณ์งานสื่อถึงความซับซ้อน แต่อ่อนนุ่ม บอบบาง แบบอิสตรี แต่มีความล้ำสมัยตามสไตล์อาวองค์-การ์ด โดยการใช้วัตถุดิบใหม่ในการตัดเย็บที่ไม่เคยมีการนำมาใช้ คือ แผ่นเซลลูโลสชีวภาพ และสร้างโครงเสื้อผ้ารูปแบบ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) ซึ่งเน้นหลักการตัดเย็บแบบไม่เหลือเศษ โดยการใช้วัสดุทั้งผืนมาใช้ในการตัดเย็บ และทำให้เกิดรูปทรงด้วยเทคนิคการห่อ พับ จับจีบ โครงเสื้อมีลักษณะแคบช่วงบนและบานช่วงล่าง



ภาพที่ 64 Cool Tools: Tile Patterns
ที่มา: www.flor.com/blog/cool-tools-tile-patterns/

แนวคิดในการออกแบบลวดลาย เนื่องด้วยข้อจำกัดทางพื้นที่และต้นทุนการผลิต แผ่นเซลลูโลสที่เพาะเลี้ยงสำหรับทำชุดต้นแบบมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเหลือเศษวัสดุจากการตัดเย็บตามรูปแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) จึงได้เลือกเทคนิคการสร้างลวดลายโดยการตัดแผ่นเซลลูโลสเป็นสี่เหลี่ยมตามอัตราส่วนต่างๆ ได้แก่ 2, 4, 8, และ9 แล้วนำมาจัดวางเรียงใหม่ตามแบบแพทเทิร์นวางกระเบื้องทำให้ได้ลวดลายที่แตกต่างกัน

ภาพที่ 65 ข้าวสารอาหารเลี้ยงเชื้อและข้าวหมักที่ใช้ทำหัวเชื้อ
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 28 มีนาคม – 4 เมษายน 2554

ภาพที่ 66 ภาชนะสำหรับการเพาะเลี้ยงรูปสี่เหลี่ยม
ที่มา : ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ วันที่ 12 เมษายน 2554

วัสดุ: จากกรรมวิธีการผลิตหัวเชื้อน้ำหมักปลายข้าวเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพในบทที่ 2 สามารถทราบถึงข้อจำกัดรูปร่างของวัสดุซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างและขนาดของภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ผลลัพธ์แผ่นเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จึงมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ขนาด 148 x 210 มิลลิเมตร หนา 0.5 มิลลิเมตร ตามภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง โดยเพาะเลี้ยงในอุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการเพาะเลี้ยง 15 วัน เพื่อให้แผ่นเซลลูโลสที่ได้มีความหนาพอประมาณ

ภาพที่ 67 การทำพื้นผิวบนแผ่นเซลลูโลส
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 31 มีนาคม 2557

ภาพที่ 68 รูปแบบการเรียงวัสดุตามแบบแพทเทิร์นกระเบื้อง
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 31 มีนาคม 2557

การสร้างพื้นผิว และลวดลายบนผืนผ้า: สร้างลวดลายบนพื้นผิวโดยการนำแผ่นเซลลูโลสไปตากไว้บนพื้นที่ที่มีพื้นผิวตามที่ต้องการ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกแผ่นกระสอบพลาสติกมาเป็นแผ่นรองพื้นในขณะตากแผ่นเซลลูโลส ผลที่ได้คือ แผ่นเซลลูโลสมีลวดลายปรากฏตามลายบนกระสอบเมื่อแห้งแล้ว หลังจากนั้นจึงนำแผ่นเซลลูโลสที่แห้งแล้วมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม แล้วนำมาเรียงประกอบเป็นผืนด้วยวิธีการวางแพทเทิร์นที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ผืนวัสดุที่มีลวดลายตารางที่ซับซ้อนหลากหลายรูปแบบ

ภาพที่ 69 ภาพแสดงกลุ่มสีที่ใช้ (Colorway)
ที่มา: โดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 1 มีนาคม 2557

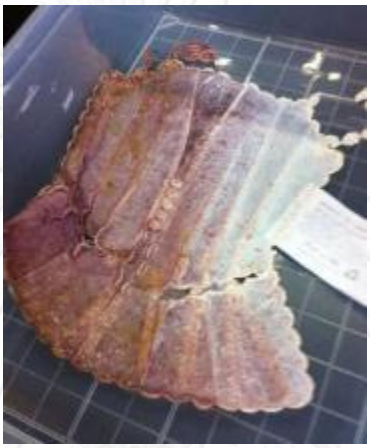
กลุ่มสีที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่กลุ่มสีพาสเทล ที่สื่อถึงอ่อนนุ่ม บอบบาง แบบอิสตรี เป็นสีหลักที่เลือกใช้ในงานออกแบบ และใช้กลุ่มสีสดเล็กน้อย เพิ่มความน่าสนใจและความสะดุดตาโทนสีกลุ่มนี้เข้ากันได้ดีกับสไตล์อาวองค์-การ์ด

ภาพที่ 70 การวางแพทเทิร์น และทำโครงสร้าง
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 2 เมษายน 2557

โครงสร้าง: ร่างโครงสร้างแพทเทิร์น เพื่อกำหนดตำแหน่งโครงสร้างพื้นฐานอย่างไตร่ตรอง ก่อนใช้เทคนิคการผ่า การพับ การเจาะ การเย็บตะเข็บ และการเย็บเกล็ด และการประกอบด้วยกาวตามความสวยงาม ตามแนวคิดซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) เพื่อให้ได้ผลงานออกแบบจากวัสดุแผ่นเซลลูโลสชีวภาพที่ไม่เหลือเศษ

จากแรงบันดาลใจและแนวคิดที่มีความตั้งใจที่จะออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว ด้วยเหตุนี้แนวคิดการออกแบบของผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางการออกแบบคอลเลคชั่นโดยอ้างอิงสไตล์อาวองค์-การ์ด ที่ยึดหลัก Eco Design โดยมีโครงสร้างแพทเทิร์นรูปแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) มีตั้งใจในการสร้างให้เป็นผลงานศิลปะที่ไม่เกิดและจบไปตามกระแสแนวโน้มแฟชั่นที่ผลัดเปลี่ยนทุกปีเช่นเดียวกัน

ผลงานต้นแบบ เสื้อเด็กจากวัสดุใหม่ที่ได้จากแบคทีเรียเซลลูโลส



ภาพที่ 71 เสื้อผ้าต้นแบบที่ผลิตจากแบคทีเรียเซลลูโลส โดยใช้เทคนิคการพับและการเย็บ

ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 12 ตุลาคม 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลงานการออกแบบมีทั้งหมด 7 ชุดดังนี้

ผลงานชุดที่ 1

ภาพที่ 72 ผลงานชุดที่ 1

โครงสร้าง	ลวดลาย	กลุ่มสี	วัสดุ	กรรมวิธีการผลิต
ชุดเดรสทรงตรงปลายบานเล็กน้อย คอเสื้อระบายหลายชั้น สวมใส่ควบคู่กับชุดเดรสทรงตรงเข้ารูป	แพทเทิร์นวางกระเบื้อง	สีพาสเทล	แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส	ตัดแผ่นเซลลูโลสเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส 2 ขนาด แล้วนำมาจัดวางเรียงใหม่ตามโครงแพทเทิร์นที่เตรียมเอาไว้ คอเสื้อนำแผ่นเซลลูโลสเย็บต่อกันหลายชั้นเป็นระบาย

ตารางที่ 11 ผลงานชุดที่ 1

ผลงานชุดที่ 2

ภาพที่ 73 ผลงานชุดที่ 2

โครงสร้าง	ลวดลาย	กลุ่มสี	วัสดุ	กรรมวิธีการผลิต
ชุดเดรสต่อใต้ทรงปลายบาน แขนครอบไหล่ทรงกลม	แพทเทิร์นวางกระเบื้อง	สีพาสเทล	แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส	ตัดแผ่นเซลลูโลสทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส นำมาจัดวาง โดยเว้นพื้นที่ว่างตามโครงแพทเทิร์นที่เตรียมเอาไว้ กระโปรงจับจีบใต้ทรง แขนครอบไหล่สองชั้นด้วยแขนทรงกลม ตกแต่งด้วยระบาย

ตารางที่ 12 ผลงานชุดที่ 2

ผลงานชุดที่ 3

ภาพที่ 74 ผลงานชุดที่ 3

โครงสร้าง	ลวดลาย	กลุ่มสี	วัสดุ	กรรมวิธีการผลิต
เสื้อแจ็คเก็ตปกเทเลอร์ แขนทรงขาหมูแฮมแบบวิคตอเรียน กระโปรงสั้น	แพทเทิร์นวางกระเบื้อง	สีพาสเทล	แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส	นำแผ่นเซลลูโลสวางเชื่อมต่อกันตามโครงแพทเทิร์นเสื้อแจ็คเก็ตและแขนหมูแฮมที่เตรียมเอาไว้ เย็บรูดหัวแขนให้พองโดยพับให้แผ่นเซลลูโลสส่วนเกินพองฟูอยู่ด้านนอกตกแต่งด้วยระบายจับจีบรอบตะเข็บวงแขน

ตารางที่ 13 ผลงานชุดที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลงานชุดที่ 4

ภาพที่ 75 ผลงานชุดที่ 4

โครงสร้าง	ลวดลาย	กลุ่มสี	วัสดุ	กรรมวิธีการผลิต
ชุดเดรสแขนกุดกระโปรงเย็บเป็นซองสี่เหลี่ยมสี่มุมโดยให้มีหนึ่งมุมเย็บติดกับเอวและปล่อยสามมุมที่เหลือเป็นอิสระสวมใส่ควบคู่กับกระโปรงทรงตรง	แพทเทิร์นวางกระเบื้อง	สีพาสเทล	แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส	ตัดแผ่นเซลลูโลสทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่ากันวางสลับไปมาบนโครงแพทเทิร์นที่เตรียมเอาไว้จากนั้นพับจับจีบตามรูปร่างให้เข้ารูปพอดีตัว

ตารางที่ 14 ผลงานชุดที่ 4

ผลงานชุดที่ 5

ภาพที่ 76 ผลงานชุดที่ 5

โครงสร้าง	ลวดลาย	กลุ่มสี	วัสดุ	กรรมวิธีการผลิต
ชุดเดรสแขนกุด คอวีทรงตรงสวมใส่ควบคู่กับเสื้อแจ็คเก็ตแขนยาว	แพทเทิร์นวางกระเบื้อง	สีพาสเทล	แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส	ตัดแผ่นเซลลูโลสทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่ากัน วางสลับไปมาตามแนวเฉียงแบบลวดลายแพทเทิร์นวางกระเบื้องบนโครงแพทเทิร์นชุดเดรสที่เตรียมเอาไว้

ตารางที่ 15 ผลงานชุดที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลงานชุดที่ 6

ภาพที่ 77 ผลงานชุดที่ 6

โครงสร้าง	ลวดลาย	กลุ่มสี	วัสดุ	กรรมวิธีการผลิต
ชุดเดรสยาว แขนกุดคอปาด กลม	แพทเทิร์นวางกระเบื้อง	สีพาสเทล	แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส	นำแผ่นเซลลูโลสขนาดขนาด 148 x 210 มิลลิเมตร ประกอบเรียงกันโดยบางส่วนแทรกระบายชิ้นเล็กๆตามแนวตะเข็บ พับเกล็ดตามทางยาวเพื่อปรับให้เกิดรูปทรงตามการออกแบบ

ตารางที่ 16 ผลงานชุดที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลงานชุดที่ 7

ภาพที่ 78 ผลงานชุดที่ 7

โครงสร้าง	ลวดลาย	กลุ่มสี	วัสดุ	กรรมวิธีการผลิต
เสื้อคอร์เซ็ตกับกระโปรงทรงตรงปลายบาน	แพทเทิร์นวางกระเบื้อง	สีพาสเทล	แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส	นำแผ่นเซลลูโลสพับเกล็ดเข้ารูปโดยไม่ตัดตะเข็บแยกออกตามโครงแพทเทิร์นคอร์เซ็ต จากนั้นพับแผ่นเซลลูโลสเป็นแนวติดกันเพื่อทำเป็นสายคล้องไหล่อ้อมจากด้านหน้าไปถึงใต้วงแขนด้านหลัง

ตารางที่ 17 ผลงานชุดที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพรวม COLLECTION

ภาพที่ 79 ภาพรวม COLLECTION

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 6 **ผลงานการออกแบบ**

6.1 **นิทรรศการ "Siamese Twist" Exhibition"TCDC, Material Connextion**

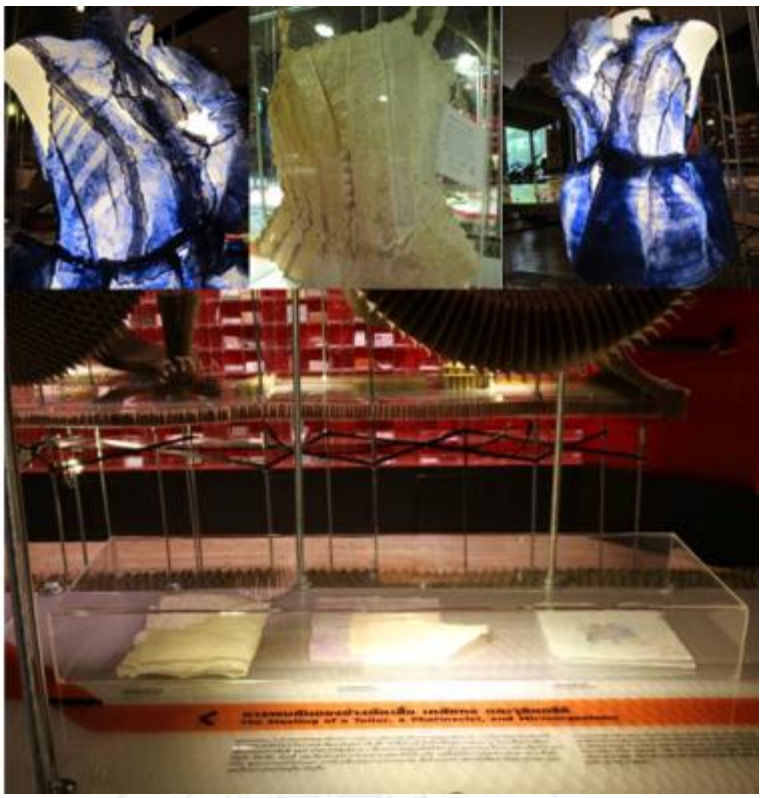
แนวความคิดของงานนำเสนอถึงความโชคดีของที่ได้อาศัยบนพื้นดินที่อุดมไปด้วยทรัพยากรที่อุดมสมบูรณ์ วัตถุดิบมีความพร้อมสามารถหยิบใช้ได้ แต่ศักยภาพของคนไทยยังไม่ได้ถูกค้นพบอย่างเต็มที่ จากการใช้ความคิดสร้างสรรค์และแรงบันดาลใจ ที่จะ เปลี่ยนวัสดุที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่น่าตื่นเต้น เพื่อเพิ่มมูลค่าของสิ่งนั้น

ในนิทรรศการนี้ ทีซีดีซี ได้เชิญ นักออกแบบ ไทย จากสาขาที่แตกต่างกันในการเลือก วัสดุไทย จากวัสดุ Connexion เพื่อนำมาทดลองใช้ด้วยและเปิดให้เป็นต้นแบบ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นจริง และมีความเป็นไปได้ ทางการตลาด ซึ่งขั้นตอนการทดลองนี้นักออกแบบจะต้องผ่านหลายขั้นตอนและเปลี่ยนก่อนที่จะพบทางออกที่เหมาะสม แต่ความท้าทายที่เกิดได้กลายเป็น บิด (Twist) ที่นักออกแบบสามรถอยู่บนเส้นทางใหม่ที่น่าตื่นเต้น และเกิดผลที่สามารถสร้างแรงบันดาลใจต่อไป

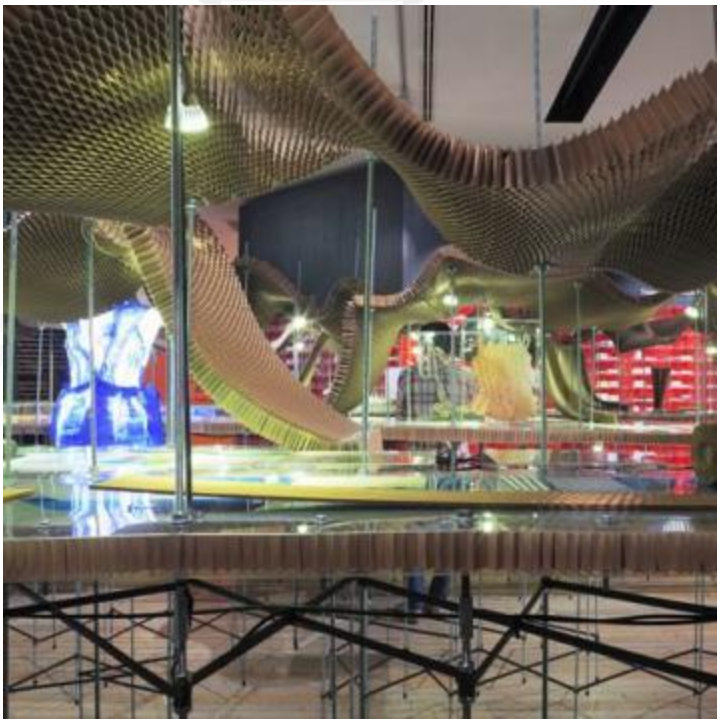
โดยนิทรรศการนี้ได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 4 สิงหาคม - 2 ตุลาคม พ.ศ. 2554 เวลา 10.30 - 21.00 น.

ภาพที่ 80 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย

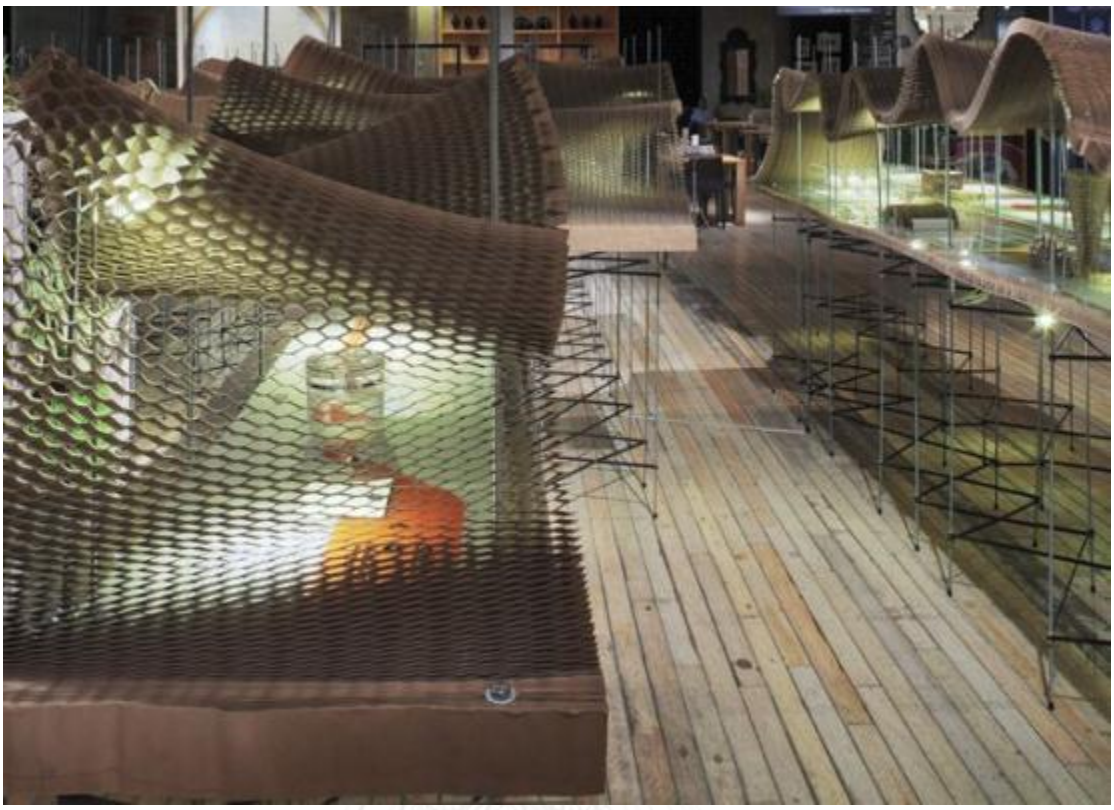
ที่มา: TCDC : Thailand Creative & Design Center :วันที่ 2 ตุลาคม 2554



ภาพที่ 81 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย
ที่มา: TCDC : Thailand Creative & Design Center :วันที่ 2 ตุลาคม 2554



ภาพที่ 82 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย
ที่มา: TCDC : Thailand Creative & Design Center :วันที่ 2 ตุลาคม 2554



ภาพที่ 83 การแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย
ที่มา: TCDC : Thailand Creative & Design Center :วันที่ 2 ตุลาคม 2554

6.2 **นิทรรศการ Art of Memory in Contemporary Textiles “MNEMONIKOS“ Jim Thompson Art Center**, ศิลปินเสวนา : Biometric Personal (DNA Ink) On Bacterial Cellulose Textile For Nonwoven Fashion [99]

ในงานศิลปินเสวนา : Biometric Personal (DNA Ink) On Bacterial Cellulose Textile For Nonwoven Fashion นี้ผู้วิจัยซึ่งเป็นหนึ่งในศิลปินที่ร่วมแสดงงาน นำเสนอผลงานทางวิชาการ การผลิตผ้าจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ แผ่นเซลลูโลสชีวภาพนี้ได้จากการเลี้ยงแบคทีเรียในน้ำข้าว เป็นแผ่นวุ้นสีขาวโปร่งแสงที่มีเส้นใยขนาดเล็กเชื่อมกันเป็นร่างแห ใช้สมานแผลหรือเป็นมาส์ค (Mask) บำรุงผิว แต่ไม่เคยมีใครนำมาผลิตเป็นเครื่องแต่งกายมาก่อน ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าวัสดุนี้น่าจะใช้แทนผ้าได้ เพราะกระบวนการผลิตคล้ายคลึงกับการทอผ้า โดยจุลินทรีย์มีความทนทานย้อมและตัดเย็บได้เหมือนสิ่งทอทั่วไป สีสันและความโปร่งแสงของวัสดุน่าจะช่วยสร้างความแปลกใหม่ในวงการแฟชั่นได้

โดยการบรรยายในครั้งนี้จัดขึ้นที่ ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน ในวันที่ 12 ตุลาคม 2556

ภาพที่ 84 สื่อประชาสัมพันธ์ของงานศิลปินเสวนา**นิทรรศการ Art of Memory in Contemporary Textiles "MNEMONIKOS"**

ที่มา: Jim Thompson Art Center

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 85 ผลงานภายในงานการแสดงผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ
ที่มา: Jim Thompson Art Center, วันที่ 12 ตุลาคม 2556

ภาพที่ 86 บรรยากาศภายในงานและการบรรยายผลงานทางวิชาการ การผลิตเครื่องแต่งกายจากแผ่นเซลลูโลสชีวภาพของผู้วิจัย
ที่มา: ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน, วันที่ 12 ตุลาคม 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6

ผลการวิจัย

การผลิตสิ่งทอสำหรับเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายด้วยระบบอุตสาหกรรมนั้นมีหลากหลายขั้นตอน จำเป็นต้องใช้เวลาในการผลิตนาน และคงเหลือเศษวัตถุดิบปริมาณมากและไม่สามารถแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างเต็มรูปแบบ ในการนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นวัสดุสิ่งทอชนิดใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์แฟชั่น เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณขยะสิ่งทอที่เป็นปัญหาในสังคม และเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่อาจเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภคยุคปัจจุบันที่แสวงหาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

สำหรับปัญหาประเด็นสำคัญคือ การพัฒนาแผ่นเซลลูโลสชีวภาพและหากรรมวิธีที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ที่มีคุณสมบัติที่โดดเด่น มีรูปลักษณ์ที่น่าสนใจ และลดปัญหาด้านขยะจากสิ่งทอ ซึ่งถือเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างแนวทางในการนำแผ่นเซลลูโลสชีวภาพ ไปใช้เป็นวัสดุในการออกแบบเครื่องแต่งกาย
2. เพื่อสร้างกรรมวิธีในการนำแผ่นเซลลูโลสชีวภาพมาใช้เป็นวัสดุในการผลิตผลิตภัณฑ์แฟชั่น
3. เพื่อออกแบบเครื่องแต่งกายให้มีรูปลักษณะที่เหมาะสมกับการใช้วัสดุใหม่ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเซลลูโลส

แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

1. แนวคิดการออกแบบเครื่องแต่งกายสไตล์อาวองค์-การ์ด(Avant-Garde)เน้นการออกแบบที่ล้ำสมัยโดยใช้วัสดุที่แปลกใหม่
2. แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม(Eco Design) รูปแบบ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) ซึ่งเป็นการสร้างโครงสร้างแพทเทิร์น และจัดวางแผนผังการตัดเย็บโดยการสูญเสียเป็นศูนย์

วิธีดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

<u>ส่วนที่1</u> การผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว

ในการศึกษาเรื่อง การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่ ณ จังหวัดพัทลุง เพื่อเก็บตัวอย่างและศึกษากระบวนการผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเล็บนกของ สมบัติ รุ่งศิลป์ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นวัสดุเพื่อผลิตภัณฑ์แฟชั่น

ผลจากการทดลองการผลิตแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว พบว่าเซลลูโลสชีวภาพมีคุณสมบัติในการเจริญเติบโตตามภาชนะ ทำให้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลอง โดยกำหนดให้ภาชนะมีขนาด 20x 29 เซนติเมตร และ อ่างพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 135 เซนติเมตร

หลังจากนั้นจึงนำมาตากให้แห้ง แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลียมขนาดแตกต่างกัน แล้วจึงนำมาจัดวางโดยให้มีทิศทางและการวางที่แตกต่างกัน

<u>ส่วนที่ 2</u> การทดลองปฏิบัติการทำให้เกิดพื้นผิวและลวดลายบนวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลส

การทดลองปฏิบัติการทำให้เกิดพื้นผิวบนวัสดุแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคการตากบนวัตถุที่มพื้นผิวเฉพาะตัว โดยผู้วิจัยได้เลือกตากแผ่นเซลลูโลสบนกระสอบพลาสติก

จากการทดลองพบว่าแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสเมื่อแห้งเกิดลวดลายเป็นตารางสี่เหลี่ยมเล็กตามตำแหน่งที่แผ่นเซลลูโลสวางทับในขณะที่ตากแห้ง

จากนั้นจึงตกแต่งด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ ตัดแบ่งส่วนตามอัตราส่วน 2, 4, 8 และ9 ส่วน และการจัดเรียงแบบโมเสต โดยใช้กาวเป็นสารเชื่อมวัตถุ

<u>ส่วนที่ 3</u> การทดลองนำแผ่นเซลลูโลสมาขึ้นต้นแบบ

นำแผ่นเซลลูโลสที่ผ่านขั้นตอนการสร้างพื้นผิวแล้วลวดลายมาขึ้นต้นแบบโดยการวางแพทเทิร์นแล้วตัดแบ่งออกตามชิ้นแพทเทิร์นที่เตรียมไว้โดยไม่เหลือเศษทิ้ง แล้วนำมาประกอบขึ้นเป็นเสื้อผ้าโดยใช้การพับเพื่อให้เกิดโครงร่างและส่วนโค้งเว้าตามที่ออกแบบไว้

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเราสามารถผลิตวัสดุใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์แฟชั่น จากแบคทีเรียเซลลูโลส ซึ่งมีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว โดยผ่านการทดลองเพาะเลี้ยง การย้อมสี การตกแต่ง ด้วยวิธีการเย็บและวิธีการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล เพื่อเตรียมเป็นวัสดุที่ใช้ในการออกแบบเครื่องแต่งกายตามสไตล์อาวองค์-การ์ด โดยจำกัดโครงสร้างด้วยรูปแบบ ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) คือการสร้างเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายโดยไม่เหลือเศษวัสดุทิ้ง จึงใช้วิธีการเย็บ และจับจีบ ให้เกิดรูปทรงตามการออกแบบ

จากข้อมูลข้างต้นสามารถกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1.ด้านการกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบ การนำเสนอแผ่นเซลลูโลสชีวภาพเป็นวัตถุดิบสำหรับตัดเย็บชนิดใหม่ เพิ่มความน่าสนใจโดยออกแบบเพื่อการนำเสนอเป็นผลงานต้นแบบด้วยสไตล์อาวองค์-การ์ด ที่เน้นความแปลกใหม่ทางด้านวัตถุดิบ และความล้ำสมัยเป็นหลัก ใช้การสร้างแพทเทิร์นแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) ควบคู่กับเทคนิค พับ และจับจีบเพื่อไม่ให้เกิดเศษวัสดุเหลือทิ้ง

2. ด้านกรรมวิธีผลิตลวดลาย และการเลือกใช้วัสดุ นำเศษผ้าที่มีลวดลายใกล้เคียงกับลายตามสมัยวิคตอเรียนมาเย็บต่อกัน และเย็บตกแต่งริมผ้าด้วยด้ายที่มีสีโดดเด่น แล้วจึงนำมาวางวนเป็นวงกลม แล้วถ่ายภาพนำภาพที่ได้ไปขยายและพิมพ์ลงบนแผ่นเซลลูโลสชีวภาพด้วยเครื่องพิมพ์ผ้าแบบดิจิตอล

3. ด้านแรงบันดาลใจในการออกแบบ เน้นการออกแบบโดยใช้เครื่องแต่งกายสมัยวิคตอเรียนเป็นแรงบันดาลใจ โดยใช้การสร้างแพทเทิร์นแบบซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) ควบคู่กับเทคนิค พับ และจับจีบเพื่อไม่ให้เกิดเศษวัสดุเหลือทิ้งและสามารถสร้างรูปทรงตามที่ต้องการได้

4. โอกาสการใช้สอย ออกแบบโดยยึดโอกาสใช้ในกลุ่มชุด Party Wear

การออกแบบผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 87 ภาพรวมผลิตภัณฑ์

อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว ผู้วิจัยสามารถนำมาอภิปรายผล ดังนี้

จากตัวอย่างการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ออกแบบเป็นคอลเลคชั่น และผลสรุปจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอและการออกแบบแฟชั่นเครื่องแต่งกายและผู้เข้าชมภายในงานนิทรรศการ ได้ข้อสรุปความสนใจอยู่ในระดับดีถึงดีมาก จึงเป็นข้อสรุปได้ว่า ภาพรวมของงานออกแบบในงานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบเพื่อเป็นผลงานต้นแบบสำหรับนำเสนอแผ่นเซลลูโลสชีวภาพเป็นวัตถุดิบเพื่อการตัดเย็บเป็นเครื่องแต่งกายชนิดใหม่ได้เป็นอย่างดี

ผลงานจากการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว นอกจากเป็นจุดเริ่มต้นของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอรูปแบบใหม่ ยังสามารถนำแผ่นเซลลูโลสชีวภาพที่มีขนาดเล็กกว่าไปประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการแพทย์ได้อย่างหลากหลาย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นตัวอย่างของแนวคิด ที่แสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอรูปแบบใหม่ และแนวคิดซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นสู่อุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย “การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว” ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ ควรมีการศึกษาข้อมูลในเชิงลึก ทั้งภาคเอกสาร และการทดลองแผ่นเซลลูโลสรูปแบบอื่น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ สำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบ
2. การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการที่สอดแทรกตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม เข้าไปในการวางผัง การจัดทำโปรแกรมการออกแบบ การวางแนวนโยบาย การวางแผนกรรมวิธีการผลิต ดังนั้นการออกแบบตามแนวคิด ซีโร่ เวสท์ (Zero-waste) จึงเป็นเพียงแนวคิดส่วนหนึ่งเพื่อลดปัญหาด้านเหลือเศษวัตถุดิบที่ถูกตัดทิ้งในขั้นตอนการผลิต ซึ่งจำเป็นต้องวางแผนการออกแบบและการผลิตอย่างไตร่ตรอง เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่มุ่งเน้นให้เกิดความเกี่ยวพันทางกายภาพและสังคมที่ดีงามจากพฤติกรรมมนุษย์และกระบวนการทางธรรมชาติ ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้แนวคิดและกรรมวิธีอื่น อาทิ การรีไซเคิล และการปรับเปลี่ยน มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน
3. การออกแบบเครื่องแต่งกายและแนวทางการพัฒนาแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ ควรมีการศึกษาวิถีชีวิตและความต้องการของผู้บริโภค เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องแต่งกายระบบอุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต

แผนการพัฒนา

จากการวิจัย “การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว” ผู้วิจัยมีแผนการพัฒนาขั้นต่อไป ดังนี้

1. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตและรูปแบบแผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว และคงทน จัดเป็นสิ่งสำคัญเพื่อการขยายตลาดจากกลุ่มตลาดที่มีความต้องการในลักษณะเฉพาะสู่รูปแบบอุตสาหกรรม นอกจากนี้แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพเป็นวัสดุที่สามารถทำการย้อมและการพิมพ์ได้ดี มีความเหมาะสมแก่การออกแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ แต่แผ่นเซลลูโลสชีวภาพในปัจจุบันยังมีราคาสูงเนื่องจากผู้ผลิตภายในประเทศยังมีน้อย ทำให้การแข่งขันและเปรียบเทียบราคามีอัตราต่ำ ดังนั้นจึงเป็นต้องมีการสนับสนุนผู้ผลิตและพัฒนาระบบการผลิตให้มีต้นทุนต่ำลงและมีเทคโนโลยีที่รองรับ

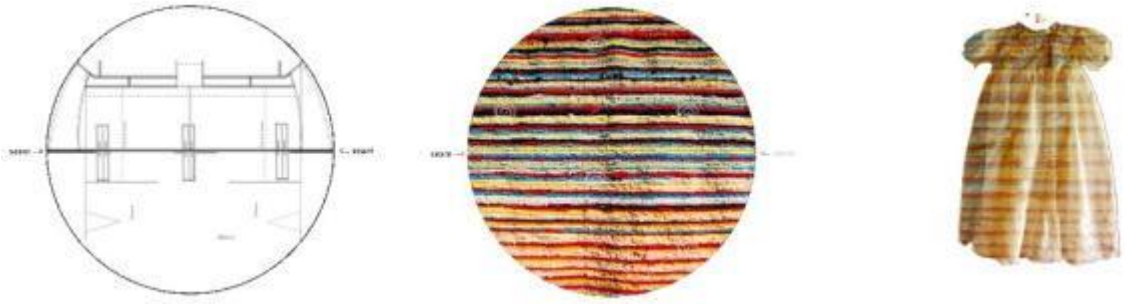
2. แผนการจัดงานนำเสนอผลงานในครั้งถัดไป

   1.) TCDC 2014 โครงการสร้างเครือข่ายผู้ผลิตวัสดุไทยกับนักออกแบบครั้งที่ 2 (The Cooperation 2 มกราคม- พฤศจิกายน 2557)Bangkok ,Thailand

   2.) D-Day (Designer Day Exhibition 2015) Paris ,France

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความทนทานมากยิ่งขึ้น และสร้างความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็น Mass Production ได้ง่าย สามารถนำไปใช้ในการผลิตทั่วไป และจัดจำหน่ายในรูปวัสดุแบบใหม่ต่อไป

ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “DRESS”



ภาพที่ 88 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “DRESS”

ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “JACKET”

ภาพที่ 89 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “JACKET”

ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “BLOUSE”

ภาพที่ 90 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “Blouse”
ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “SKIRT”

ภาพที่ 91 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “SKIRT”
ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “PANTS”

ภาพที่ 92 ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product “PANTS”
ภาพ COLLECTION ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product

ภาพที่ 93 ภาพ COLLECTION ตัวอย่างงานเพื่อการผลิตแบบ Mass Product

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Alaban, C. A. (1962). Studies on the Optimun Condition for Nata Formation in Coconut Water.

Asai, T. (1968). Acetic Acid Bacteria Classification and Biochemistry Activities. Tokyo, University of Tokyo Press.

Benjamin H. D., B. (1980). Modern Art.

Black, J. A. and M. Garland (1975). A History of Fashion, Orbis Pub.

Charlotte Mankey Calasibetta and P. Williamsport (1988). Fairchild's Dictionary of Fashion.

Coeffy , D. G. and D. A. Bell (1995). Cellulose and Cellulose Derivatives. New York.

Dimaguila, L. S. (1967). " Characterization and identity of the causal organism." The "nata de coco" 1 5.

Dudman, W. F. (1960). " Cellulose Production by Acetobacter Strains in Submerged Culture." General Microbiology 22: 25-30.

Hall, J. (2013). "HUSSEIN CHALAYAN." Retrieved 12 June, 2013, from http://stylejourno.blogspot.com/2013/06/hussein-chalayan.html.

IOL Scitech. (2003, 20 มกราคม 2557). "DNA Ink Means Secure Personal Signatures." Retrieved 1 May, 2003, from http://www.iol.co.za/scitech/technology/dna-ink-means-secure-personal-signatures-1.105160#.UwLPKzhWEdW.

Jonas, R. and L. F. Farah (1998). "Production and Application of Microbial Cellulose." Polymer Degradation and Stability 59(1-3): 101-106.

Lapuz, M. M., E. G. Gallardo and M. A. Palo (1967). "The Nata Organism Cultural Requirements, Characteristics and Identity." Philippine Journal Science 96(2): 91-109.

Lund, E. D. and J. M. Smoot (1982). "Dietary Fiber Content of some Tropical Fruit and Vegetables." Journal of Agriculture and Food Chemistry 30(6): 1123-1127.

Moonmangmee, S., H. Toyama, O. Adachi, G. Theeragool , N. Lotong and K. Matsushit (2002). "Purification and Characterization of a Novel Polysaccharide Involved in the Pellicle Produced by a Thermotolerant Acetobacter Strain." Biosci Biotechnol Biochem 66(4): 777-783.

Oikawa, T., T. Ohtori and M. Ameyama (1995). "Production of Cellulose from D-mannitol by Acetobacter xylinum KU-1." 59(2).

S. Hestrin and M. Schramm (1954). "Synthesis of Cellulose by Acetobacter xylinum: II. Preparation of Freeze-dried Cells Capable of Polymerizing Glucose to Cellulose." Biochemistry 58(2): 350.

Suomen Paperi-insinöörien Yhdistys (2000). Forest Products Chemistry, Finnish Paper Engineers' Association and TAPPI, 2000.

Valla, S. (1995). Food Biotechnology : Microorganism for cellulose production. New York, VCH Publisher Inc.

Voguepadia. (2014, 2014-03-31). "Designer Hussein Chalayan." from http://www.vogue.com/voguepedia/Hussein_Chalayan.

White, D. G. and R. M. J. Brown (1989). Prospect for Commercialization of the Biosynthesis of Microbial Cellulose. Texas, University of Texas.

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2537). อุตสาหกรรมสิ่งทอ. กรุงเทพฯ, บริษัทประชาชน จำกัด.

คอตติงตัน, เ. (2554). ศิลปะสมัยใหม่: ฉบับพกพา, โอเพ่นเวิลด์ส.

จารุพรรณ ทรัพย์ปรุง (2543). การออกแบบเครื่องแต่งกาย. กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์.

จิตติมา บุญรอด (2555). การออกแบบเสื้อผ้าเด็ก. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, วิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์.

ใจภักดิ์ บุรพเจตนา (2555). การออกแบบสิ่งทอล้านนาร่วมสมัยเพื่อการตกแต่งภายใน. ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ใจภักดิ์ บุรพเจตนา (2557). ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ.

ใจภักดิ์ อ่อนงาม (2551). ประวัติและแบบอย่างศิลปะ (History and Style of Arts). ปทุมธานี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

นวลแข ปาลิวนิช (2535). ความรู้เรื่องผ้าสำหรับวัยรุ่น. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์ศาสนา.

บุศยรัตน์ พันธ์เครือบุตร. (2545). "เส้นใย." Retrieved 22 มิถุนายน, 2545, from http://www.nectec.or.th/schoolnet/library/create-web/10000/science/10000-6470.html.

ประพาส วีระแพทย์ (2520). ข้าว :ลักษณะของข้าวที่สำคัญทางการเกษตร. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 3.

ปราโมชย์ ธรรมรัตน์ (2547). การผลิตวุ้นสวรรค์ระดับอุตสาหกรรมขนาดกลางและย่อม. กรุงเทพฯ, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผู้จัดการออนไลน์. (2553, 14 มกราคม 2554.). "มาสก์หน้าด้วย "เซลลูโลสชีวภาพ" ฝีมือคนไทย โดนใจสาวๆ." Retrieved 3 กุมภาพันธ์, 2553, from http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9530000013641.

พัดชา อุทิศวรรณกุล (2549). การบริหารการจัดการตลาด 1 และ 2. กรุงเทพฯ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันทิพา โพธิ์วัน (2547). การผลิตเซลลูโลสโดย Acetobacter xylinum ที่อุณหภูมิสูง. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มณชัย เดชสังกรานนท์ (2556). บทบาทของเซลลูโลสจากแบคทีเรีย(Bacterial Cellulose) ทางการแพทย์. ชุมทางอาชีพ - เรียนรู้คู่ครัว: 74

เยาวพา สุวัตถิ (2548). เส้นใยเซลลูโลสจากแบคทีเรีย. งานวิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ. กรุงเทพฯ, สถาบันวิจัยและพัฒนา.

รัตนะ อุทัยผล (2523). หัตถกรรมประจำถิ่น. กรุงเทพมหานคร, บพิธการพิมพ์.

วัฒนะ จูฑะวิภาต (2527). การออกแบบ. กรุงเทพมหานคร, ปรารถนา.

วิรุณ ตั้งเจริญ (2547). ศิลปะหลังสมัยใหม่. กรุงเทพมหานคร, สันติศิริการพิมพ์.

วีรวัฒน์ สิริเวสมาศ (2557). ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ.

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. (2554). "สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มในประเทศไทย." Retrieved 7 ตุลาคม, 2554, from www.thaitextile.org/th/textile_intel.

สมบัติ รุ่งศิลป์ (2553). แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สมบัติ รุ่งศิลป์ (2554). งานวิจัยแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว. บริษัทไทยนาโนเซลลูโลส จำกัด.

สุภาวี ศิรินคราภรณ์ (2557). ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ.

อภิชาติ วรรณวิจิตร (2547). สารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ (DNA). สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 28.

อังคณา พันธ์ศรี (2541). ผลของออกซิเจนและสารอาหารในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการสร้างเซลลูโลสของแบคทีเรีย. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังคณา อมรศรี (2556). "Textile Vocabulary." Colour way 108(กันยายน-ตุลาคม 2556): 18.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

ผลงานวิจัยและสัมภาษณ์ สมบัติ รุ่งศิลป์

การสร้างเซลลูโลสข้าวจาก *Acetobacter xylinum* สมบัติ รุ่งศิลป์ กรรมการผู้จัดการบริษัทไทยนาโนเซลลูโลสจำกัดได้พัฒนาแผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเป็นรายแรกในประเทศไทยสำหรับใช้เป็นวัสดุทางการแพทย์และเสริมความงาม และมีประโยชน์การบำรุงและรักษาผิวหนังได้ดีไม่มีสารก่ออาการแพ้ และระคายเคืองทั้งยังราคาถูกกว่าผลิตภัณฑ์นำเข้าประเภทเดียวกันถึง 3 เท่า

สมบัติ รุ่งศิลป์ได้ร่วมกับคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุปิดแผลจากเซลลูโลสชีวภาพโดยทดลองใช้ปิดแผลเฉียบพลันในผู้ป่วย 22 รายพบว่าแผ่นเซลลูโลสชีวภาพช่วยรักษาให้แผลหายได้เร็วขึ้นภายใน 8 วัน จากเดิม 21 วัน ที่ใช้ผ้าก๊อซปิดแผล ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไป

ภาพที่ 94 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อการรักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 10 กันยายน 2554

สมบัติ รุ่งศิลป์ได้ร่วมกับคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาลมหาวิทยาลัยมหิดลทดลองใช้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพปิดแผลปลูกถ่ายเนื้อเยื่อในผู้ป่วยจำนวน 15 ราย พบว่าช่วยลดอาการปวดแสบปวดร้อนที่แผลได้ดีกว่าวัสดุปิดแผลอัลจิเนตที่นำเข้าจากต่างประเทศแต่มีราคาถูก (ผู้จัดการออนไลน์ 2553)

ภาพที่ 95 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อการรักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 10 กันยายน 2554

ด้วยรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากของแผ่นเซลลูโลสชีวภาพที่ช่วยกักเก็บความชุ่มชื้น และค่อยๆ ปลดปล่อยน้ำสู่ผิวหนังบริเวณที่แห้งขณะเดียวกันก็จะช่วยดูดซับของเหลวในบริเวณที่ชุ่มชื้นเกินไปด้วย ทำให้เกิดความสมดุลช่วยกระตุ้นกลไกการสมานแผลของร่างกายส่งเสริมให้มีการสร้างเนื้อเยื่อและเซลล์ใหม่สามารถฟื้นฟูเนื้อเยื่อทดแทนของเดิมที่เสียหายและช่วยกำจัดเนื้อเยื่อที่ตายแล้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้แผลหายเร็วขึ้นและทำให้ผิวหนังมีความชุ่มชื้นและด้วยเส้นใยที่ละเอียดจึงไม่ทำให้เกิดอาการเจ็บแสบในขณะลอกออกจากผิวหนัง

นอกจากนี้ สมบัติ รุ่งศิลป์ นักวิจัยเซลลูโลสชีวภาพยังได้พัฒนาแผ่นเซลลูโลสบริสุทธิ์ในรูปของแผ่นมาส์คหน้า และแผ่นปิดใต้ขอบตาผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะถูกควบคุมให้มีปริมาณน้ำและความหนาของแผ่นเซลลูโลสบริสุทธิ์แตกต่างกันโดยที่แผ่นมาส์คหน้าและแผ่นปิดใต้ขอบตาจะมีปริมาณน้ำสูงกว่าวัสดุปิดบาดแผล

เซลลูโลสชีวภาพที่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจากปลายข้าวมีความใสและเหนียวกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จากสับปะรด จึงเหมาะสำหรับทำเป็นแผ่นมาส์คหน้าเพื่อใช้สำหรับการเสริมความงาม ในขณะที่อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จากสับปะรดจะได้แผ่นวัสดุที่แห้งและหนากว่าซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อ ความหนาคือ ปริมาณน้ำตาล เป็นอันดับแรก และรองลงมาคือสารอาหารพวกโปรตีน เกลือแร่ที่ครบถ้วน

ภาพที่ 96 นายสมบัติ รุ่งศิลป์โชว์แผ่นเซลลูโลสชีวภาพ
ที่มา: http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9530000013641

ภาพที่ 97 แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวในรูปแบบของแผ่นมาส์คหน้า
ที่มา: http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9530000013641

ภาพที่ 98 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อใช้ประโยชน์เชิงการแพทย์และเพื่อความงาม
ที่มา: http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9530000013641

ภาพที่ 99 เซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าวเพื่อความงาม
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 10 กันยายน 2554

ทั้งนี้แผ่นเซลลูโลสชีวภาพจากอาหารเลี้ยงเชื้อปลายข้าว ยังมีคุณสมบัติดีกว่าและต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแผ่นเซลลูโลสจากอาหารเลี้ยงเชื้อน้ำสับปะรด และสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับปลายข้าวได้หลายเท่าซึ่งผลงานการผลิตเซลลูโลสชีวภาพนี้ได้รับรางวัลประกาศเกียรติคุณ ผลงานประดิษฐ์คิดค้นประจำปี พ.ศ.2553 ด้านวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ซึ่งได้มอบรางวัลเชิดชูเกียรติในงาน "วันนักประดิษฐ์ ประจำปี 2553" ให้กับ สมบัติ รุ่งศิลป์ ที่จัดขึ้นระหว่างวันที่ 2-5 ก.พ. 2553 ณ อิมแพ็ค เมืองทองธานี(ผู้จัดการออนไลน์ 2553)

ภาพที่ 100 สมบัติ รุ่งศิลป์ ได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติ ผลงานประดิษฐ์คิดค้น
ที่มา: ภาพถ่ายโดย กฤษณ์ เย็นสุดใจ วันที่ 10 กันยายน 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข.

คุณสมบัติเส้นใย

คุณเกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล ได้อธิบายถึงเส้นใยสามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์

1. เส้นใยธรรมชาติ ประกอบด้วย

1.1 ฝ้าย (Cotton)เส้นฝ้ายสามารถพบได้ในถิ่นที่เจริญแล้ว มีต้นกำเนิดตั้งแต่สมัยต้นคริสตศักราช 5000 สามารถเจริญเติบโตได้หลายพื้นที่ทั่วโลก สภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ อาหารในดิน ศัตรูพืช ที่แตกต่างกันทำให้ฝ้ายมีหลายชนิด โดยมีคุณสมบัติเส้นใยความขาว ความยาว ความละเอียด คงทนแตกต่างกันออกไป เส้นใยฝ้ายมีการถัก ทอ และย้อมมาตั้งแต่ต้นประวัติศาสตร์เนื่องจากมีประโยชน์หลายด้าน ราคาถูก คงทน ไม่ระคายเคือง คงสภาพ แม้เปียกน้ำ แห้งเร็ว ระบายความร้อนได้ดี ดูแลทำความสะอาดได้ง่าย

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอกคล้ายหลอดแบน บิดเป็นเกลียว ตรงกลางเป็นรูส่งน้ำตามแกน ผิวไม่เรียบและทึบแสง
- ความยาวเส้นใย 3-63มิลลิเมตร
- สีโดยส่วนใหญ่เป็นสีขาว ครีม น้ำตาล
- ความมัน มีความมันน้อย
- ความแข็งแรง ปานกลาง เมื่อเปียกน้ำมีความแข็งแรงเพิ่มเล็กน้อย
- การยืดตัว ยืดตัวดีกว่าลินิน แต่ต่ำกว่าไหมและขนสัตว์
- คืนตัวง่าย ยับง่าย ทนต่อความร้อนได้ดีในขณะรีด
- การดูดความชื้นดูดซึ้อได้ดี เส้นใยจะแข็งแรงเมื่อเปียกชื้น

ด้วยคุณสมบัติพิเศษฝ้ายสามารถผสมร่วมกับเส้นใยชนิดอื่นๆทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้น ใยสังเคราะห์เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและพื้นผิวสัมผัสที่แตกต่างออกไปได้อีกมากมาย สามารถย้อมสีได้จากสีแวท สีรีแอคทีฟ สีไดเรกและสีเบสิค

1.2 ลินิน (Linen หรือ Flax)ใยลินินมาจาก ส่วนเปลือกของต้นแฟล็กซ์ โดยการหมักให้เส้นใยหลุดออกจากเนื้อไม้ ถูกค้นพบตั้งแต่ยุคโบราณสมัยยุคหิน ปลูกได้ดีในประเทศเบลเยี่ยม ฝรั่งเศส ไอร์แลนด์ ใยลินินได้รับความนิยมมาโดยตลอดจนถึงปัจจุบัน ซึ่งในสมัยศตวรรษที่ 18-19 ชุดลินินและกระโปรงเป็นที่นิยมส่วมใส่มากในหน้าร้อนสามารถย้อมสีได้หลายชนิดเช่นเดียวกับฝ้าย นิยมย้อมด้วย สีรีแอคทีฟ สีแวทแต่ติดสีไม่ดีเท่าฝ้าย(นวลแข ปาลิวนิช 2535)

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอกเป็นเส้นใยเล็กๆเกาะกันมากมาย มีข้อเป็นปล้องๆ มีท่อส่งน้ำตรงกลาง
- ความยาวเส้นใย 150 -1,000 มิลลิเมตร
- สี ปกติฝ้ายมีเนื้อออกเหลือง จนถึงสีเทา
- มีความมันกว่าฝ้าย

- การยืดตัวไม่ค่อยดี
- การคืนตัวต่ำ ยับง่าย
- การดูดซึมความชื้น มีความสามารถในการดูดซึมดีกว่าฝ้ายแห้งเร็ว เส้นใยแข็งแรงเมื่อเปียกและหดเล็กน้อย
- ทนต่อความร้อนได้ดีในการรีด

1.3 ปอ (Jute)เป็นเส้นใยที่นิยมรองมาจากฝ้าย นิยมทำเป็นกระสอบ เส้นใยมีความแข็งแรงต่ำ ความแข็งแรงลดลงเมื่อโดนน้ำ และมีกลิ่นจึงจำเป็นต้องซักแห้งแทนการซักทั่วไป สามารถย้อมได้ ด้วยสีเบสิค สีแวท สีไดเรก เนื่องจากมีสารแทนนินในเส้นใยช่วยให้การดูดซึมสีได้ดี

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอก คล้ายลินินแต่ไม่มีลายตามข้อ
- ความยาวเส้นใย 4 – 7 ฟุต
- สีมีขาวและน้ำตาล ขึ้นอยู่กับอากาศ
- มีความมัน
- ความแข็งแรงไม่ค่อยดี
- การยืดตัวปานกลาง
- การดูดซึมความชื้น ความแข็งแรงลดลงเมื่อเปียกน้ำ
- ไม่ทนความร้อน

1.4 รามี่(Ramie)เส้นใยจากลำต้น สมัยโบราณคนจีนเรียกว่า ผ้าหญ้า เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่มีความชื้นสูง มีราคาแพงกว่าฝ้ายและลินิน เนื่องจากทนแสงแดดได้ดีกว่าและแข็งแรงกว่า มีความใกล้เคียงไหม การซักขึ้นอยู่กับชนิดสีที่ย้อม ทนต่อการรีดแต่แข็งกระด้าง เปราะง่าย ขาดการยืดหยุ่นสามารถย้อมสีได้ง่ายใช้สีประเภทเดียวกับฝ้าย(นวลแข ปาลิวนิช 2535)

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอกเส้นใยคล้ายริบบิ้น แบนยาว
- ความยาวเส้นใย 100 – 400 มิลลิเมตร
- ปกติมีสีขาว
- มีความมันคล้ายไหม
- มีความแข็งแรงสูงในบรรดาเส้นใยธรรมชาติ เมื่อโดนน้ำจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
- การยืดตัวไม่ค่อยดี
- การคืนตัวจากแรงอัด คืนตัวต่ำ ยับง่าย
- การดูดซึมความชื้นดีกว่าลินิน
- ทนความร้อนได้ดีเหมือนฝ้าย

1.5 ป่าน (Hemp)เป็นเส้นใยเก่าแก่เช่นเดียวกับลินิน มีความหยาบมาก นิยมทำเป็นเชือก ถุง หลังพรม

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอกเส้นคล้ายลินิน เกาะกันเหมือนกอไผ่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ความยาวเส้นใย 100 – 162 มิลลิเมตร
- สีเหลืองเทาจนเกือบน้ำตาลแดง
- มีความมันคล้ายลินิน
- มีความแข็งแรงสูงรองมาจากรามี่
- การยืดตัวไม่ดีสำหรับการทำสิ่งทอ
- การดูดซึมความชื้น มีความสามารถในการดูดซึมสูงกว่าฝ้ายและลินิน
- ความร้อนทนความร้อนได้ดีในการรีด

1.6 ขนสัตว์ (Wool)ขนสัตว์เป็นเส้นใยชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักนำมาปั่นเป็นด้ายและทอเป็นผืน ขนสัตว์ได้รับความนิยมมากเช่นเดียวกับฝ้าย ต่อมาขนสัตว์ได้รับความนิยมน้อยลงเนื่องจากการแข่งขันด้าน ราคาเส้นใยประดิษฐ์ ทำให้ไหมและขนสัตว์กลายเป็นสินค้าราคาแพง ดูแลรักษายาก ขนสัตว์ที่มีความสำคัญมากคือขนแกะ โดยทั่วไปการคัดเลือกคุณภาพของขนสัตว์จะดูที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์ กลางที่บอกถึงความหยาบ ความละเอียดของเส้นใยสามารถย้อมได้ดีทั้งสีแอสิค สีเบสิค สีไดเรก แสงแดดทำให้สีเปลี่ยนไป(Black and Garland 1975)

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอกผิวภายนอกเป็นเกล็ดแข็งภายในมีความอ่อนนิ่ม มีรูพรุนแบบฟองน้ำ ทำหน้าที่ดูดซึมและย้อมสีได้ดี
- ความยาวเส้นใย 25 – 150 มิลลิเมตร
- สี ปกติมีสีขาว บางชนิดอาจพบสีน้ำตาล สีเทา แล้วแต่บางชนิด
- ความมันไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับถิ่นกำเนิด และพันธุ์ของสัตว์ อากาศ ภูมิอากาศ
- ความแข็งแรงต่ำเมื่อเปียกน้ำ
- การยืดตัวดีมากทดแทนความแข็งแรงได้เป็นอย่างดี
- การคืนตัวจากแรงอัด คืนตัวได้ดี
- การดูดซึมความชื้น มีความสามารถดูดซึมดีกว่าเส้นใยอื่นๆ นำแทรกซึมเข้าไปใต้เกร็ดทำให้ดูเหมือนไม่เปียกน้ำ

1.7 ไหม (Silk)ใยธรรมชาติที่ได้จากโปรตีนจากรังไหม ไหม เป็นผ้าดั้งเดิมของประเทศจีน โบราณกว่า 4000 ปีก่อน มักใช้ในงานพิธีแต่งงานและชนชั้นสูงที่มีฐานะ ปัจจุบันผ้าไหมเป็นสินค้าราคาสูง เพราะมีความสวยงาม หรูหรา การย้อมผ้าไหมเป็นที่นิยมเนื่องจากดูโดดเด่น สง่างาม เงางาม ผ้าไหมมีคุณสมบัติพิเศษ คือ สวมใส่หน้าหนาวแล้วจะอบอุ่น สวมใส่หน้าร้อนแล้วจะเย็น ให้ความรู้สึกสบาย ไม่เหนียวและอับชื้น ทำความสะอาดได้ง่าย เป็นใยธรรมชาติที่มีความคงทนสูง การนำไหมกับเส้นใยสังเคราะห์มารวมกันทำให้มีราคาถูกลงและเพิ่มประโยชน์ใช้สอยในด้านอื่นๆเช่น เป็นสิ่งของตกแต่งบ้าน เครื่องแต่งกายสำเร็จรูป สามารถย้อมสีได้ดีกว่าขนสัตว์และได้สีที่เข้มกว่า

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอกเป็นเส้นใยเดี่ยว เรียบ มัน นุ่ม มีพื้นที่หน้าตัดรูปสามเหลี่ยมมุมมน
- ความยาวเส้นใย 390- 600 มิลลิเมตร
- สีปกติมีสีเหลืองจนถึงเทา

- มีความมันดีมาก
- ความแข็งแรงสูงที่สุด ด้วยผิวมันทำให้ลดปัญหาจากการเสียดสีความละเอียดทำให้คงทน เบา ความแข็งแรงลดลงเมื่อเปียก
- การยืดตัว ยืดตัวดีตามสายพันธุ์
- การคืนตัวจากแรงอัด คืนตัวกลับได้ดี ยับยาก
- การดูดซึมความชื้น มีความสามารถในการดูดซึม รับสีย้อมและสีพิมพ์ได้
- ความร้อน ทนต่อความร้อนได้ดีในเวลาสั้นๆ

2. ผ้าใยสังเคราะห์

J. Anderson Black และ Madge Garland ได้กล่าวถึงผ้าใยสังเคราะห์ประกอบด้วย

2.1 เรยอน (Rayon)เรยอนถูกค้นพบในปี 1910 เป็นใยประดิษฐ์ชนิดแรกที่ประกอบด้วยเซลลูโลส มีพื้นที่กว้าง ย้อมสีติดง่าย ดูดซับได้ดี บางเบา แห้งง่าย จับเดรปได้ง่าย มักใช้เป็นเครื่องแบบทหาร เสื้อคลุมในห้องเคมี ผ้าปูโต๊ะ สามารถย้อมสี ชนิดไดเรก สีแอสิดและสีดิสเพอร์ส

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอกเป็นขีดยาวตามแนวความยาว สามารถปั่นผสมกับเส้นใยอื่นได้
- ความยาวเส้นแล้วแต่กำหนด
- มีความมันหลากหลาย
- ความแข็งแรง มีความแข็งแรงกว่าขนสัตว์ แต่ต่ำกว่าไหม ความแข็งแรงลดลงเมื่อเปียกน้ำ
- สามารถคืนตัวจากแรงยืดได้ดีกว่าฝ้าย
- การดูดซึมความชื้นได้ดี
- ทนต่อความร้อน

2.2 แอซิเทต และไตรแอซิเทต (Acetate & Triacetate)ค้นพบเมื่อ ค.ศ.1924 และ 1954 สามารถนำไปจับเดรปได้สวยงาม หรูหรา แห้งเร็ว ไม่หดหรือแห้งกรอบ มักผูกใช้ในรูปของผ้าซาติน เครป ผ้าแพร มักนำไปตัดกระโปรง ไตรแอซิเทตจะมีความอยู่ตัวและแห้งกรอบกว่า มักจะใช้เป็นผ้าคลุม กระโปรง ชุดกีฬา ลายถักเป็นส่วนผสมของผ้ายืดและสักหลาด สามารถย้อมสีได้จากสีพิเศษที่เรียกว่า Solution Dry

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ความยาวเส้นใยมักผสมกับเส้นใยอื่นๆ
- สีมีความใส
- มีความมันหลากหลาย
- ความแข็งแรงต่ำ เมื่อเปียกน้ำ
- ไตรแอซิเทตคืนตัวได้ดีกว่าแอซิเทต
- แอซิเทตสามารถดูดซึมความชื้นได้ดีกว่าไตรแอซิเทต
- ไตรแอซิเทตทนความร้อนได้ดีกว่าแอซิเทต

2.3 ไนลอน (Nylon)ไนลอนถือเป็นเส้นใยชนิดแรกที่ปราศจากใยธรรมชาติผสม เป็นเส้นใยที่เกิดจากการทดลองพอลิเมอร์เพื่อเลียนแบบโครงสร้างเส้นใยธรรมชาติ มีความบอบบาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทนทานในอุณหภูมิสูงสามารถอัดพลีทได้ ไม่หด ไม่เป็นขุย แห้งเร็ว สกปรกและขึ้นราได้ยาก มักนำมาเป็นเข็มขัดกระเป๋า ตาข่าย ย้อมสีได้ทุกชนิดแต่ไม่คงทน

คุณสมบัติทางกายภาพ

- ลักษณะภายนอก มีความยาวสม่ำเสมอตามความต้องการ ผิวเรียบ หน้าตัดทรงกลม
- ทั่วไปมีสีขาว
- ความมันค่อนข้างสูง
- ความแข็งแรงสูง
- ยืดหยุ่นสูง คืนตัวจากแรงอัดได้ดีมาก
- การดูดซึมความชื้นต่ำ
- ทนความร้อนได้ดีเท่า แอซิเทต

2.4 โอเลฟิน (Olefin)ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ.1949 โอเลฟินได้จากปิโตเลียม มีลักษณะ การย้อมที่เป็นเอกลักษณ์ พื้นผิวสม่ำเสมอ แพ้สารเคมีและความร้อน แห้งเร็ว มักใช้เป็นพรม เครื่องใช้ในบ้าน กระเป๋า เชือก

2.5 พอลิเอสเทอร์(Polyester)ถูกค้นพบครั้งแรกในปีค.ศ.1953 ผลิตได้จาก ถ่าน ก๊าซ น้ำ ปิโตเลียม มีความทนทาน ไม่ยืดหรือหด ทนต่อสารเคมี แห้งเร็ว ย้อมติดง่าย พื้นเรียบ น้ำหนักเบา ไม่ระคายเคืองผิว อัทพลีทได้สามารถใช้เป็นผ้าคลุมเตียง เสื้อคลุม ในการย้อมต้องใช้สีดิสเพอร์สที่ใช้อุณหภูมิสูง

คุณสมบัติทางกายภาพ

- ลักษณะภายนอกผิวเรียบ พื้นที่หน้าตัดมีหลายแบบแล้วแต่การใช้งาน
- มีสีขาว
- ความมัน มีความมันหลากหลาย
- ความแข็งแรงคงทนต่อการขัดถู
- การคืนตัวจากแรงอัดดี
- การดูดซึมความชื้นค่อนข้างต่ำ
- ทนความร้อนได้แตกต่างตามชนิดของพอลิเมอร์

2.6 อะคริลิก (Acrylic)ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ.1950 ต่อมาตั้งชื่อเป็น Orlon สกัดได้จากถ่าน น้ำ อากาศ น้ำมัน หินปูน และธาตุอื่นๆ มักใช้เป็นพรม ไหมพรม ชุดกระโปรง ชุดสกี ถุงเท้า ของตกแต่งบ้านสามารถย้อมได้จากสีแอสิด เบสิก และสีแวทบางชนิด

คุณสมบัติทางกายภาพ

- ลักษณะภายนอกผิวเรียบ หน้าตัดทรงกลม มีความยาวสั้น คืนตัวดี
- มีสีขาว
- มีความมันหลากหลาย
- แข็งแรงปานกลาง
- การยืดตัวค่อนข้างต่ำ
- การคืนตัวจากแรงอัดดีมาก ทนทานต่อการยับ ดูแลรักษาง่าย

- การดูดซึมความชื้นค่อนข้างต่ำ
- ทนความร้อนได้ไม่เกิน 135 องศา

2.7 มอดอะคริลิก (Modacrylic)ถูกค้นพบในปี ค.ศ.1949 เป็นเส้นใยที่ดัดแปลงมาจากอะคริลิก ดูดซับน้ำ แห้งเร็ว ทนไฟมีส่วนผสมของขนสัตว์ มักใช้ทำเป็น เสื้อคลุม พรม ผมปลอม หมวก สามารถย้อมสีจาก สีเบสิก และแวท

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ลักษณะภายนอก ผิวเรียบพื้นที่หน้าตัดคล้ายอะคริลิค ความยาวตามการใช้สอย
- มีสีครีม
- ความมัน มีความมันหลากหลาย
- ความแข็งแรง มีความแข็งแรงปานกลาง
- การยืดตัว ดีกว่าอะคริลิก
- การคืนตัวจากแรงอัดดีมาก ทนต่อการยัง ดูแลรักษาง่าย
- แต่ละชนิดดูดซึมความชื้นแตกต่างกัน
- ความร้อนไม่เกิน 135 องศา

2.8 ซาราน (Saran)ถูกค้นพบในปีค.ศ.1941 เนื้อเส้นใยประกอบด้วยพอลิเมอร์สังเคราะห์ 80 % มีความสั้นยาวแล้วแต่การใช้งาน สามารถทนต่อสารเคมีทั้งกรด และด่างได้ดี ทนทานต่อการยืดดึง ทนแสงแดดเชื้อรา ทำความสะอาดง่ายด้วยสบู่และน้ำ ย้อมติดยากจำเป็นต้องย้อมด้วย Solution Dye ไม่ติดไฟ มีน้ำหนักมากจึงใช้เป็นผ้าคลุมรถ เก็บอาหารและผ้าบุเก้าอี้

2.9 ไวเนียน (Vinyon)ถูกค้นพบในปี ค.ศ.1939 เนื้อเส้นใยประกอบด้วยพอลิเมอร์สังเคราะห์ 85 %ลักษณะบาง แพ้ความร้อน ทนต่อสารเคมี แมลงและรา คล้ายใยโพลีวินคลอไลด์ ใช้พรมกระดาษ และผ้าให้ความอบอุ่นน่าสัมผัส

2.10 สแปนเดกซ์ (Spandex)ถูกค้นพบในปี ค.ศ.1959 สามารถยืดดึงได้ถึง 450-700% และคืนกลับรูปเดิมได้ ลักษณะ โปร่ง เนื้อเรียบ น้ำหนักเบา โดยทั่วไปการยืดตัวมีสองชนิด คือ

2.10.1 การยืดเพื่อการใช้งาน มีความสำคัญต่องานที่ต้องการรับกำลังยืดดึงถึง 200% รองรับกล้ามเนื้อ รัดรูปให้ดูดี เช่นชุดว่ายน้ำ

2.10.2 การยืดเพื่อความสบาย มีความสำคัญต่อเสื้อผ้าสวมใส่ภายนอกที่สวมใส่สบายดูแลรักษาง่าย สามารถยืดดึงได้ 10-15%แต่เดิม ยางธรรมชาติถูกค้นพบในปี ค.ศ.1930 ผลิตได้จากต้นยางมีน้ำหนักเบา เส้นใยมีขนาดสม่ำเสมอมักถูกซ่อนไว้ระหว่างกลางเส้นใยเพื่อป้องกันการถูกเสียดสี แต่ขาดความทนทานสามารถถูกทำลายได้ด้วย การหมัก แสงแดด น้ำมัน เหงื่อ ไม่เหมาะกับการซักแห้ง ในปี ค.ศ.1958 บริษัทดูปองท์ ประสบความสำเร็จในการคิดค้น เส้นใยยืดชนิดใหม่ ไลครา (Lycra)

ภาคผนวก ค.

แบบสอบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

เรื่อง การออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว (Biometric Personal Authentic for Bio-Nonwoven Fashion)

วัตถุประสงค์ แบบสัมภาษณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นด้านการออกแบบ และแนวคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม

ข้อมูลทั่วไป

ผู้ให้สัมภาษณ์ ชื่อ – ชื่อสกุล .....

สถานที่ติดต่อ (ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์) .....

.....

สถานที่ให้สัมภาษณ์.....

วันเวลาที่สัมภาษณ์.....

เวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์ .....ชั่วโมง

ประเด็นหลักในการสัมภาษณ์

1. ประเด็นของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
2. ประเด็นของวัสดุใหม่ เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
3. ประเด็นการออกแบบ
4. ประเด็นรูปแบบเครื่องแต่งกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่สละเวลา และให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์ มา ณ โอกาส นี้

นายกฤษณ์ เย็นสุดใจ
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาศิลปกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. คุณมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสชีวภาพ

.....

.....

.....

.....

2.คุณคิดอย่างไรกับเศษวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการตัดเย็บ

.....

.....

.....

.....

3.วัสดุที่สามารถย่อยสลายได้มีความต้องการมากแค่ไหนในวงการแฟชั่น

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.รูปแบบความเป็นไปได้ในอนาคตเกี่ยวกับวัสดุทางเลือกใหม่กับแฟชั่น

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกฤษณ์ เย็นสุดใจ เกิดวันที่ 18 ธันวาคม 2512 กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี

1996-Design Institute of San Diego Interior Design Bachelor of Fine Arts in Interior Design (BFA) San Diego California, USA

1997-Unversita per Stranieri di Siena Attestato di Frequenza e Profitto Siene, Italy

ระดับปริญญาโท

2000- Istituto Marangoni Master of Fashion Design(MA) Milan, Italy

ระดับปริญญาเอก

ศิลปกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาศิลปกรรมศาสตร์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2557

ผลงาน

Designer of the Year 2005 จาก มหาวิทยาลัยศิลปากร

รางวัลระดับเหรียญทองแดง จาก Design for Asia (DFA) Awards 2008 ประเทศฮ่องกง

รางวัลระดับเหรียญทอง Asian Publishing Awards 2013 จากL'OFFICIEL ประเทศไทย

รางวัลระดับเหรียญทอง Best Feature on Asian Fashion MAE FAH LUANG(King's Mother) ประเทศฟิลิปปินส์

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน

อาจารย์พิเศษสอนการออกแบบ สาขาวิชาศิลปกรรมศาสตร์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ สาขาวิชาการออกแบบเครื่องแต่งกาย คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาศิลปากร

Designer มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง