

## ใยไหม (Silk)

### ประวัติของเส้นใยไหม

มนุษย์เริ่มรู้จักเส้นใยไหมในระหว่าง 2700–2600 ปีก่อนคริสตศักราช ในสมัยจักรพรรดิฮวงตี้ (Huang-Ti) ผู้ปกครองประเทศจีน ทรงมีพระมเหสีชื่อ ลีลิ่งจี้ (His-Ling-Shi) พระนางได้ทำการศึกษา เรื่อง หนอนผีเสื้อชนิดหนึ่ง ที่กัดกินใบหม่อนเป็นอาหาร เมื่อตัวหนอนโตเต็มที่ก็จะชักใยออกมาห่มหุ้มตัวมันเองเพื่อพักผ่อนคอยระยะเวลาที่จะกลายเป็นตัวผีเสื้อต่อไป พระนางทรงเก็บรังดักแต่จะพองขึ้น เห็นเป็นเส้นใยกระจายตัวอยู่โดยรอบ เมื่อดึงออกมาจะได้เส้นใยที่มีความยาวมากติดต่อกันโดยไม่ขาดและมีความเหนียวมากใช้ทอเป็นผ้าได้ พระนางได้พยายามศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตลอดมาจนสามารถนำมาใช้ทอผ้าได้ผลดีและรู้จักการเลี้ยงไหม ทอผ้าไหมจนถึงปัจจุบัน

ประมาณปี พ.ศ. 903 เปอร์เซียกลางเป็นศูนย์กลางการค้าผ้าไหมระหว่างเอเชียและยุโรป ความสวยงามของผ้าไหมเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยฟื้นฟูศิลปะยุค Renaissance การค้าผ้าไหมในสมัยนั้นใช้ชั่งน้ำหนักแลกกับทองคำเป็นน้ำหนักต่อน้ำหนัก การค้าไหมในสมัยนั้นเจริญรุ่งเรืองมาจากประเทศหนึ่งไปสู่อีกประเทศหนึ่ง จนรู้จักกันอย่างแพร่หลาย จากชนชั้นสูงมากเป็นชนชั้นกลางและในปัจจุบันใครมีความสามารถซื้อมาได้ก็สามารถสวมใส่ได้ทั้งสิ้น

สำหรับประเทศไทยนั้น จากหลักฐานปรากฏพบในสมัยกรุงศรีอยุธยามีการใช้ผ้าไหมรวมอยู่ด้วย แต่มีการส่งเสริมการเลี้ยงไหมประมาณปี พ.ศ. 2444 ในสมัยรัชกาลที่ 5 พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยจ้างผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่นมาสำรวจและแนะนำการเลี้ยงไหม และโปรดให้สมเด็จพระนางเจ้าเสาวภาผ่องศรี พระบรมราชินีนาถ ทรงศึกษาการสาวไหมกับผู้อำนวยการชาวญี่ปุ่น ต่อมาประมาณ พ.ศ. 2447 กระทรวงศึกษาธิการได้เปิดโรงเรียนสอนการทอผ้าไหม และในปี พ.ศ. 2453 ไทยเริ่มส่งเส้นใยไหมดิบเป็นสินค้าออก โดยเพิ่มมากขึ้นเป็น 2 เท่า ในปี พ.ศ. 2458 หลังจากนั้นรัฐบาลได้ยกเลิกนโยบายสนับสนุนการเลี้ยงไหม เนื่องจากตัวหนอนไหมเกิดโรคระบาด ขาดทุน จึงไม่มีการส่งออกอีก

รัฐบาลเริ่มสนใจส่งเสริมการเลี้ยงไหมอีก ในราวปี พ.ศ. 2479 แต่ก็ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เพราะขาดการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ตลอดจนสภาพความเป็นอยู่และเศรษฐกิจของประเทศตกต่ำ ภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ประชาชนจึงสนใจการเลี้ยงไหมเพิ่มขึ้น รัฐบาลสนับสนุนโดยเพิ่มงบประมาณอุดหนุนเพื่อทดลองเลี้ยงไหม ซึ่งกระทรวงเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบการต่อไป

### การเลี้ยงไหมและการผลิตผ้าไหม

ตัวหนอนไหมสามารถเลี้ยงได้ดีทุกแห่ง บนพื้นที่ที่สามารถปลูกต้นหม่อนได้ผลดี โดย

เฉพาะบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เส้นใยไหมได้มาจากไข่ของตัวหนอนของแมลงจำพวก Moth ชนิดที่มีชื่อว่า Bombyx Mori ตัวหนอนไหมเหล่านี้จะกินใบหม่อนเป็นอาหาร การเลี้ยงหม่อนไหม เป็นอาชีพที่ต้องใช้แรงงาน ความอดทน และความชำนาญ เนื่องจากไม่สามารถจำกัดเวลาได้ หม่อนไหมตัวเมียจะวางไข่เดือนละครั้ง แต่ครั้งจะมีจำนวนประมาณ 700 ฟอง ไข่แต่ละฟองจะมีขนาดเท่ากับหัวเข็มหมุด มีจุดเล็ก ๆ ที่ปลายข้างหนึ่ง มีลักษณะอ่อนนุ่ม เป็นส่วนที่ตัวหนอนไหมจะฟักไข่ออกมาได้สะดวก ก่อนที่จะทำการฟักไข่ จะต้องตรวจสอบว่าปราศจากเชื้อโรค เพื่อป้องกันการแพร่เชื้อโรคต่อหนอนไหม และไข่ไหมสามารถเก็บไว้ในห้องเย็นได้เป็นเวลานานจนกว่าจะพร้อมที่จะฟักหรือเมื่อสามารถหาปริมาณในหม่อนได้เพียงพอแล้ว จึงให้ความอบอุ่นแก่ไข่ไหม 2-3 วันต่อมา หนอนไหมก็จะฟักตัวออกมาจากไข่ และเริ่มกินใบหม่อนอ่อน ๆ เป็นอาหาร ในระยะแรกนี้หนอนไหมจะกินใบหม่อนจุกมาก ต้องเตรียมให้เพียงพอในระยะนี้หนอนไหมจะยาวเพียง  $\frac{1}{4}$  นิ้ว

ในระหว่างที่เป็นหนอนไหม จะมีการลอกคราบ 4 ครั้ง แต่ครั้งจะสร้างหนังใหม่ขึ้นเพื่อห่อหุ้มตัวที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ในระยะสุดท้ายของการเป็นหนอนไหม จะมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 10,000 เท่า ของเมื่อแรกฟักเป็นไข่ไหม มีความยาวเพิ่มขึ้นประมาณ 3 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง  $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$  นิ้ว ในระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 22 วัน เป็นระยะที่ตัวหนอนไหมพร้อมที่จะชักใยเป็นรังไหมหุ้มหนอนไหม ซึ่งเรียกว่าดักแด้ (Cocoon)

ตัวหนอนไหมจะปล่อยใยโปรตีนเหนียวออกจากต่อมที่อยู่ที่หัวเพื่อทำรังหุ้มตัวดักแด้ ใยจะออกมาเป็นเส้นคู่ มีสารที่เรียกว่า Sericin เคลือบใยทั้งคู่ให้เป็นเส้นเดียวกัน ตัวดักแด้จะชักใยพันตัวมันเองในลักษณะเป็นเลขแปด (8) ของเหลวที่พ่นออกมาจะแข็งตัวเมื่อถูกอากาศ การสร้างรังจะสร้างหุ้มตัวดักแด้จากภายนอกเข้ามาภายใน ขณะชักใยขนาดตัวดักแด้จะเล็กลง ไม่มีการกินอาหาร เตรียมสร้างปีกเพื่อจะเจาะรังออกมาเป็นผีเสื้อ สำหรับผสมพันธุ์ต่อไป รังไหมที่ใช้สาวทำเส้นใยไหมจะต้องไม่ปล่อยให้ตัวดักแด้เจาะรังออกมา เส้นไหมจะขาดเป็นท่อนสั้น ๆ ใช้สาวทำเส้นใยไหมไม่ได้ ระยะของการทำรังของไหมประมาณ 8-12 วัน แล้วเก็บรังไหมในห้องที่มีความเย็นต่ำประมาณ 2 วัน ต่อจากนั้นนำไปอบโดยใช้ความร้อน 90°C เวลา 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวดักแด้ตาย และเตรียมสำหรับการนำรังไหมไปสาวเอาเส้นใยไปทอเป็นผ้าต่อไป

**พันธุ์ไหม** ไหมที่นิยมเลี้ยงกันอยู่ในปัจจุบันนี้แบ่งออกเป็น 3 พันธุ์ คือ

1. ไหมพันธุ์ต่างประเทศ เป็นไหมที่มีรังสีขาวใหญ่ ทรงกลมรูปไข่ มีความยาวเส้นไหมรังเดียวไม่ต่ำกว่า 1,000 เมตร ไข่ไหมมีระยะการฟักตัวโดยฟักออกได้ตามธรรมชาติ ปีละ 1-2 ครั้ง

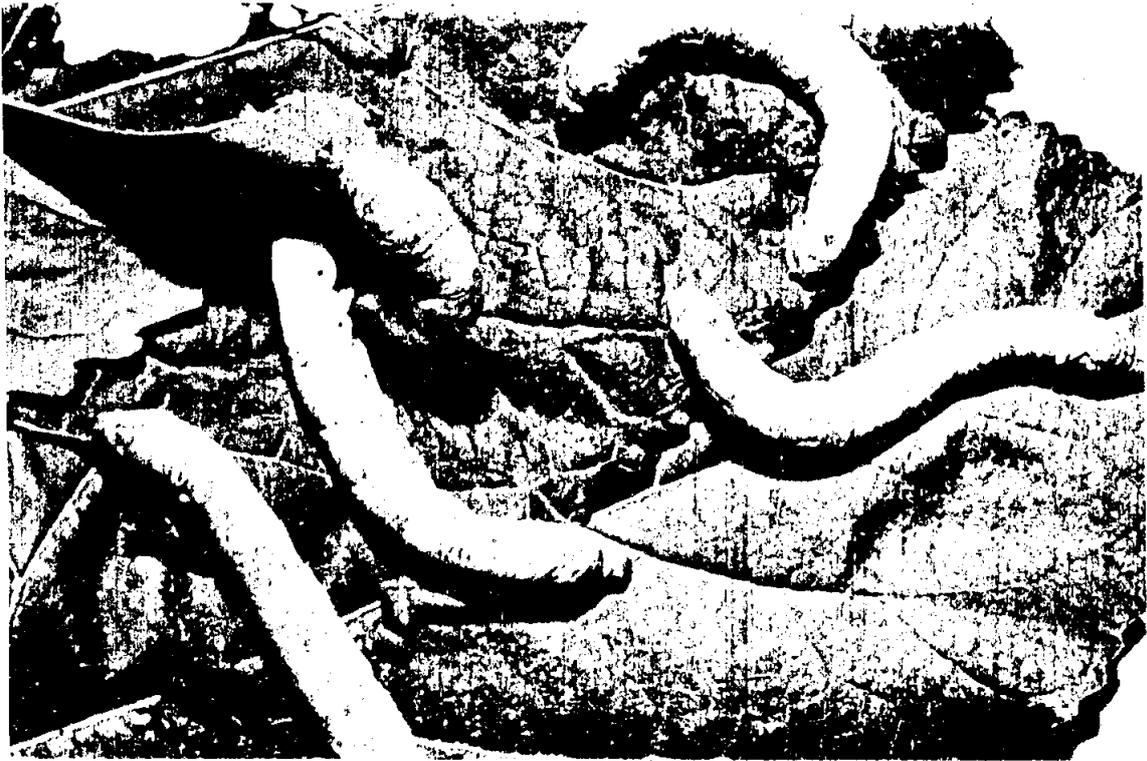
แต่สามารถบังคับให้พักได้ตามความต้องการ เมื่อมีการนำไข่ผ่านความเย็นที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่กำหนดอย่างถูกต้องแล้วนำออกพักเทียมด้วยกรดเกลือ ถ้าต้องการจะซื้อไข่ใหม่ให้ใช้พันธุ์ชาวพิรุณ 1 พันธุ์นครราชสีมาลูกผสม 1 และใหม่พันธุ์ที่นำเข้ามาจากญี่ปุ่น เกาหลีและไต้หวัน เป็นต้น ใหม่พันธุ์นี้ต้องเลี้ยงอย่างดีถูกหลักวิชาการ เพราะหนอนใหม่จะกินใบหม่อนจุ เลี้ยงยากแต่รังใหม่ได้ราคาดี

2. ใหม่พันธุ์พื้นเมืองไทย เป็นใหม่ที่เลี้ยงกันทั่วไป รังมีสีเหลืองสด รูปร่างยาวแบบกระสวย แลมห้วนแหลมท้าย เส้นไหมมีความยาวรังเดี่ยว 200—500 เมตร เป็นพันธุ์ที่เลี้ยงง่าย แข็งแรง ทนต่อโรคและสภาพภูมิอากาศร้อนแบบไทยได้ดีกว่าใหม่พันธุ์ต่างประเทศ เส้นไหมต้องสาวด้วยมือ สาวด้วยจักรไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถเลี้ยงคราวละมาก ๆ ได้ ควรซื้อไข่ใหม่จากหน่วยราชการ จะได้เส้นใยคุณภาพดีและใยยาว ใหม่พันธุ์นี้ได้แก่ เหลืองพิรุณ 2 นางน้อยศรีระเกษ นางเหลือง นางเขี้ยว นค.4 และ บร.9 เป็นต้น

3. ใหม่พันธุ์ไทยลูกผสม เป็นพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ไทยกับพันธุ์ต่างประเทศ มีรังขนาดใหญ่กว่าใหม่พันธุ์ไทย รังกลมรูปไข่ สีเหลืองสด ความยาวเส้นไหมรังเดี่ยว 700—1,000 เมตร เลี้ยงง่ายกว่าใหม่พันธุ์ต่างประเทศ จะสาวเองหรือส่งโรงงานก็ได้ ข้อเสียคือ ผลิตไข่ใหม่ไม่ได้เอง ต้องซื้อจากหน่วยราชการจะได้ผลดีกว่า ใหม่พันธุ์นี้ได้แก่ เหลืองพิรุณ 1 นครราชสีมาลูกผสม 60 และพันธุ์ดอกบัว เป็นต้น



ภาพที่ 26 ลักษณะรังไหม



ภาพที่ 27 ทิวคักแด่ขณะกินใบหม่อนและขณะชักใยพันรอบตัวเป็นรังไหม

## วงชีพของไหมพอลสรุปได้ดังนี้

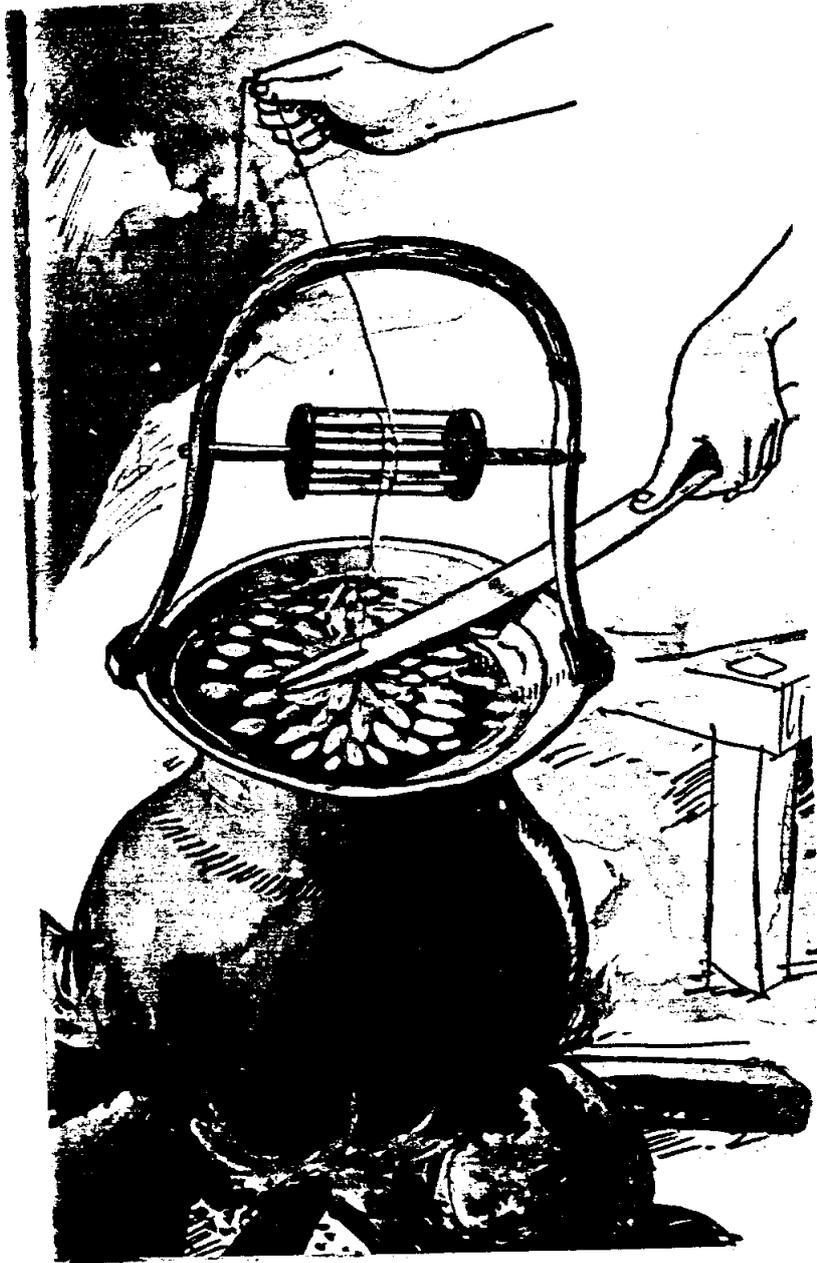
ไข่ไหม 10-12 วัน → ตัวหนอนไหม 22 วัน → ทำรัง (cocoon) 8-12 วัน  
(กินใบหม่อนเป็นอาหาร)  
เจาะรังเป็นผีเสื้อ → ผสมพันธุ์ → วางไข่ → ตาย

นอกจากการเลี้ยงและผลิตเส้นไหมจากหนอน *Bombyx mori* แล้ว ยังมีหนอนที่สามารถให้เส้นไหมอื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น หนอนไหมกลุ่มที่ให้เส้นไหมที่เรียกว่า ไหมป่า (*Tussah silk*) เป็นหนอนในตระกูล Species *Antheraea* กินใบโอ๊กเป็นอาหาร หนอนพวกนี้เจริญเติบโตเองในป่า สัตว์ธรรมชาติเป็นสัตว์ล่าอ่อน ฟอกขาวไม่ได้ มีมากในประเทศจีน และอินเดีย หนอนไหมอีกชนิดหนึ่งในตระกูล Species *Attacus ricini* กินใบและต้นถั่ว *castor* เป็นอาหาร เป็นหนอนไหมที่ให้เส้นไหมที่มีคุณภาพดี มีสีขาวบริสุทธิ์ แต่มีจำนวนน้อย พบมากในเอเชีย อเมริกาใต้ และอเมริกากลาง

### ขั้นตอนการผลิตผ้าไหม

การสาวไหม (Reeling) เริ่มจากนำรังไหมที่ผ่านการอบให้ตัวดักแดดตายแล้วมาสาวเส้นไหมเตรียมภาชนะต้มน้ำให้ร้อน อุณหภูมิประมาณ 95°C ใส่รังไหมที่จะสาวลงในน้ำที่ต้มประมาณ 10-15 รัง เมื่อรังไหมแช่ลงในน้ำร้อนรังไหมจะขยายพองตัวออกสามารถสาวเส้นไหมออกได้ ใช้ปลายไม้แตะที่รังไหมในภาชนะที่ต้ม ปลายไม้จะเกี่ยวปลายเส้นไหมออกมารวมกันหลาย ๆ เส้น แล้วสาวขึ้นมาผ่านเข้า ระวัง ที่เรียกว่า **Reel** หรือใส่ในภาชนะที่รองรับ ในขณะที่สาวเส้นไหมนั้น เส้นไหมจะรวมกันหลาย ๆ เส้น และเข้าเกลียวหลวม ๆ ไปด้วย ระวังที่สาวไหมจะต้องสังเกตว่ารังไหมที่อยู่ในน้ำที่ต้มนั้น เส้นไหมที่อยู่โดยรอบรังไหมแต่ละรังหมดหรือยัง ต้องคอยเติมรังไหมลงไปเรื่อย ๆ เส้นไหมที่สาวจะได้ต่อกันเป็นเส้นยาวไม่ขาด การสาวไหมต้องใช้ความชำนาญและทักษะมาก เพื่อจะได้เส้นไหมที่เรียบเล็กสม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น จึงจะได้เส้นไหมที่มีคุณภาพดี

การเข้าเกลียว (Throwing) เมื่อเส้นไหมถูกสาวหรือดึงมารวมกัน ผ่านเข้าระวัง เส้นไหมจะถูกเข้าเกลียวหลวม ๆ ไปด้วย ในขั้นตอนนี้ถ้าทำด้วยเครื่องจักร จะเรียกว่า Throwing ซึ่งถือว่าเป็นการเข้าเกลียวขั้นแรก เมื่อต้องการเส้นด้ายไหมที่มีขนาดใหญ่ก็ต้องนำเส้นไหมนี้ไปเข้าเกลียวอีกครั้งตามที่ต้องการ ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กัน คือ



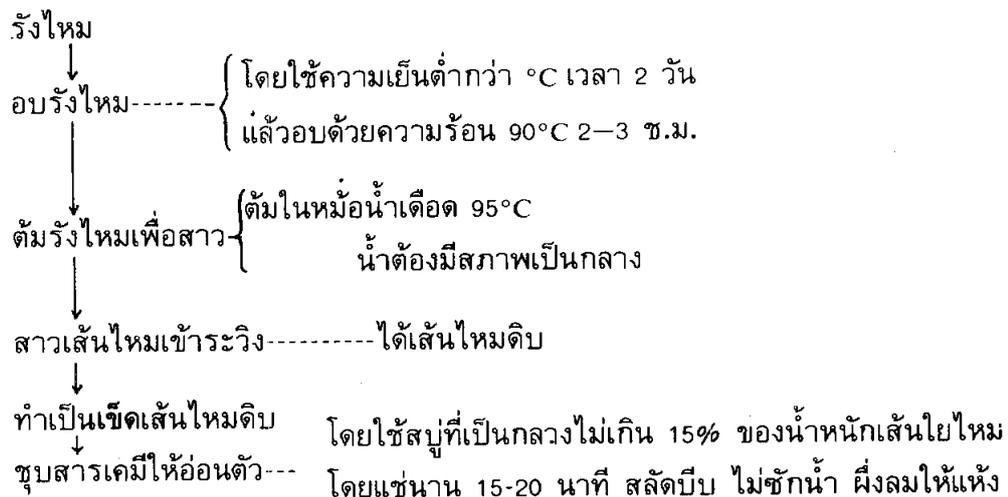
ภาพที่ 28 การสาวรังไหม

1. เส้นด้ายเดี่ยว (Single) ได้จากเส้นใยยาวเข้าเกลียวรวมกันในลักษณะเกลียวหลวมปานกลางหรือแน่น ส่วนใหญ่ทำเส้นด้ายยืน
2. เส้นด้ายรวม (Tram silk) เป็นเส้นด้ายที่รวมเอาเส้นด้ายเดี่ยว 2-3 เส้น มาเข้าเกลียวรวมกันหลวม ๆ เส้นด้ายเหนียวปานกลาง มักใช้ทำเส้นด้ายพุ่ง
3. เส้นด้ายรวม (Organzine) เป็นเส้นด้ายรวม 2 Ply หรือมากกว่าเข้าเกลียวแน่น เป็นเส้นด้ายเหนียวมาก ใช้ทำเส้นด้ายยืน ถ้าเข้าเกลียวแน่นมากและจำนวนเกลียวมาก เรียกว่า เครปอแกนซัน (Crepe Organzine) ใช้ทอผ้าไหมเครปและผ้าไหมชีฟอง
4. เส้นด้ายรวม (grendine) คือเส้นด้ายรวมที่เกิดจากการรวมเส้นด้ายเดี่ยว 2-3 เส้น แล้วนำมาเข้าเกลียวรวมกัน โดยเข้าเกลียวไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน

**การปั่น (Spinning)** จะทำกับเส้นใยสั้น ๆ ที่ขาดหรือได้จากรังไหมที่ตัวดักแด้เจาะรังออกมา นำมาปั่นรวมเป็นเส้นด้าย มักจะได้เส้นด้ายที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอ มีคุณภาพต่ำ

การลอกกาว (Degumming) เส้นไหมดิบ จะมีกาวที่เรียกว่า เซริซิน (Sericin) เคลือบอยู่โดยรอบเส้นใย จะต้องล้างเอากาวออกในขั้นแรก ก่อนนำผ้ามาตกแต่ง ไม่ว่าจะเป็นเส้นด้ายหรือเมื่อเป็นผืนผ้าแล้ว วิธีทำโดยต้มกับน้ำสบู่ ให้สะอาด แต่ถ้าต้องการให้ได้ผ้าที่มีเนื้อแข็งก็ไม่ต้องล้างกาวออกหมด

จากขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมา เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น สรุปได้ดังนี้คือ





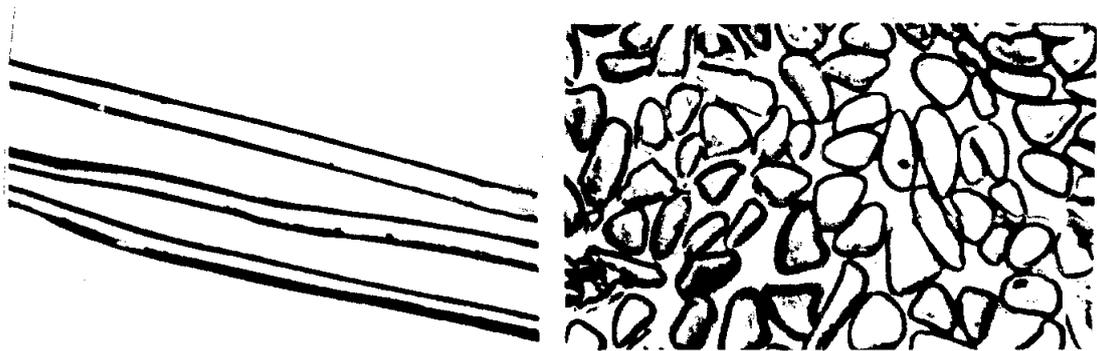
## โครงสร้างทางกายภาพ

1. **รูปร่างของเส้นใย** เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์เส้นใยไหมที่ทำความสะอาดแล้ว จะมีลักษณะเป็นแท่งยาวบางโปร่งแสง ผิวเรียบ ถ้าชนิดที่ยังไม่ได้ทำความสะอาด (ล้างเอาการออก) จะมีผิวหยาบและขรุขระ ส่วนเส้นไหมป่าจะมีขนาดไม่สม่ำเสมอ บางตอนแคบและบาง รูปร่างด้านหน้าตัดขวางจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียว ที่จัดเป็นเส้นใยยาว ความยาววัดจากการสาวไหมหนึ่งรัง จะยาวประมาณ 1,000–1,300 หลา และบางเส้นอาจยาวถึง 3,000 หลา ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 9–11 ไมครอน เส้นใยเรียบสม่ำเสมอที่ดี มีความมันตามธรรมชาติมีความสวยงามมาก สีธรรมชาติเป็นสีขาวหรือสีครีม และสีเหลือง ยกเว้นไหมป่าจะมีเส้นใยไม่เรียบ มีสีน้ำตาล และมีความมันน้อย

ภาพแสดงลักษณะเส้นใยไหม

ภาพตามยาว

ภาพตามขวาง



ภาพที่ 29 แสดงลักษณะเส้นใยไหมตามยาวและตามขวาง

2. **ความเหนียว** ไหมเป็นเส้นใยที่มีความเหนียวมาก มีความเหนียว เมื่อแห้ง 2.4 – 5.1 กรัม ต่อดีเนียร์ เมื่อเปียกความเหนียวลดลง 15 – 20%

3. **การยืดหยุ่นและการยืดได้** เส้นใยไหมยืดหยุ่นได้ดี และยืดได้มากขึ้นเมื่อเปียก ประมาณ 33 – 35% เมื่อดึงเส้นใยไหมออก 2% จะหดกลับเข้าที่เดิมได้เพียง 92%

4. **การดูดความชื้น (Moisture regain)** เส้นใยไหมดูดความชื้นได้ดีที่สภาวะมาตรฐาน 11% และเมื่อมีอากาศชื้นมาก จะดูดความชื้นได้ถึง 25 – 35% คุณสมบัติข้อนี้จะทำให้ไหมสามารถย้อมสีติดง่าย และทำการตกแต่งได้ดี แต่เส้นใยไหมมีข้อเสียตรงที่สามารถดูดซึ่มของเหลวที่ไม่บริสุทธิ์ เช่น เกลือของโลหะไว้ได้ ซึ่งสารเหล่านี้จะทำลายเส้นใยไหมทำให้เส้นใยไหมแยกตัว และลดความแข็งแรงลง

**5. การทนความร้อน** ไหมจะลู่ไหม้ เมื่อนำไปจ่อที่เปลวไฟ แต่เมื่อเอาออกจากไฟจะดับเอง ถ้าเป็นก้อนแข็ง กลิ่นเหมือนนมไหม้ไฟ ความร้อนที่เหมาะสมสำหรับรีดประมาณ 135°C (275°F) จะไม่เป็นอันตรายต่อผ้าไหม แต่ถ้ารีดด้วยความร้อน สูงถึง 300°F ขึ้นไป จะทำให้เส้นใยไหมเปลี่ยนสีและเสื่อมคุณภาพในที่สุด

**6. ความหนาแน่น** หรือความถ่วงจำเพาะของผ้าไหม ผ้าไหมมีความหนาบางต่าง ๆ กัน ตามชนิดของเส้นด้าย แต่เฉลี่ยแล้ววัดได้ประมาณ 1.25–1.34 กรัม/ลบ.ซม. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าขนสัตว์แล้วมีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับใยเซลลูโลสอื่น ๆ ผ้าไหมจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าหรือเบากว่า

**7. ความคงรูปและการคืนตัว** ผ้าไหมจะไม่ยืดและไม่หดมากเมื่อซัก ถิ่นตัวหรือคงรูปได้ปานกลางเมื่อแขวนไว้ผ้าไหมจะหายยับได้บ้าง แต่ไม่ดีและไม่รวดเร็วเท่าผ้าขนสัตว์

### **คุณสมบัติทางเคมี**

1. ปฏิกริยาต่อกรดไหมไม่ทนต่อกรดโลหะ เข้มข้น จะทำให้ไหมเสื่อมคุณภาพ กรดเกลือ เข้มข้นจะทำให้ไหมละลาย เพราะโครงสร้างของโมเลกุลของเส้นใยจะดูดเอากรดเข้าไปอย่างรวดเร็ว และกรดจะเกาะจับกันแน่น กรดจะไปทำลายโปรตีน fibroin แต่กรดอินทรีย์ไม่ทำอันตรายต่อเส้นใยไหม ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในการตกแต่งผ้าไหม

2. ปฏิกริยาต่อด่าง ไหมไม่ทนต่อด่างแก่สำหรับสบู่บอแรกซ์ และแอมโมเนีย ที่มีปริมาณต่างอยู่ถ้าไม่เปรอะเปื้อนมากหรือนานจะไม่เป็นอันตราย การลบรอยเปื้อนที่ใช้กับผ้าไหมได้คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

3. การทนต่อแสงแดด แสงอาทิตย์มีผลทำให้ผ้าไหมเปื่อยขาดเร็ว และเส้นใยไหมเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดีนักจึงสะสมประจุไฟฟ้าสถิตได้ ออกซิเจนในอากาศทำให้ไหมแยกตัวและลดความเหนียวลง จึงควรเก็บผ้าไหมไว้ในที่มืดซิด หรือใส่ถุงพลาสติกชนิดกึ่งทึบ ใยไหมนำความร้อนได้ต่ำกว่าใยเซลลูโลสเมื่อเวลาสวมใส่ผ้าไหมจะให้ความอบอุ่นดีกว่าใยเซลลูโลส

**คุณสมบัติทางชีวภาพ** ผ้าไหมทนต่อเชื้อราและแบคทีเรียได้ค่อนข้างดี แต่ไม่มีความต้านทานต่อพวกมอดและแมลงต่าง ๆ ซึ่งมักชอบกัดกินผ้าไหม เพราะเป็นเส้นใยโปรตีน

ผ้าไหมแบ่งออกได้หลายชนิดตามขนาดน้ำหนักของผ้า ดังนี้

1. ผ้าไหมเนื้อบาง น้ำหนักไม่เกินหลาละ 80 กรัม เหมาะสำหรับใช้ทำผ้าพันคอ ผ้าคลุมผม เป็นต้น

2. ผ้าไหมเนื้อปานกลาง น้ำหนักไม่เกินหลาละ 100 กรัม ใช้ตัดเสื้อผ้าสตรี และเครื่องใช้  
ในบ้าน

3. ผ้าไหมเนื้อหนาปานกลาง น้ำหนักไม่เกินหลาละ 150 กรัม เหมาะที่จะตัดเสื้อผ้าเมือง  
หนาวและเครื่องใช้ภายในบ้าน

4. ผ้าไหมเนื้อหนาแน่น น้ำหนักไม่เกินหลาละ 200 กรัม ใช้ตัดกางเกงและชุดสูททั้งชาย  
และหญิง

5. ผ้าไหมเนื้อหนา น้ำหนักไม่เกินหลาละ 230 กรัม ใช้ทำผ้าม่าน เครื่องเรือนเครื่องประดับ  
ตกแต่งบ้าน

6. ผ้าไหมเนื้อหยาบ หลาหนึ่งจะหนักเกินกว่า 230 กรัม ใช้ทำผ้าบุเครื่องเรือนต่าง ๆ

### ประโยชน์ใช้สอยผ้าไหม

จากความสวยงามของผ้าไหม เส้นใยไหมจึงได้สมญาว่า “ราชินีของเส้นใย” (Queen of fibers) ซึ่งเป็นคำกล่าวที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เพราะผ้าไหมได้รับความนิยมจากกลุ่มชนชั้นสูง แพ้ชื้นชื้นน้ำและผู้มีฐานะดี มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุที่ผ้าไหมมีความงดงาม ความนุ่มนวล และต้องการดูแลรักษาเป็นพิเศษกว่าเส้นใยชนิดอื่น ๆ ผู้ที่เลือกใช้ควรให้การทะนุถนอมที่ ถูกวิธี เช่น การทำความสะอาด วิธีที่ดีที่สุดคือการซักแห้ง ถ้าซักน้ำควรทำอย่างระมัดระวัง ขยี้หรือบีบเบา ๆ ไม่ต้องบิด เพราะอาจทำให้เนื้อผ้ารวน ถ้าต้องการฟอกขาวควรใช้สารฟอกขาว ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไม่ควรใช้คลอรีน แขนวตากในที่ร่มไม่ควรตากแดดจัด ก่อนรีด ควรพรมน้ำให้หมาดทั่วกันดีเสียก่อน ถ้าใช้น้ำยากันยับฉืดจะช่วยให้รีดง่ายขึ้น ความร้อนที่ใช้รีดควร อยู่ในขนาดปานกลาง (275°F) หรือรีดด้วยเตารีดไอน้ำ เมื่อผ้าไหมเป็อนแห้งไคลหรือสารกำจัดกลิ่นตัว ต้องรีบทำความสะอาดทันที เพราะทำให้ผ้าไหมลดความเหนียวและสีซีดจางไป ถึงแม้ว่าผ้าไหม จะมีราคาค่อนข้างสูง แต่ก็ยังมีผู้นิยมใช้ผ้าไหม เนื่องจากผ้าไหมได้รวมเอาคุณสมบัติที่ดีหลายประการ ไว้ เช่น ความเหนียวปรับสภาพโค้งงอได้ดี ดูดความชื้นและสียอมได้ดี ย้อมสีได้สดสวย มีความนุ่มนวล อบอุ่น หรุษหยา เหมาะสำหรับเสื้อผ้าโอกาสพิเศษต่าง ๆ เป็นต้น

## เส้นใยเซลลูโลสสังเคราะห์

(Man-Made Cellulose Fibers)

### ใยเรยอน (Rayon)

#### ประวัติความเป็นมา

เรยอน เป็นเส้นใยเซลลูโลสสังเคราะห์หรือเซลลูโลสที่นำมาผลิตขึ้นใหม่ (Regenerated cellulose) รู้จักกันในชื่อว่าไหมเทียม ต่อมาภายหลังเรียกว่า เรยอน และได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นมากจนเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ เส้นใยเรยอนถูกคิดประดิษฐ์ขึ้นโดย นายโรเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke) ซึ่งได้บันทึกไว้ในหนังสือ Micrographia แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมั่นว่ายังมีวิธีที่จะคิดประดิษฐ์เส้นใยให้เหมือนใยไหมได้

ต่อมา George Audemars ได้ผลิตเส้นใยาวจากของเหลวอันเป็นส่วนผสมของกึ่งหมอนและกรดไนตริก เมื่อใช้เข็มจิ้มลงไปใต้น้ำยาเหลว ๆ แล้วดึงขึ้นมาจะเป็นเส้นใยาว เมื่อถูกอากาศจะแห้งและแข็ง

Ozanan ได้ประดิษฐ์เครื่องมือทำเส้นใยสังเคราะห์หรือหัวฉีดที่เรียกว่า สปินเนอร์เรท (Spinnerette) ขึ้นสำเร็จซึ่งได้ใช้ผลิตเส้นใยสังเคราะห์ทุกชนิดในเวลาต่อมา

นอกจากนั้น Ozanan ได้นำเอาใบหม่อนไปวิเคราะห์เพื่อนำมาทำเส้นใย แต่ผลที่ได้เป็นใยเซลลูโลส

ในระหว่างที่ Sir Joseph W. Swan คิดค้นเพื่อประดิษฐ์ไส้หลอดไฟฟ้า เขาได้พบว่าไนโตรเซลลูโลสที่ผลิตไส้หลอดไฟฟ้านั้นใช้ทำผ้าได้ดีด้วย ครอบครัวเขาจึงได้ผลิตเส้นใยถักเป็นผ้าลูกไม้ทอผ้าและเสื้อแล้วนำออกแสดงที่กรุงลอนดอน ผลงานของเขายังแสดงอยู่ที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติกรุงลอนดอนจนถึงปัจจุบันนี้ ซึ่งนับว่าสาวอนเป็นบุคคลแรกที่ผลิตเส้นใยสังเคราะห์จากไนโตรเซลลูโลส ปัจจุบันไนโตรเซลลูโลสไม่ได้ใช้ผลิตผ้าแต่ใช้ทำเซลลูลอยด์ (celluloid) ซึ่งค้นพบโดย Wesly Hyatt

Cross และ Bevan ได้ร่วมกันคิดโครงสร้างทางเคมีชนิดต่าง ๆ ของเซลลูโลส และพบว่าเซลลูโลสประเภทต่าง ๆ เมื่อทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดสารประกอบใหม่ละลายในน้ำได้ และตั้งชื่อว่าวิสคอส (Viscose) มีวิธีการผลิตง่ายกว่าไนโตรเซลลูโลสและราคาถูกกว่า

บริษัท ดูปอง (I.E. Du Pont de Nemour and Co.) หันมาสนใจอุตสาหกรรมการผลิตผ้าบ้าง แต่ก็ล่าช้ากว่า บริษัทวิสคอสแห่งอเมริกา (Viscose Company of America)

หลังสงครามโลกครั้งที่ 1 เส้นใยธรรมชาติมีปริมาณการผลิตน้อยลง เส้นใยเซลลูโลสสังเคราะห์จึงแพร่หลายมากขึ้น เส้นใยเรยอนได้พัฒนาก้าวหน้าเรื่อย ๆ สามารถปรับปรุงคุณสมบัติ มีความเหนียวมากขึ้น มีความมันลดลง สามารถผลิตเป็นเส้นใยยาวได้ ประเทศญี่ปุ่นจึงเริ่มให้ความสนใจอุตสาหกรรมการผลิตเรยอนขึ้นบ้าง จนกระทั่งกลายเป็นผู้นำในเรื่องการผลิตเรยอน

มีโรงงานผลิตเส้นใยเรยอนจำนวนมาก และยังคงดำเนินกิจการจนถึงทุกวันนี้โดยใช้ชื่อการค้าตามบริษัทผู้ผลิตและส่งออกขายทั่วโลก เพราะเส้นใยเรยอนจากญี่ปุ่นมีราคาถูก

เส้นใยเรยอนผลิตได้หลายวิธี มีการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ สามารถผลิตได้หลายชนิดและมีคุณสมบัติต่าง ๆ กัน ขบวนการผลิตเรยอนที่ควรรู้คือ

#### การผลิตวิสคอลเรยอน (Viscose Rayon Process)

ผู้ที่ค้นพบวิธีการผลิตวิสคอลเรยอน คือ C.F. Cross และ E.J. Bevan ในราวปี ค.ศ. 1891 ซึ่งเมื่อผลิตขึ้นครั้งแรกเรียกว่า ไหมเทียม (Artificial silk) เซลลูโลสที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ได้แก่ เศษไม้ฟาง และเศษผ้าฝ้าย มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. การเตรียมเศษไม้หรือวัตถุดิบ (Steeping & Pressing) นำวัตถุดิบที่เตรียมได้ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด  $\frac{7}{8} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$  แच्छลงในสารละลายแคลเซียมไบซัลไฟด์ที่ต้มภายใต้ความดัน 14 ซม. เศษไม้เศษผ้าฝ้าย จะเปื่อยและนำไปฟอกขาว แล้วอัดเป็นแผ่นตากแห้ง ส่วนประกอบในแผ่นเซลลูโลสนี้จะมีเซลลูโลสประมาณ 90–94% นำไปแช่ในสารละลายโซดาไฟ 17.5% นาน 1–4 ชั่วโมง ในขั้นตอนนี้ อาจเรียกว่า Mercrizing แผ่นเซลลูโลสจะพอง และบางส่วนจะละลายเป็นของเหลวสีน้ำตาลสภาพเช่นนี้เรียกว่า โซดาเซลลูโลส แล้วส่งไปทำปฏิกิริยาในขั้นต่อไป ส่วนโซดาไฟที่เหลือจะต้องแยกออก

2. การตัดและบั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ (Shredding) โซดาเซลลูโลสจะถูกส่งไปยังเครื่องจักรที่ตัดและบั่นแผ่นโซดาเซลลูโลสจะแตกละเอียด ซึ่งเรียกว่าครัม Crumbs

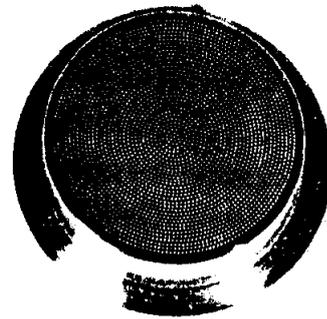
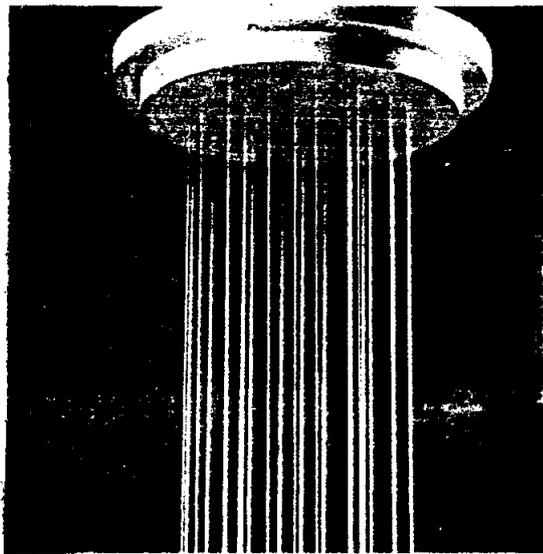
3. การเก็บให้ได้ที่ (Ageing) นำโซดาเซลลูโลสที่แตกละเอียดซึ่งเรียกว่า Crumbs ไปเก็บไว้จนได้ที่ในเวลา  $3\frac{1}{2}$  วัน ที่อุณหภูมิ  $22^{\circ}\text{C}$  ในขณะที่เก็บไว้นั้นโซดาเซลลูโลสจะถูกออกซิไดร์ โมเลกุลจะขาดทำให้สายโมเลกุลสั้นลง

4. การกวนผสมให้เข้ากัน (Churning) หลังจากเก็บจนได้ที่กำหนดแล้วจะต้องนำโซดาเซลลูโลสซึ่งถูกออกซิไดร์แล้ว ไปผสมกับคาร์บอนไดซัลไฟด์ในเครื่องจักรซึ่งจะกวนผสมให้เข้ากันจะได้ของเหลวเหนียวสีส้ม เซลลูโลสในขั้นตอนนี้จะเป็นโซเดียมเซลลูโลสซันเทต (Sodium cellulose xanthate) ใช้เวลากวนผสมประมาณ 3 ชั่วโมง แล้วเติมสารละลายโซดาไฟเจือจางลงไปผสมของเหลวเหนียวสีส้มจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ายน้ำผึ้ง เรียกว่า Viscose แต่ยังมีสิ่งสกปรกหรือ

เซลลูโลสที่ไม่ละลายตกค้างอยู่อีก ต้องนำไปกรองออก ในขั้นตอนนี้ถ้าต้องการจะลดความมันของเส้นใย  
 ลงให้เติม Titanium dioxide ลงไปในน้ำยา Viscose ที่กรองแล้ว และกวนให้กระจายตัวทั่วกัน

5. การทำให้สุก (Ripening) โดยนำของเหลว Viscose ไปเก็บไว้อีก 4-5 วัน ที่อุณหภูมิ  
 10-18°C เพื่อให้ได้ทีก่อนจะนำไปอัดเป็นเส้นใย

6. การอัดเส้นใย (Spinning) การอัดเป็นเส้นใยนั้นต้องนำของเหลว Viscose ที่เก็บจนครบ  
 เวลา เข้าเครื่องอัดเส้นใยโดยนำของเหลว Viscose บรรจุผ่านเครื่องกรองในเครื่องจักรก่อนแล้วส่งผ่านไป  
 ทางหลอดแล้ว ซึ่งที่ปลายสุดจะติดด้วยหัวอัดฉีดเส้นใยที่เรียกว่า Spinnette แวนที่ใช้กดเส้นใยนี้ทำ  
 ด้วย Tantalum หรือทอง หรือ แพลตินั่ม เจาะเป็นช่องเล็ก ๆ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05-0.1 มม.



ภาพที่ 30 หัวอัดฉีดเส้นใย

ที่ปลายหัวอัดเส้นใยนี้ จะแช่อยู่ในอ่างบรรจุสารละลายซึ่งมีส่วนประกอบของ

กรดกำมะถัน	10 ส่วนโดยน้ำหนัก
โซเดียมซัลเฟต	18 ส่วนโดยน้ำหนัก
กลูโคส	2 ส่วนโดยน้ำหนัก
สังกะสีซัลเฟต	1 ส่วนโดยน้ำหนัก
น้ำ	69 ส่วนโดยน้ำหนัก

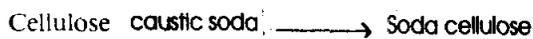
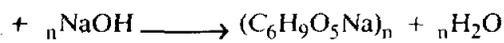
เมื่ออัด Viscose ผ่านลงไปในส่วนผสมดังกล่าวแล้วโซเดียมซัลเฟตเป็นตัวทำให้โซดาเซลลูโลส ฐานแตกเปลี่ยนสภาพเป็นเส้นใย กรดกำมะถันจะทำปฏิกิริยากับโซดาเซลลูโลสฐานแตกให้เป็นเซลลูโลส ส่วนกลูโคสทำให้เส้นใยมีความอ่อนตัวโค้งงอได้ดี สำหรับสังกะสีซัลเฟตช่วยให้เส้นใยเซลลูโลสที่ได้มีความเหนียวแข็งแรง และทำให้ผิวโดยรอบเส้นใยเป็นร่องหยัก ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมจะนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายอัตราความเร็วของการอัดเส้นใยใช้ 60–80 เมตรต่อนาที

7. การทำความสะอาด (Purification) เส้นใยที่ผ่านเครื่องอัดเส้นใยแล้วจะต้องทำความสะอาดโดยล้างด้วยน้ำ ล้างด้วยโซเดียมซัลไฟด์เพื่อแยกเอากำมะถันออกจากเส้นใย แล้วฟอกขาวโดยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ล้างด้วยกรดเกลือเจือจางแล้วล้างด้วยน้ำอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำเส้นใยไปอบให้แห้ง แล้วนำไปปั่นเส้นด้ายต่อไป

สรุปขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเคมีของเซลลูโลสในวัตถุดิบจนถึงขั้นที่ได้เส้นใย Viscose

#### Ravon

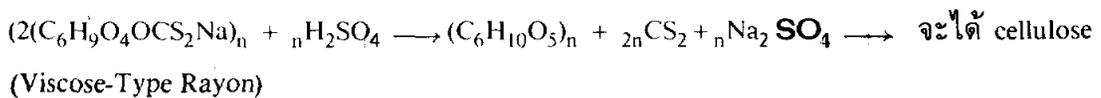
1. เซลลูโลสจากเศษไม้ทำปฏิกิริยากับโซดาไฟเข้มข้นได้โซดาเซลลูโลส ( $C_6H_{10}O_5n$ )



2. ปฏิกิริยาระหว่างโซดาเซลลูโลสกับคาร์บอนไดซัลไฟด์ ได้โซเดียมเซลลูโลสฐานแตก (ซึ่งเมื่อเก็บจนได้ที่จะอยู่ในสภาพของ Viscose)



3. อัด Viscose ออกมาเป็นเส้นใยทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (ในสารละลายผสม) กรดจะทำปฏิกิริยากับโซเดียมเซลลูโลสฐานแตกให้เป็นเซลลูโลส



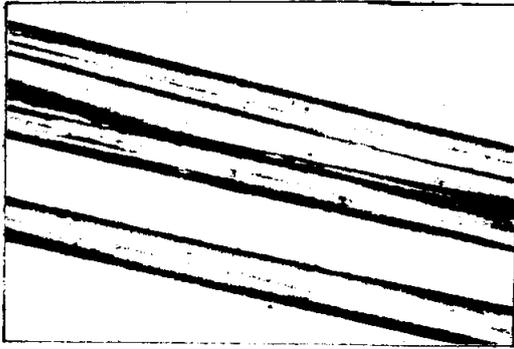
เส้นใยเรยอนเป็น Cellulose polymer เช่นเดียวกับฝ้ายแต่มีจำนวนกลูโคส ในสายโมเลกุลต่ำกว่า จำนวนกลูโคสในโมเลกุลของเซลลูโลสในเส้นใยฝ้าย (ฝ้ายมี degree of poly merization 9,000–10,000 ส่วน ของเรยอนมี 300–1,000 ส่วน

## คุณสมบัติของเส้นใยเรยอน

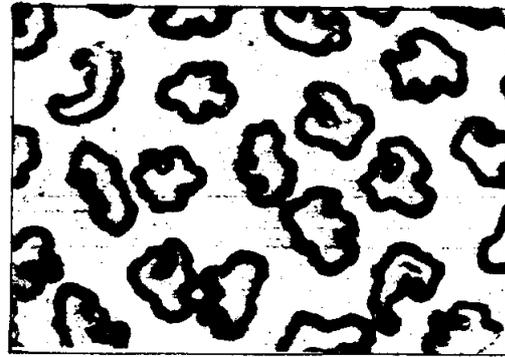
### ด้านกายภาพ

1. **รูปร่าง** เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์ ภาพตามยาวของเส้นใยจะเห็นเส้นใยมีขนาดสม่ำเสมอ มีเส้นลายขนานตามความยาวภายในเส้นใย ถ้าดูด้านภาคตัดขวางเส้นใยจะมีรอยหยักที่ขอบโดยรอบไม่กลม

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพที่ 31 แสดงลักษณะเส้นใยเรยอนตามยาวและตามขวาง

2. **ความเหนียว** มีความเหนียวปานกลางค่อนข้างต่ำค่าความเหนียวประมาณ 2.6 กรัมต่อดีเนียร์ เมื่อเปรียบเทียบกับฝ้ายเรยอนจะมีความเหนียวต่ำกว่า เมื่อเปียกความเหนียวลดลง

3. **การหดตัวคืนกลับและการยืดตัว** ในขณะที่เส้นใยแห้งจะยืดตัวออกได้ 15% เมื่อเปียกยืดออกได้ 25% การหดตัวคืนกลับมีค่าต่ำคือ 54% (เมื่อถูกดึงออก 2-5%)

4. **ความด่างจำเพาะ** มีค่าใกล้เคียงกับฝ้ายคือประมาณ 1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

5. **การคืนตัว** มีค่าการคืนตัวต่ำ ฝ้ายจึงยับง่ายควรได้รับการตกแต่งเพื่อกันยับ เช่นเดียวกับฝ้าย จะทำให้คุณสมบัติข้อนี้ดีขึ้น

6. **การดูดความชื้น** เรยอนสามารถดูดความชื้นได้ดี ที่สภาวะมาตรฐาน 11-13%

7. **การทนต่อแสงแดดและความร้อน** เมื่อถูกแสงแดดนาน ๆ เส้นใยเรยอนจะเปื่อยขาดง่าย ความร้อนที่ใช้ในการรีดผ้าเรยอน คือที่อุณหภูมิ 375°F ถ้าใช้ความร้อนสูงกว่านี้จะทำให้ผ้าไหม้ได้

**ด้านเคมี** กรดทุกชนิดที่เข้มข้นจะทำให้เส้นใยเปื่อยขาด และกรดเจือจางที่มีอุณหภูมิสูง

ประมาณ 60°C ก็ทำให้เส้นใยขาดได้ ส่วนสารละลายต่างเข้มข้นทำให้เส้นใยลดความแข็งแรงลง สารละลายเป็นประเภท Organic Solvents และน้ำยาซักแห้งเส้นใยเรยอน สามารถทนได้ดี สารฟอกสีทั้งชนิด Hypochlorite และ Peraxide ใช้ได้กับเส้นใยเรยอน

**ด้านชีวภาพ** ผ้าเรยอนไม่ทนต่อเชื้อรา ไม่ควรเก็บไว้ในที่ชื้น ผ้าที่สกปรกและมีปริมาณความชื้นมากจะทำให้ขึ้นราได้ แต่เรยอนทนได้ดีต่อพวกมด แมลง

**ประโยชน์ใช้สอย** เส้นใยเรยอนสามารถนำมาผลิตได้ผ้าที่มีลักษณะมันและอ่อนนุ่ม คล้ายไหม สวมใส่สบาย แต่ยับง่าย ปัจจุบันนิยมผลิตเส้นใยเรยอน เพื่อนำไปผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ เช่น โพลีเอสเตอร์ อโครลิกและไนลอน เป็นต้น

#### **การผลิตคิวปราโมเนียมเรยอน (Cupramonium Rayon process)**

ผู้ที่พบวิธีการผลิตคิวปราโมเนียมเรยอนคือ E.Schweitzer ในปี ค.ศ. 1857 ผลิตโดยใช้เศษฝ้ายหรือเศษไม้เป็นวัตถุดิบ โดยนำวัตถุดิบไปทำความสะอาด ฟอกขาว แล้วทำให้ละลายในสารละลายแอมโมเนียม ทองแดงซัลเฟตและโซดาไฟ โดยมีส่วนประกอบของทองแดง 4% แอมโมเนีย 29% และเซลลูโลส 10% เรียกสารละลายพวกนี้ว่า Ammoniacal copper sulfate ที่อุณหภูมิต่ำ เซลลูโลสจะละลายทำให้ได้ของเหลวสีน้ำเงินแล้วนำมากรอง และบรรจุลงในถังเพื่อฉีดออกมาเป็นเส้นใย ในระหว่างการอัดกดเส้นใย จะผ่านเส้นใยเข้าไปในท่อน้ำที่ฉีดน้ำเข้าไปที่เส้นใยอยู่ตลอดเวลา แรงฉีดน้ำจะทำให้เส้นใยยืดและผ่านเส้นใยไปยังถังใส่กรดกำมะถันอย่างเจือจาง ล้างเอาสีน้ำเงินของทองแดงออกด้วยน้ำสุพรรณมดา ไม่ต้องฟอกขาวแล้วนำไปทำให้แห้งสนิท จึงนำเส้นใยไปปั่นเป็นเส้นด้ายต่อไป คิวปราโมเนียมเรยอนมีค่า Degree of polymerization 400–500 เป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็กละเอียด มีความเหนียวสูงกว่าวิสคอสเรยอน เส้นใยกลมเรียบ ไม่ทนต่อด่างแก่ คุณสมบัติอื่น ๆ คล้ายกับเส้นใยกับวิสคอสเรยอน

เส้นใยคิวปราโมเนียม เรยอน ผลิตได้เส้นด้ายที่เรียกว่า เบมเบอร์ก (Bembery yarn) เป็นชื่อการค้าที่บริษัทผู้ผลิตได้ลิขสิทธิ์ในการผลิตใยชนิดนี้ ในอังกฤษ อเมริกา ญี่ปุ่น อิตาลีและเยอรมัน ประโยชน์ใช้สอยของเส้นใยคิวปราโมเนียมเรยอนเหมาะที่จะผลิตเป็นเสื้อผ้าตัดชุดสตรี ผ้าที่ใช้ตกแต่งบ้าน ถ้าเป็นเส้นใยาวละเอียดนิยมใช้ทำถุงเท้าและเครื่องชั้นในสตรี

#### **ใยอะซิเตด (Acetate)**

##### **ประวัติความเป็นมา**

ผู้พบวิธีการผลิต คือ Poul Schutyenberger ในปี ค.ศ. 1869 อาจเรียกอีกชื่อว่า เซลลูโลส

อะซีเตต (Cellulose acetate) จัดอยู่ในจำพวกใยเซลลูโลสดัดแปลง (Modified cellulosic fibers) ซึ่งมีสองชนิด คือ อะซีเตตและไตรอะซีเตต มีลักษณะต่างจากใยสังเคราะห์จากเซลลูโลสเรยอนทั้งในส่วนประกอบทางเคมีและขบวนการผลิต คุณสมบัติที่จะสังเกตเห็นได้คือ เส้นใยเรยอน มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเส้นใยเซลลูโลส ส่วนเส้นใยอะซีเตตมีคุณสมบัติใกล้เคียงเส้นใยสังเคราะห์ทางเคมี เส้นใยอะซีเตต หมายถึง เส้นใยที่ผลิตได้จากสารเซลลูโลสอะซีเตตโดยมีส่วนประกอบของหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ไม่น้อยกว่า 92% เซลลูโลสจะทำปฏิกิริยากับกรดอะซีติก เรียกว่า ขบวนการ Acetylation อาจใช้คำว่า Triacetate แทนเส้นใยชนิดนี้ได้ มีขั้นตอนการผลิตดังนี้คือ

1. นำวัตถุดิบ ได้แก่ เศษฝ้าย เศษไม้ สารเคมี ที่ใช้ร่วมในปฏิกิริยา คือ กรดน้ำส้ม กรดกำมะถัน และอะซีเตตแอนไฮไดรด์

2. ทำให้เซลลูโลสสะอาด โดยฟอกขาวแล้วนำไปย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วผสมกับ Glacial acetic acid โดยใช้ 35% ของน้ำหนักเซลลูโลสทั้งหมดแช่ทิ้งไว้จนถึงเวลาที่กำหนด แล้วนำไปทำปฏิกิริยากับ Acetic anhydride จะได้ Cellulose triacetate ปฏิกิริยานี้ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20-30 °C จะได้ของเหลวข้น

3. นำของเหลวที่ได้ เติมน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของกรดให้เหลือเพียง 95% เก็บไว้ อีก 20 ชั่วโมง ในขั้นตอนนี้จะเกิดปฏิกิริยา Hydrolysis (เกิดขึ้นที่บริเวณหมู่ Carboxylic ของ Cellulose triacetate)

4. เมื่อเก็บไว้ตามเวลาที่กำหนดแล้ว Cellulose triacetate จะเปลี่ยนเป็น Cellulose acetate เกล็ดนี้ลงไปในน้ำ น้ำจะทำให้กรดเจือจางลงและหยุดยั้งปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น Cellulose acetate จะตกผลึกเป็นเกล็ด

5. นำเกล็ด Cellulose acetate ล้างเอากรดออก นำไปทำให้แห้ง แล้วไปละลายใน อะซีโตนจะได้ของเหลวเหนียวที่เรียกว่า Spinning dope ซึ่งจะนำไปอัดเป็นเส้นใยต่อไป

6. การอัดเส้นใย ก่อนที่จะอัดเป็นเส้นใยต้องกรองแยกสิ่งสกปรกที่ตกค้างอยู่ ออกก่อน ห้องที่ใช้อัดเส้นใยต้องควบคุมอุณหภูมิให้อุ่น เมื่ออะซีโตนระเหยไป เส้นใยอะซีเตตจะแห้ง แล้วจึงส่งต่อเข้าเครื่องปั่นเส้นด้ายต่อไป

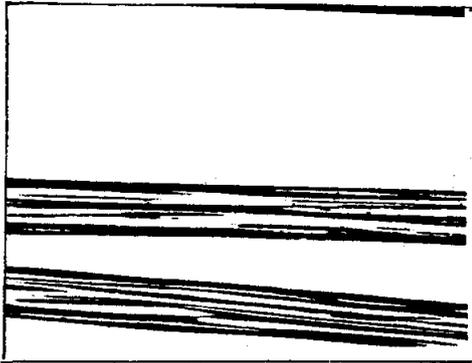
### คุณสมบัติของเส้นใย

#### ด้านกายภาพ

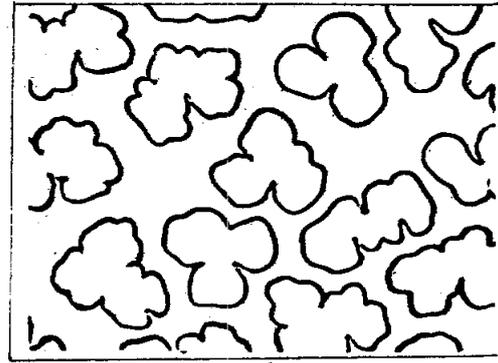
เส้นใยอะซีเตตเป็นโพลิเมอร์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลย่อยของ Cellulose acetate มี Degree of polymerization 350—400

1. **รูปร่าง** เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์ ภาพตามยาวจะมีเส้นขอบขนานกันและมีรอยตามยาว ขนานกับเส้นขอบ ด้านภาคตัดขวางจะไม่กลม มีลักษณะเป็นพูหรือหยักโดยรอบ

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพที่ 32 แสดง ลักษณะ เส้นใยอาซิเทคตามยาวและตามขวาง

2. **ความเหนียว** อาซิเทคมีความเหนียวค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ คือ มีความเหนียว 1.2—1.5 กรัมต่อดีเนียร์ เมื่อเป็ยกความเหนียวลดลงเหลือเพียง .9 กรัมต่อดีเนียร์

3. **การยืดตัวและหดกลับ** เส้นใยอาซิเทคจะมีค่า Elastic recovery 100% ถ้ายืดออกเพียง 1% และค่านี้จะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อดึงยืดออกมากขึ้น เช่น ถ้าดึงยืดออก 4% จะมีค่า Elastic recovery เหลือเพียง 48—65% เท่านั้น

4. **การคืนตัว** ฝ้ายอาซิเทคมีคุณสมบัติการคืนตัวได้ดี ฝ้ายไม่ยับง่าย จับจีบถาวรได้

5. **การดูดความชื้น** สามารถดูดความชื้นได้น้อยที่สภาวะมาตรฐาน 6.5% และถ้าอากาศแห้งจะเกิดสะสมประจุไฟฟ้าสถิตได้

6. **การทนต่อแสงแดดและความร้อน** เนื่องจากเส้นใยอาซิเทค เป็นเส้นใยในกลุ่ม Thermoplastic fiber ถ้าได้รับความร้อนสูงเกิน 177°C เส้นใยจะอ่อนตัว หลอมละลายเป็นของเหลวคล้ายพลาสติก ถ้าร้อนมากยิ่งขึ้นจะลุกไหม้ ก้อนถ้าเป็นสีด้ากลมแข็งมีกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชู ถ้าเส้นใยถูกแสงแดดนาน ๆ จะลดความแข็งแรงลง

**ด้านเคมี** กรดเข้มข้นเป็นอันตรายต่อเส้นใยอาซิเทค ทำให้เส้นใยลดความแข็งแรงลงและขาดได้ ส่วนด่างทำให้เส้นใยเสียน้ำหนักและความอ่อนนุ่มลง

อาซีเตดละลายได้ในอาซีเตทพีนอล และคลอโรฟอร์ม ไม่ทนต่อสารฟอกขาว คลอรีน เพราะจะทำอันตรายต่อสีที่ย้อมและลดความแข็งแรงของเส้นใยลง ถ้าต้องการใช้สารฟอกขาวควรใช้ Oxygen-bleach ( $H_2O_2$ )

**ด้านชีวภาพ** เนื่องจากอาซีเตดมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเส้นใยสังเคราะห์มาก จึงมีคุณสมบัติทนต่อมอด แมลง และเชื้อราได้ดี

**ประโยชน์ใช้สอย** ผ้าที่ทำจากใยอาซีเตดจัดเป็นผ้าที่มีความสวยงาม มีลักษณะเป็นมัน คล้ายไหม สามารถผลิตได้ทั้งผ้าหนาและบาง นิ่มนวลและค่อนข้างแข็ง ชักน้ำความสะอาดได้ทั้งวิธี ชักน้ำและซักแห้ง ไม่ควรบิดแรง ๆ เพราะอาจจะทำให้เส้นใยเปื่อย ขาดเร็วกว่ากำหนด และจะทำให้เกิดรอยยับยู่ยี่ยาวนานจนหายไปยาก เส้นใยอาซีเตดนิยมผลิตเพื่อนำไปผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ เช่น ไนลอน โพลีเอสเตอร์ ผ้าอาซีเตดใช้ตัดเสื้อผ้าสตรีและบุรุษ ใช้ในงานประดิษฐ์ เช่น เครื่องใช้ใน บ้าน เป็นต้น

## เส้นใยโปรตีนสังเคราะห์

(Man-Made-Protein Fibers)

### ประวัติความเป็นมา

ใยโปรตีนสังเคราะห์ ผลิตขึ้นในสหรัฐอเมริกาเป็นครั้งแรก ราวปี ค.ศ. 1894 ใช้ชื่อว่า Vandura silk ซึ่งได้เส้นใยที่มีคุณสมบัติไม่ติดน้ำ เมื่อถูกน้ำจะละลาย ต่อมาในปี ค.ศ. 1904 Todten - haupt ได้ผลิตเส้นใยโปรตีนจากหางน้ำนม (Casein) แต่ก็ยังมีคุณสมบัติที่ไม่ดีคือไม่สามารถโค้งงอ และรวมตัวกันได้ดี จึงไม่สามารถนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายที่ดีได้

ในปี ค.ศ. 1924—1935 Antonio Ferretli สามารถผลิตเส้นใยจากหางน้ำนม (Casein) ได้สำเร็จ ใช้ชื่อการค้าว่า Lanital การผลิตเส้นใยโปรตีนสังเคราะห์จากหางน้ำนมก็แพร่หลายไปยังประเทศอื่น ๆ โดยผลิตขึ้นมาและใช้ชื่อต่าง ๆ กัน เช่น ในเยอรมันเรียกว่า Tiolan ฮอลแลนด์เรียกว่า Lactofil อังกฤษเรียกว่า Fibrolene อิตาลีเรียกว่า Merinova และสหรัฐอเมริกาเรียกว่า Aralac

นอกจากการผลิตเส้นใยโปรตีนสังเคราะห์จากหางน้ำนมแล้ว นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นคว้า เพื่อผลิตเส้นใยโปรตีนจากถั่วเหลือง ถั่วลิสงและข้าวโพดที่ประสบความสำเร็จ เช่น Vicara ได้จากข้าวโพด Ardil ได้จากถั่วลิสง ปัจจุบันมีการผลิตเส้นใยโปรตีนสังเคราะห์เพียงไม่กี่ชนิด ได้แก่ Merinova Enkasa และ Wipolan แต่มีจำนวนน้อยมาก

**ใยแอสลอน** (Azlons) เป็นชื่อทั่วไป (Generic name) ที่ใช้เรียกเส้นใยโปรตีนสังเคราะห์หรือจากโปรตีนธรรมชาติที่แปรรูป (Regenerated protein) แอสลอนไม่ค่อยได้รับความนิยมและมีผลไม่มากนัก ลักษณะของเส้นใยโปรตีนสังเคราะห์คล้ายขนสัตว์ แต่ไม่ทนทานเท่าขนสัตว์ ให้ความอบอุ่นและนุ่มนวล เหมาะที่จะใช้ผสมกับใยขนสัตว์ หรือใยชนิดอื่นเพื่อเพิ่มความนุ่มนวล ลดการทำให้ผ้าเป็นเม็ดเป็นขุยบนผิวผ้าที่ย้อมสีติดดี ทนต่อมอดและราได้ดี ข้อเสียคือมีความเหนียวต่ำ ปรับสภาพโค้งงอและนำมารวมตัวกันได้น้อยไม่ทนต่อต่างและสารฟอกขาว

การผลิตจากหางน้ำนม ทำได้โดย นำนมมาแยกครีมออกเป็น Skimmed milk แล้วนำมาอุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 40°C เติมกรดลงไปให้โปรตีนเกาะกันเป็นก้อน แล้วนำมาล้างเอากรดและเกลือออกนำไปตากให้แห้ง โปรตีนที่เกาะตัวเป็นก้อนจะมี Casein อยู่ (น้ำนม 100 lb ให้ Casein 3 lb) จากนั้นนำไปปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผสมในสารละลายต่าง Causic soda 2.7% ของน้ำหนักเคซีนนำไปทำความสะอาด แล้วกดอัดออกมาเป็นเส้นใย โดยให้ผ่านลงในน้ำที่มีส่วนประกอบของน้ำ 100 ส่วน กรดกำมะถัน 2 ส่วน ฟอรัมาลดีไฮด์ 5 ส่วน กลูโคส 20 ส่วน วิธีการนี้เรียกว่า Acetylation ทำให้คุณสมบัติทนต่อน้ำร้อน ไม่มีกลิ่นคล้ายเนยแข็ง เส้นใยที่ผลิตได้จะถูกตัดออกเป็นเส้นใยสั้น ๆ ขนาดเท่า ๆ กับใยขนสัตว์ และทำให้หยิกงอคล้ายขนสัตว์

คุณสมบัติของเส้นใยแอสลอนจากเคซีนคือให้ความอบอุ่น และนุ่มมาก ความเหนียวต่ำถึง 0.8–1 กรัมต่อดีเนียร์ เมื่อเปียกความเหนียวลดลง คุณสมบัติด้านเคมีคล้ายใยโปรตีนจากธรรมชาติ

## เส้นใยสังเคราะห์จากสารเคมี

(Synthetic Fibers)

เส้นใยสังเคราะห์คือเส้นใยที่ประดิษฐ์ขึ้นจากสารเคมีโดยวิธีทางเคมี มีหลายชนิด เช่น ไนลอน โพลีเอสเตอร์ อะไครลิก โอลิฟิน เป็นต้น เส้นใยแต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีต่างกัน แต่มีขั้นตอนการผลิตคล้ายคลึงกัน

## ใยไนลอน (Nylon)

### ประวัติความเป็นมา

ผู้ค้นพบวิธีการผลิตไนลอน คือ Wallace H. Carothers ในปี ค.ศ. 1928 เป็นอาจารย์ผู้เคยสอนอยู่ที่มหาวิทยาลัย Harvard เป็นผู้ที่มีความสนใจทฤษฎีโพลิเมอร์ที่มีโมเลกุลต่อกันเป็นโซ่ยาวโดยพบว่าสารประกอบระหว่างกรดไอบิตและโพลีไฮดริคแอลกอฮอล์ เมื่อได้รับความร้อนจะรวมตัวกันเข้า

เป็นโพลีเอสเตอร์ (Polyester) มีโมเลกุลใหญ่ยึดเกี่ยวกันเป็นเส้นใยได้ แต่เส้นใยที่ค้นพบยังไม่อยู่ในสภาพที่จะใช้เป็นเส้นใยผ้าได้ดี จึงมีการปรับปรุงจนสามารถผลิตเป็นสิ่งทอในปี ค.ศ. 1939 ไนลอนชนิดแรกที่ผลิตออกใช้ได้คือ Nylon 6,6 โดยผลิตออกจำหน่ายเป็นถุงเท้าไนลอนได้รับความนิยมแพร่หลายและผลิตไนลอนชนิดอื่น ๆ อีก เช่น ไนลอน 6,10 ไนลอน 6 เป็นต้น

ไนลอน (Nylon) หมายถึง ชื่อเส้นใยทั่วไปที่สังเคราะห์จากโมเลกุลใหญ่ของอไมด์ (amide) จับกันเป็นโซ่ยาว หมู่อไมด์นี้จะต้องรวมตัวเข้าเป็นหนึ่งของโมเลกุล และต้องมีคุณสมบัติทำเป็นเส้นใยได้ ดังนั้นไนลอนจึงมีชื่อของเส้นใยโดยเฉพาะ แต่รวมเป็นชื่อของวัตถุที่สังเคราะห์มาจากสารประกอบอไมด์ทั้งสิ้น

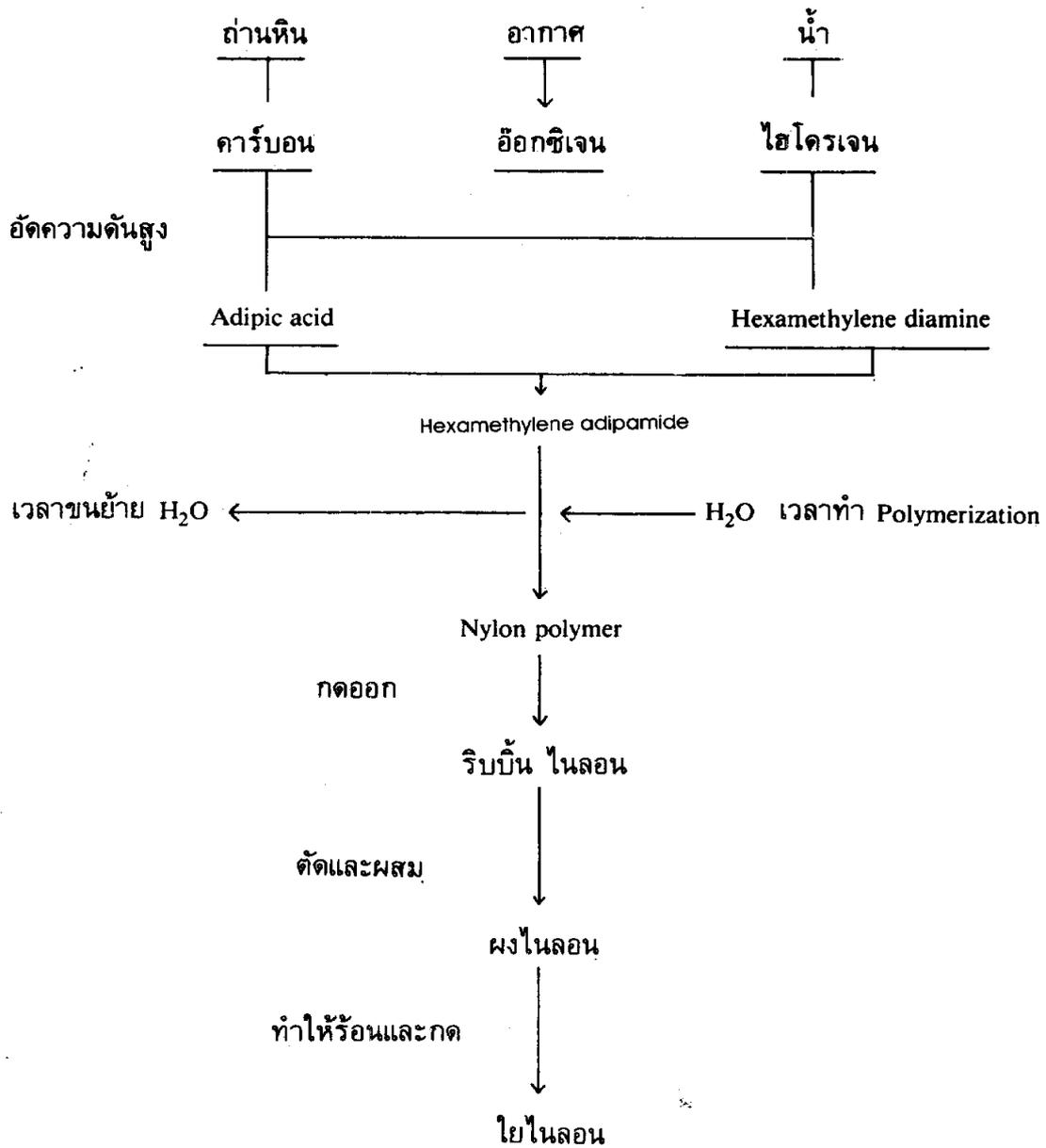
### การผลิตไนลอน

วัตถุดิบพื้นฐานในการผลิตเส้นใยไนลอน คือ ถ่านหิน อากาศและน้ำ โดยเอาสิ่งเหล่านี้รวมกันในหม้ออัดใช้ความดันสูง เกิดปฏิกิริยารวมตัวกันเป็นกรดไดเปอิก และเฮกซาเมทิลีนไดอามีน แยกสารแต่ละชนิดออกมาแล้วนำมารวมกันในอัตราส่วนเท่ากัน ทำให้เกิดปฏิกิริยารวมตัวกันเป็นเกลือไนลอน (Nylon-salt) จับกันเป็นโซ่ยาวและเป็นโมเลกุลใหญ่ ปฏิกิริยาจะเกิดจากหม้ออัดความดัน หมุนตัวโดยรอบ โดยควบคุมความร้อนและความดันจนรวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ซ้อนพอดี การหลอมละลายนี้เรียกว่า Melt spinning

เส้นใยไนลอนที่ผลิตได้จะมีความมันมากและโปร่งแสง เมื่อนำมาผลิตผ้าต้องทำให้เส้นใยชุ่มโดยเติมทีตาเนียมไดออกไซด์ลงไปในสารละลายไนลอนที่เป็นของเหลว แล้วกดออกมาเป็นเส้นแบบคล้ายริบบิ้น เมื่อแห้งแข็งจึงนำไปบิดให้เป็นผืน แล้วทำให้ร้อนจะละลายและกดออกเป็นเส้นใยเพื่อป้องกันไม่ให้ไนลอนเสื่อมคุณสมบัติ ในขั้นตอนการละลายต้องเอาก๊าซออกซิเจนออกจากถังละลายให้หมด

เส้นใยไนลอนที่ได้ในขั้นนี้มีความเหนียวต่ำ มีความเหนียวประมาณ 1.0–1.3 กรัมต่อดิเนียร์ และเส้นใยยังชุ่มก็จะต้องนำไปผ่านกระบวนการดึงยืดเรียกว่า Cold drawn โดยดึงยืดออก 400% จะทำให้เส้นใยใส มีความเหนียวเพิ่มขึ้นเป็น 5.8 กรัมต่อดิเนียร์ และมีการยืดได้ 17%

ตารางที่ 12 แสดงขั้นตอนการผลิตไนลอน



ไนลอนเป็นเส้นใยที่มีโมเลกุลยาว และเป็นสายตรงของ Polyamide โพลีเมอร์ที่จะทำเป็นเส้นใยได้จะต้องมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย 12,000-20,000 ถ้าต่ำกว่า 6,000 จะทำเป็นเส้นไม่ได้ เพราะเส้นใยจะเปราะไม่เหนียวถ้าสูงกว่า 20,000 ก็จะไม่หลอมละลายยากซึ่งทำให้ไม่เหมาะที่จะนำมาทำเส้นใย

### ตัวอย่างส่วนประกอบทางเคมีของเส้นใยไนลอน

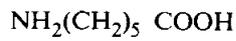
Nylon 6,6 ผลิตจาก Adipic acid และ Hexamethylene diamine



Nylon 6,10 ผลิตจาก Sebaeic acid และ Hexamethylene diamine



Nylon 6 ผลิตจาก Caprolactam

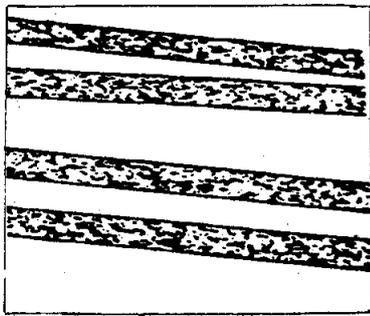


### คุณสมบัติของไนลอน 6,6 และไนลอน 6

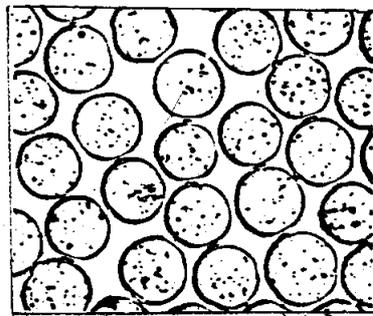
#### ด้านกายภาพ

1. รูปร่าง เส้นใยไนลอนเรียบและเป็นมัน ดูภาคตัดขวางจะกลม ยกเว้นไนลอน 6,6 ที่มีชื่อการค้าว่า Antron จะมีลักษณะสามเหลี่ยมมุมมน ดูความยาวจะเห็นเป็นเส้นเรียบเสมอกันตลอดเส้น ก่อนข้างใสจะมีจุดเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพที่ 33 แสดงลักษณะเส้นใยไนลอนตามยาวและตามขวาง

2. ความเหนียว แตกต่างกันตามจุดประสงค์ที่ผลิตเพื่อการใช้งานแต่ละด้าน ถ้าใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องการความเหนียวสูงมาก การยืดตัวจะลดลง เช่น ค่าความเหนียว 8.8 กรัมต่อดิเนียร์ การยืดตัว 18% ค่าความเหนียว 4.3 กรัมต่อดิเนียร์ การยืดตัว 45% ความเหนียวเมื่อเปียกลดลงเล็กน้อย ประมาณ 80-90% ของความเหนียวเมื่อแห้ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดี

**3. การยืดหยุ่นและยืดตัวออกได้** ไนลอนเป็นเส้นใยที่มีการยืดหยุ่นดีมาก เช่น ถ้ายืดออก 8% จะหดกลับได้ 100% ถ้ายืดออก 16% จะหดกลับได้ 91% และไนลอนสามารถยืดตัวได้มากถึง 22% ก่อนถึงจุดขาด คุณสมบัตินี้มีประโยชน์ในงานที่ต้องการความยืดหยุ่น เช่น งานอุตสาหกรรมและเสื้อผ้าที่ต้องการให้เกิดความกระชับรูปทรง

**4. การดูดความชื้น** ไนลอนดูดความชื้นได้น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยธรรมชาติ แต่ในกลุ่มเส้นใยสังเคราะห์ด้วยกัน ไนลอนเป็นเส้นใยที่ดูดความชื้นได้ดีที่สุด ที่สภาวะมาตรฐานคือไนลอน 6,6 ดูดความชื้นได้ 4.2–4.5% ไนลอน 6 ดูดความชื้นได้ 3.5–5.0%

**5. การทนความร้อน** เส้นใยไนลอนจัดเป็นเส้นใยในกลุ่ม Thermoplastic fiber (หลอมละลายก่อนการลวกใหม่) ไนลอน 6,6 หลอมละลายที่อุณหภูมิ 250°C ไนลอน 6 หลอมละลายที่อุณหภูมิประมาณ 210°C

### **ต้านเคมี**

เส้นใยไนลอนทนได้ดีต่อสารจำพวกต่างมากกว่ากรด กรดแรม์ เช่น HCL, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> จะละลายไนลอนได้สารอินทรีย์บางชนิด เช่น ฟีนอล เมตาครีซอล กรดฟอร์มิก ละลายเส้นใยได้น้ำยาซักแห้งหรือสารละลายที่ใช้ลบรอยเปื้อนผ้าได้จะไม่ทำให้ผ้าไนลอนเสียหาย

### **ด้านชีวภาพ**

ไนลอนทนต่อเชื้อรา แบคทีเรียได้ดีพอสมควร ถ้าตกแต่งผ้าไนลอนด้วยการลงเบ้งจะทำให้เชื้อราขึ้นได้ ตัวแมลงและมอดไม่กินผ้าไนลอน แต่ถ้าพับเก็บไว้นาน ๆ อาจทำให้หมดหรือแมลงกินกัดตามรอยพับได้

### **ประโยชน์ใช้สอย**

ผ้าไนลอนมีคุณสมบัติดี สำหรับใช้ทำเสื้อผ้าเครื่องใช้หลายชนิดใช้ได้ทนทานไม่ขาดง่าย มักใช้ผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ เพื่อให้เกิดคุณสมบัติมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านคงขนาดและรูปร่างทนต่อการขัดสี แต่ไนลอนมีคุณสมบัติดูดความชื้นได้น้อย ดังนั้นถ้าต้องการนำมาตัดเสื้อผ้า ควรเลือกผ้าที่ทอหรือถักเนื้อหลวมไม่แน่นมากนัก เพื่อให้มีการระบายอากาศและความชื้นจากร่างกายได้สะดวกเมื่อสวมใส่แล้วจะได้ไม่ร้อนมาก ผ้าไนลอนถักเป็นผ้าที่ใช้ได้ทนทาน มีการยืดหยุ่นรักษารูปร่างได้ดี เคลื่อนไหวร่างกายได้สะดวก จึงเหมาะสำหรับตัดชุดกีฬา สำหรับผ้าไนลอนที่ทอเนื้อเรียบแน่น เหมาะที่จะใช้ทำผ้าร่มกันน้ำได้และถ้าตกแต่งเพื่อป้องกันน้ำซึมผ่านจะใช้ประโยชน์ได้ดี เส้นใยไนลอนเหมาะใช้ทำพรม หรือบุเครื่องเรือนทำเชือก การดูแลรักษาเส้นใยไนลอนทำได้

ง่าย ไม่ว่าจะผลิตเป็นผ้าหรือสิ่งอื่น ๆ สามารถใช้ได้กับสบู่ ผงซักฟอก สารฟอกขาว ซักด้วยวิธีซักเปียกธรรมดา แต่ไม่ควรตากผ้าในลอนกับแสงแดดนาน ๆ เพราะสีจะซีดง่ายและเนื้อผ้าจะลดความแข็งแรงลง

ในปัจจุบันเส้นใยในลอนได้รับการผลิตออกมาหลากชนิด เพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ต่าง ๆ กัน เช่น

ในลอน 4 ผลิตด้วย Polymerizing 2 pyrrolidone โดยเพิ่มคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติ คือ การดูดซึมความชื้นได้ดี ทนความร้อนได้สูงกว่าในลอน 6

ในลอน 5 Polyvalerolactum มีคุณสมบัติคล้ายในลอน 6,6 ผลิตในอเมริกา

ในลอน 7 Polyheptanoamide มีชื่อการค้าว่า Enant มีคุณสมบัติคล้ายในลอน 6,6 และในลอน 6 แต่ทนความร้อนหรือมีจุดหลอมเหลวสูงกว่า แต่ดูดซึมความชื้นได้น้อยกว่าผลิตในรัสเซีย

ในลอน 6 T หรือ Nomex มีจุดหลอมเหลวสูง (370°C) มีความหนาแน่นมากกว่าในลอน 6 และในลอน 6,6 แต่ยืดได้น้อยกว่า

ในลอน Qiana มีปริมาณน้อยราคาแพง เนื้อผ้าและผิวสัมผัสหรูหรา คล้ายไหม ทนยับได้ดีมาก ย้อมและพิมพ์ดอกได้สวยงาม สีไม่ตกจาง ผลิตเป็นด้ายถักชนิดดีที่สุด

ในลอน 6, 10 มักใช้ทำพรม วัตถุหรือผ้าขนหรือผ้าที่ต้องการผิวสัมผัสพิเศษ

ในลอน 11 ชื่อ Rilsan คล้ายในลอน 6 และในลอน 6, 6 ดูดความชื้นได้น้อย หลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำ มีความหนาแน่นน้อย มักผลิตเป็นเส้นด้ายนุ่มฟู

ในลอน 22 มีคุณสมบัติไม่สะสมประจุไฟฟ้าสถิต เป็นมันคล้ายไหม ยืดหดได้ดีมาก ไม่สกปรกง่าย ผ้าขาวจะคงความขาวได้ดีเยี่ยม

ในกลุ่มของเส้นใยโพลีอะไมด์ ยังมีเส้นใยที่ค้นพบใหม่ผลิตขึ้นโดยบริษัทคูปอง เมื่อปี ค.ศ. 1963 โดยใช้ชื่อว่า Nomex nylon ต่อมาในปี ค.ศ. 1973 ได้ผลิตขึ้นมาอีกชนิดหนึ่งเรียกชื่อว่า Kevlar ทั้งสองชนิดนี้ใช้ชื่อ generic name ว่า อะรามิด

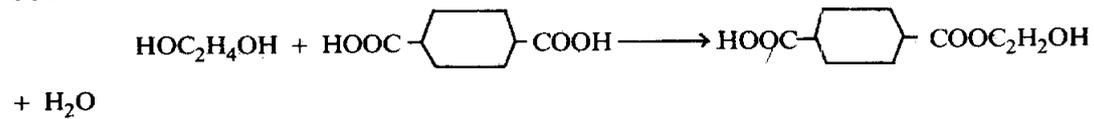
ใยอะรามิดมีคุณสมบัติดีกว่าเส้นใยในลอนหลายประการคือไม่ไหมไฟ เหนียวทนทานมาก เนื้อผ้าค่อนข้างเบาความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.38–1.44 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดูดความชื้น 4.5–7% เส้นใยทนต่อการด่าง และสารอินทรีย์ได้ดี แต่ไม่ทนแสงแดด ใยอะรามิดโมเม็กซ์ ใช้ตัดเสื้อผ้าเครื่องใช้ของนักบินอวกาศ ทำผ้าม่าน หมอน ผ้าปูที่นอน เชือก พรม ผ้ากรองของร้อน และวัสดุเครื่องใช้ที่ต้องการให้ทนความร้อน

## ใยโพลีเอสเตอร์ (Polyester Fiber)

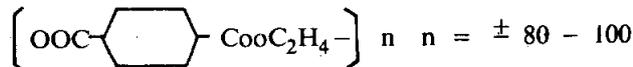
### ประวัติความเป็นมา

เส้นใยโพลีเอสเตอร์ถูกค้นพบโดย Dr. W.H. Carothers ชาวสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 ซึ่งเป็นผู้ค้นพบเส้นใยไนลอน ต่อมานักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทำการศึกษาค้นคว้าต่อจนผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดแรกได้ โดยใช้ชื่อว่า Terylene ในปี ค.ศ. 1941 ต่อมาในปี ค.ศ. 1946 บริษัทคูปองได้ขอซื้อลิขสิทธิ์มาผลิตในอเมริกา โดยใช้ชื่อว่า เดครอน เส้นใยโพลีเอสเตอร์จึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางและรวดเร็วกว่าเส้นใยสังเคราะห์ชนิดอื่น ๆ

โพลีเอสเตอร์เป็นเส้นใยที่ผลิตจากปฏิกิริยา Polymerization ของ Dihydric alcohol และ Dicarboxylic acid ดังตัวอย่างปฏิกิริยาที่เกิดจากการใช้ Ethylene glycol และ Terephthalic acid



Ethylene glycol + Terephthalic acid                      Ethylene terephthalate



Polymer repeat unit ประมาณ 80–100 หน่วย จึงจะได้ Polyester ที่ทำเป็นเส้นใยได้ โพลีเอสเตอร์ที่ได้จากการผลิตในขั้นต้นจะผ่านออกมาเป็นเส้น แล้วถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เมื่อต้องการทำเป็นเส้นใยก็ต้องนำไปหลอมเหลว แล้วกดผ่านแว่น Spinnerette เส้นใยที่กดออกมากระทบอากาศก็จะแข็งตัว จากนั้นก็นำไปดึงยืดเพื่อให้เส้นใยมีความเหนียวแข็งแรง

### คุณสมบัติของเส้นใย

#### ด้านกายภาพ

1. **รูปร่าง** เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์ ลักษณะตามยาวมีผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดเส้น มักเห็นจุดเล็ก ๆ ในเส้นใย อันเนื่องมาจากฟิสิกเมนต์ที่เติมลงไปเพื่อลดความมันของเส้นใย ภาคตัดขวางกลม แต่มีบางชนิด เช่น Dacron T-62 จะมีลักษณะภาคตัดขวางเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน



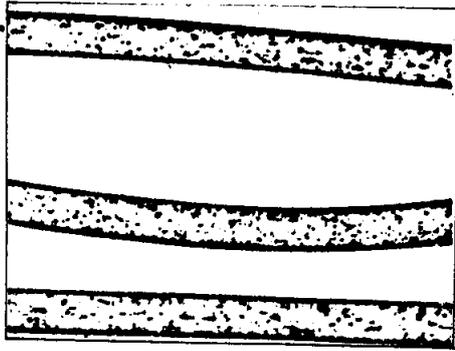
Vycron มีลักษณะรี



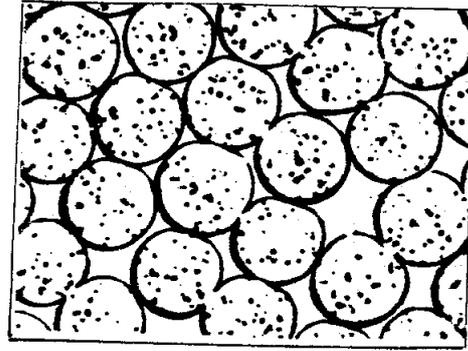
และ Trevira มีลักษณะเป็นหยักโดยรอบ



ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพที่ 34 แสดง ลักษณะ เส้นใยโพลีเอสเตอร์ตามยาวและตามขวาง

2. **ความเหนียว** มีความเหนียวแตกต่างกันตั้งแต่ 2.5—9.5 กรัมต่อดีเนียร์ เมื่อเปียก ความเหนียวลดลง

3. **การยืดหยุ่น** มีความยืดหยุ่นดี ไม่ยั้งง่าย และคงขนาดดี

4. **การดูดความชื้น** ดูดความชื้นได้ต่ำ ประมาณ 0.4—0.6% ที่สภาวะมาตรฐาน ย้อมสีติดยาก ถ้าต้องการให้มีช่องว่างในเนื้อผ้ามาก (Wickability) จะต้องผลิตให้ผ้ามีเส้นด้ายและเนื้อผ้าโปร่งเพื่อให้อากาศผ่านเข้าออกได้ดีจะช่วยให้สวมใส่สบายขึ้น

5. **การทนความร้อน** โพลีเอสเตอร์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 230—290°C ความร้อนไม่ทำให้สีของเส้นใยจางลง เส้นใยที่ผ่านขบวนการทำให้อยู่ตัวด้วยความร้อน (Heat setting) จะไม่ยืดหรือหดไม่ยับ ถ้ารีดด้วยอุณหภูมิต่ำกว่า Heat setting เส้นใยจะไม่เป็นอันตรายเมื่อไหมไฟจะเกิดควันสีดำหลอมละลาย ถ้าสีเทาดำเป็นเม็ดกลมแข็งนี้ไม่แตก

#### ด้านเคมี

เส้นใยโพลีเอสเตอร์ไม่ทนต่อต่างแก่และกรดแก่ ทำให้เส้นใยลดความแข็งแรงลง ถ้าสารเคมีมีความเข้มข้น และมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้เส้นใยขาดได้ สารอินทรีย์ที่ทำให้เส้นใยละลายคือ เมตาครีซอลฟีนอล โพลีเอสเตอร์เป็น Oleophilic fiber ดูดซับน้ำมันไว้ได้ดี

#### ด้านชีวภาพ

สารฟอกขาว สบู่ ผงซักฟอก ไม่ทำให้เส้นใยเสียหาย ทนต่อแสงแดด เก็บไว้นานมอดแมลงเชื้อราไม่ทำอันตราย

### ประโยชน์ใช้สอย

ผ้าที่ผลิตจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ได้รับความนิยมมากในกลุ่มเส้นใยสังเคราะห์อื่น ๆ โพลีเอสเตอร์มีชื่อการค้าหลายชื่อขึ้นอยู่กับประเทศและบริษัทผู้ผลิต เช่น Dacron, Avlin, Encron, Kodel, Trevira, Vycron โพลีเอสเตอร์ที่ผลิตในอเมริกาเรียกว่า Terylene ผลิตในอังกฤษเรียกว่า Tetoron และผลิตในญี่ปุ่น เรียกว่า Toray คุณสมบัติที่ดีของโพลีเอสเตอร์คือไม่ยับง่าย สวมใส่สบาย ดูแลรักษาง่ายเป็นเส้นใยประเภท Wash and wear นอกจากนี้จะผลิตเป็นผ้าที่ได้จากใยโพลีเอสเตอร์แล้ว ยังนิยมนำเส้นใยโพลีเอสเตอร์ผสมกับเส้นใยชนิดอื่น เช่น เรยอน ไหม ฝ้าย ลินิน ขนสัตว์ เป็นต้น และมักจะใช้ประมาณไม่ต่ำกว่า 50% เช่น โพลีเอสเตอร์ 65% ฝ้าย 35% การที่นำเส้นใยโพลีเอสเตอร์ไปผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ นั้น เพื่อให้ผ้าที่ได้จากเส้นใยผสมมีคุณสมบัติดีขึ้น ทั้งในด้านความสวยงาม ความทนทานและความเหมาะสมต่อประโยชน์ใช้สอย ผ้าที่ผลิตจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์และผ้าที่ผลิตจากเส้นใยผสมที่มีเส้นใยโพลีเอสเตอร์อยู่ด้วยนั้น สามารถผลิตได้ทั้งผ้าเนื้อบางเบา จนถึงผ้าเนื้อหนา ใช้ตัดเสื้อ กระโปรง กางเกง และสูท เป็นต้น การทำความสะอาดสามารถซักได้ทั้งซักน้ำ และซักแห้ง ใช้กับผงซักฟอก สบู่ สารฟอกขาวทุกชนิด ถ้าซักน้ำไม่ควรบิด สลัดน้ำออกผึ่งให้แห้งในที่ร่ม หรือแดดอ่อน ๆ ไม่จำเป็นต้องรีด ถ้าเป็อนไขมันควรลบรอยเป็อนด้วยแชมพูสระผมก่อน จึงนำไปซักด้วยวิธีธรรมดา

ตารางที่ 13 แสดงคุณสมบัติทั่วไป ของกลุ่มเส้นใยโพลีเอสเตอร์

คุณสมบัติที่ดี	คุณสมบัติที่ไม่ดี	คุณสมบัติอื่น ๆ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ยืดหยุ่นดี ไม่ยับง่าย</li> <li>2. คงรูปคงขนาดดี</li> <li>3. ซักง่าย, แห้งเร็ว</li> <li>4. ซักทำความสะอาดแล้วไม่ต้องรีด (wash &amp; wear)</li> <li>5. ทนต่อการขัดสีได้ดี</li> <li>6. มีความเหนียวทนทาน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ย้อมสีติดยาก ต้องย้อมสีขณะเป็นของเหลว</li> <li>2. ไวต่อความร้อน หลอมละลายก่อนการลวกไหม้</li> <li>3. เกิดไฟฟ้าสถิต ในขณะสวมใส่</li> <li>4. เมื่อเป็อนไขมันซักออกยาก</li> <li>5. ผ้าที่ทอจากใยสั้น เนื้อผ้า</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ดูดซึมความชื้นได้ต่ำ</li> <li>2. ซักได้ทั้งซักเปียกและซักแห้ง</li> <li>3. เดครอนสีขาว ฟอกขาวได้ด้วยสารฟอกขาวประเภทคลอรีน</li> <li>4. ใช้ความร้อนตกแต่งให้คงรูปได้ดี (Heat set)</li> </ol>

คุณสมบัติที่ดี	คุณสมบัติที่ไม่ดี	คุณสมบัติอื่น ๆ
7. จับจีบถาวรได้ดี 8. ผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ ได้ดี เพิ่มคุณสมบัติทนยับ	เป็นขุย เป็นเม็ดบนผิวผ้า 6. ผ้าที่ทอจากเส้นใยยาว ลื่นหลุดออกได้ง่าย	

ตารางที่ 14 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของใยโพลีเอสเตอร์ชนิดต่าง ๆ

ชื่อเส้นใย	ความเหนียว (กรัม/ดีเนียร์ เปียก-แห้ง)	การยืดได้ เปียก-แห้ง	การยืดหยุ่น เมื่อยืดออก 2%	ความถ่วง จำเพาะ	การดูด ความชื้น %
<b>เดครอน (Dacron)</b>					
ชนิดธรรมดา	2.8-5.2	19-30	97	1.38	0.4-0.8
ชนิดเหนียว	6.0-9.5	10-14	100	1.38	0.4-0.8
<b>โคเดล (Kodel)</b>					
Type 2	2.5-3.0	24-34	85-95	1.22	0.4
Type 4	4.5-5.4	35-45	75-85	1.38	0.4
<b>ฟอร์เทรล (Fortrel)</b>					
ชนิดธรรมดา	4.5	25-30	100	1.38	0.4
ชนิดเหนียว	7.0-8.5	8-10	100	1.38	0.4
<b>ไวครอน (Vycron)</b>					
Type 2	5.3-8.0	30-40	93	1.38	0.6
Type 5	5.0-5.5	35-45	98	1.38	0.6
<b>เอฟลิน (Avlin)</b>	40-50	18-22	90-97	1.38	0.4
<b>เอนครอน (Encron)</b>					
ชนิดธรรมดา	4.4-5.0	20-30	95-97	1.38	0.4
ชนิดเหนียว	8.5-8.9	11.5-13.0	100	13.8	0.4

## ใยโครลิก (Acrylic)

### ประวัติความเป็นมา

ใยโครลิก เป็นชื่อทั่วไป ของเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งบริษัทดูปองผลิตขึ้นมาได้เป็นชนิดที่สอง แต่ยังไม่สามารถนำมาทำเป็นเส้นใยได้ จนมาถึงระยะหลังเมื่อมีเส้นใยสังเคราะห์หลายชนิดเกิดขึ้น จึงได้ผลิตเส้นใยโครลิกออกมาในชื่อการค้าว่า ออร์ลอน (Orlon) และบริษัทอื่น ๆ ก็ได้ผลิตเส้นใยโครลิกออกมา เช่น อครีแลน (Acrilan) ผลิตโดยบริษัทซีลานีส เวเรล (Verel) ผลิตโดยบริษัทอีสแมน ซึ่งเป็นเส้นใยที่มีส่วนประกอบเหมือนกัน แต่ขบวนการผลิตแตกต่างกัน

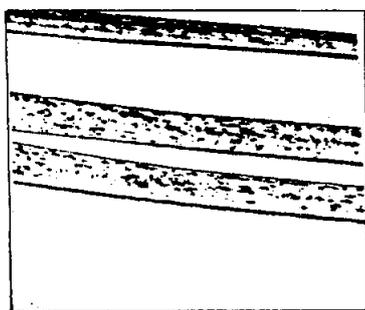
อโครลิกเป็นเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยโพลิเมอร์ของ Acrylonitrile อย่างน้อย 85% โดยน้ำหนักและ Vinyl cyanide เมื่อได้เป็นโพลิเมอร์ที่จะทำให้เป็นเส้นใยต้องนำไปละลายใน Dimethyl formamide : แล้วจึงอัดขึ้นเส้นใย เมื่อตัวทำละลายระเหยไปก็จะได้เส้นใยโครลิก

### คุณสมบัติของเส้นใย

#### ถ่ายภาพภาพ

1. รูปร่างของเส้นใย เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์ ตามยาวเส้นใย มีลักษณะตรงไม่บิด มีเงาดำ ๆ กระจายอยู่โดยทั่วไปถ้าดูตามภาคตัดขวาง จะเห็นเป็นรูปต่าง ๆ กัน แล้วแต่ชนิด เช่น Acrilan มีลักษณะค่อนข้างกลม  Orlon มีลักษณะคล้าย ดัมเบล  Zafan มีลักษณะกลมและมีจุดเล็ก ๆ กระจายทั่วไป  ซึ่งเป็นพิกเมนต์ที่เติมลงไปเพื่อลดความมัน

ภาพตามยาว

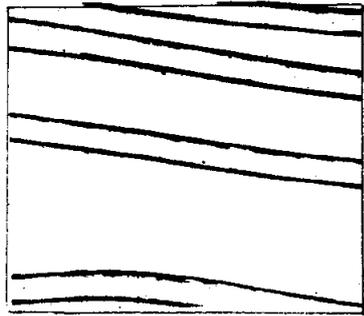


ภาพตามขวาง

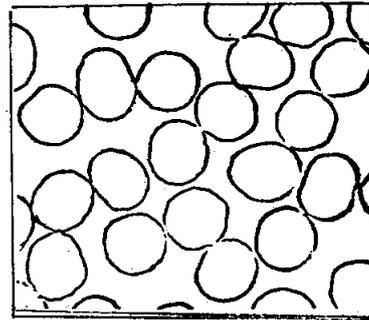


ภาพที่ 35 แสดงลักษณะเส้นใยโครลิก(ออร์ลอน) ตามยาวและตามขวาง

ภาพตามยาว

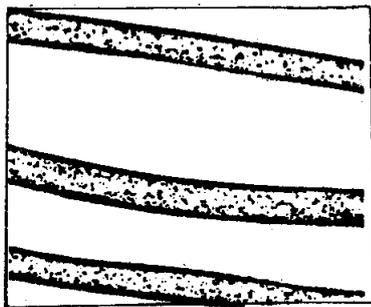


ภาพตามขวาง

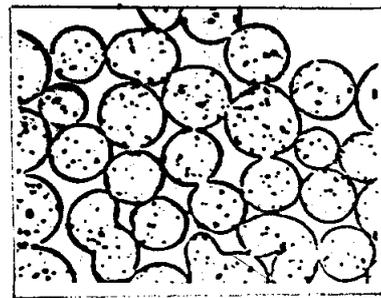


ภาพที่ 36 แสดงลักษณะเส้นใยโครลิก(อควีแลน)ตามยาวและตามขวาง

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพที่ 37 แสดงลักษณะเส้นใยโครลิก(ซีแพรอน)ตามยาวและตามขวาง

2. **ความเหนียว** มีความแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดในขณะที่เส้นใยแห้งมีค่าความเหนียวอยู่ระหว่าง 2-4 กรัมต่อดีเนียร์ เมื่อเปียกความเหนียวลดลง ความเหนียวไม่สูงแต่ใช้ประโยชน์ได้ดี

3. **การยืดตัว** มีการยืดตัวแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดคืออยู่ในระหว่าง 20-55% เมื่อเปียกเส้นใยจะยืดตัวได้มากกว่าเมื่อแห้ง

4. **การดูดความชื้น** ดูดความชื้นต่ำที่สภาวะมาตรฐาน 1 - 25%

5. **การคงรูป** มีการคงรูปดี ไม่ยับง่าย

6. **การทนความร้อน** เป็นเส้นใยในกลุ่ม Thermoplastic fiber ไม่ควรรีดด้วยอุณหภูมิสูงเกินกว่า 325°F เพราะจะทำให้เหลืองซีดจาง หลอมเป็นยางเหนียว ลูกใหม่แปลวไฟสีเหลือง ถ้าเป็นก้อนที่ด้ากลมแข็งบีบไม่แตก

#### **ด้านเคมี**

ทนต่อด่างอ่อนได้ดี ด่างแก่ทำให้เส้นใยเปื่อยและขาดได้ ทนต่อการกร่อนและกรดอินทรีย์เจือจางได้ดี กรดเข้มข้นทำให้เส้นใยลดความเหนียวและละลายได้ สารละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการทำ ความสะอาด ทั้งซักและลอรอยเปื้อน สามารถใช้ได้กับทุกชนิด

#### **ด้านชีวภาพ**

ทนต่อแบคทีเรีย เชื้อรา และแมลงได้ดี

#### **ประโยชน์ใช้สอย**

เส้นใยไครลิกเป็นเส้นใยที่สะดวกในการใช้ดูแลรักษาง่าย มีน้ำหนักเบา เมื่อผลิตเป็นผ้าได้ ผ้าที่มีผิวสัมผัสนุ่มนวล ให้ความอบอุ่นคล้ายเส้นใยขนสัตว์ จึงนิยมนำไปผสมกับเส้นใยขนสัตว์ ทำผ้าขนสัตว์เทียม เช่น ใช้ทำผ้าห่ม พรม เสื้อกันหนาว แต่เนื่องจากเส้นใยไครลิกจะดูดความชื้นต่ำ ผ้าไครลิกจะสะสมประจุไฟฟ้าสถิตสะสมไม่สบาย การซักทำความสะอาด ซักได้ทั้งซักเปียกและซักแห้ง ไม่ควรใช้ความร้อนในการซัก ไม่ควรต้มผ้า เพราะจะทำให้ผ้าหดเสียรูปทรงได้ ผ้าไครลิกมีชื่อการค้าหลายชื่อ เช่น Orlon, Acrilan, Zefran, Creslan

### **ใยโมดาไครลิก (Modacrylic)**

เป็นเส้นใยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับ ไครลิก แต่มีส่วนผสมต่างกันคือ เป็นเส้นใยที่มีโพลิเมอร์ประกอบด้วย Vinyl chloride 60% และ Acrylonitrile ( Vinyl cyanide ) 40% มีชื่อการค้าว่า Dynel, Verel เป็นเส้นใยที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับเส้นใยไครลิกแต่ต่างกันที่คุณสมบัติทนความร้อนได้ดีกว่า ประโยชน์ใช้สอย ใช้ทำพรม ผ้าห่ม เสื้อกันหนาว ขนเฟอร์เทียม และผสมปลอม

## ใยโอลิฟิน (Olefin)

เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยโพลิเมอร์ของ Polyethylene หรือ Polypropylene มีคุณสมบัติเหนียวแข็งแรงทนต่อการขัดสีได้ดี ไม่หด ไม่ย้วยง่าย มีน้ำหนักเบา ดูดความชื้นไม่ได้ ทนต่อกรดและด่างได้ดี แต่ไม่ทนต่อ Chlorinated hydrocarbon ซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำยาซักแห้งบางชนิด เช่น Perchlorethylene ผ้าที่ผลิตจากเส้นใย Olefin ซักทำความสะอาดง่ายไม่ต้องรีด

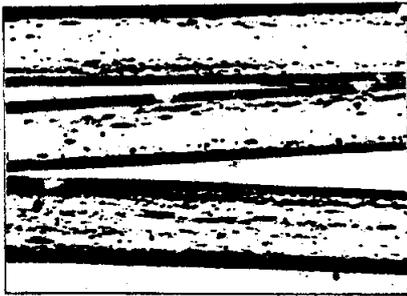
### ประโยชน์ใช้สอย

ใช้ผสมกับเส้นใยขนสัตว์ ฝ้าย เรยอน ผลิตเป็นผ้าถัก ผ้าห่ม และนิยมผลิตใช้ในงานอุตสาหกรรมการตกแต่ง มากกว่าใช้ทำเสื้อผ้า เช่น ใช้ทำถุง เชือก พรม ชื่อการค้าของเส้นใยโอลิฟินคือ Herculon, Vectra เป็นต้น

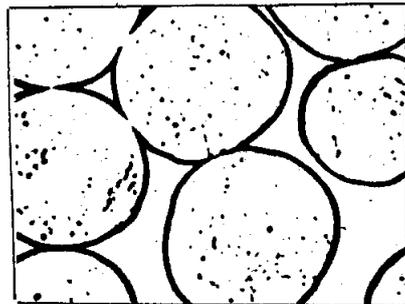
## ใยซาแรน (Saran)

เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วย โพลิเมอร์ของ Vinylidene chloride คุณสมบัติดูดซึมความชื้นต่ำ ไม่ทนความร้อนสูง ทนต่อสารเคมี กรด ด่าง และสารละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการลบรอยเปื้อนได้ดี ซักทำความสะอาดได้ง่าย นิยมใช้ทำผ้าปูเครื่องเรือน ผ้าม่าน พรม

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพที่ 38 แสดงลักษณะเส้นใยซาแรนตามยาวและตามขวาง

## Elastomeric Fibers

เป็นเส้นใยที่สามารถยืดตัวได้มาก 500–800% ของความยาวเดิมก่อนถึงจุดขาด และสามารถหดกลับคืนได้อย่างรวดเร็วเมื่อปล่อยแรงดึง เส้นใยในกลุ่มนี้ ได้แก่ ยางธรรมชาติ และยางสังเคราะห์ เช่น สเปนเด็กซ์ (Spandex) และอนิเด็กซ์ (Anidex)

### ใยยาง (Rubber)

ใยยางจะได้จากยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ การนำใยยางมาใช้ในเสื้อผ้านั้นมักจะใช้เป็นเส้นแถบภายในมีเส้นด้ายหรือเส้นใยที่ทำจากฝ้าย เรยอน หรือไนลอน หุ้มอยู่โดยรอบ เพื่อป้องกันไม่ให้ใยยางเสื่อมคุณภาพเร็ว เมื่อถูกความร้อนและแสงแดด

#### คุณสมบัติที่ดีของใยยางในการใช้ประโยชน์

สามารถยืดหดได้ดี มีความโค้งงอดี มีความคงรูปปานกลาง เหนียวแข็งแรง ทนต่อน้ำและอากาศได้ดี ตัดหรือฉีกขาดยาก ทนต่อสารเคมีได้หลายชนิด ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ใช้ตัดชุดอาบน้ำ ผ้าพันกล้ามเนื้อ ผ้าบุในรองเท้า ขอบถุงเท้า ถุงมือ แถบยางยืด เป็นต้น

#### คุณสมบัติที่ไม่ดีในการใช้ประโยชน์

น้ำมันหรือเหงื่อไคลจากร่างกายและแสงแดดจะทำให้ยางเสื่อมคุณภาพจะยืดเสียรูปทรง ใยยางไม่ทนความร้อนสูง ถ้าความร้อนสูงเกิน 93°C จะเริ่มสลายตัว เมื่อเก็บไว้นานความเหนียวลดลงการยืดหยุ่นเสียไป และสารซักฟอกบางชนิดทำให้เส้นใยเสื่อมคุณภาพ ชื่อการค้าของใยยาง เช่น Contro Globe Lactron Lastex และ Laton เป็นต้น

### ใยสเปนเด็กซ์ (Spandex)

เป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่ยืดได้ดีและสามารถหดกลับได้เท่ากับขนาดเดิม เป็นเส้นใยที่อยู่ในประเภท อีลาสโตเมอร์ ประกอบด้วยโพลียูรีเทน (Polyurethane) ใยสเปนเด็กซ์ที่ผลิตขึ้นชนิดแรก ชื่อว่า ไลคร้า (Lycra) เส้นใยในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติดีกว่ายางธรรมชาติตรงที่สามารถดูดความชื้นได้ประมาณ 3–1.2% ที่สภาวะมาตรฐานรีดได้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 300°F ทนต่อสารเคมีได้ดี ยกเว้นต่างเข้มข้นจะทำให้ความเหนียวและการยืดหยุ่นตัวลดลง ไม่ทนต่อสารฟอกขาวพวกคลอรีน ทนต่อเหงื่อไคล และไขมันจากร่างกายได้ดีกว่ายางธรรมชาติ ใยสเปนเด็กซ์สามารถย้อมสีได้ ทนต่อการขัดสีและทนต่อปฏิกิริยา Oxidation ได้

ประโยชน์ของเส้นใยสเปนเด็กซ์ ใช้ทำเป็นส่วนหนึ่งของเสื้อผ้าเครื่องชั้นในสตรี ชุดอาบน้ำ

ขอบถุงเท้า ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ที่ต้องการให้ยืดกระชับ เช่น ผ้าพันข้อเท้าและหัวเข่า ผ้าพันกล้ามเนื้อ เป็นต้น การทำความสะอาด ซักทำความสะอาดด้วยสารทำความสะอาดทุกชนิด ไม่ควรให้ถูกแสงแดดจัด สเปนเด็กซ์สีขาวจะกลายเป็นสีเหลือง เมื่อใช้ไปนาน ๆ คุณสมบัติในการยืดหด ความเหนียวและความคงรูปจะลดลง เส้นใยสเปนเด็กซ์ไม่ต้องรีด (Wash & wear) ชื่อการค้าของเส้นใยสเปนเด็กซ์ คือ Lycra, Numa, Glospan, Unel, Duraspan, Estane V.C., Interpan & Fulflex

### ใยอนิเด็กซ์ (Anidex)

เป็นเส้นใยในกลุ่มอีลาสโตเมอร์ เป็นยางสังเคราะห์ชนิดใหม่ที่มีคุณภาพดีกว่ายางธรรมชาติ และสเปนเด็กซ์ ใยอนิเด็กซ์ เป็นโพลิเมอร์ซึ่งประกอบด้วยเอสเทอร์ ของโมโนไฮดริค แอลกอฮอล์ และกรดอะคริลิก ไม่น้อยกว่า 50% โดยน้ำหนัก

#### คุณสมบัติของเส้นใยอนิเด็กซ์

สามารถยืดหดกลับเข้ารูปเดิมได้ดีเยี่ยม ย้อมสีพิมพ์ดอกได้หลายวิธี ตกแต่งให้ทนยับอย่างถาวรและทนสิ่งสกปรกได้ดี เส้นใยอนิเด็กซ์สามารถนำมาผลิตเป็นผ้าทอหรือผ้าถักได้ดี เส้นใยยางเดี่ยวหุ้มด้วยเส้นใยชนิดอื่นใช้ทำอีสติกได้ดี การทำความสะอาด ซักได้ทั้งซักเปียกและซักแห้ง ฟอกขาวกับสารคลอรีนได้ทนทานต่อการซักและการเปื้อนสิ่งสกปรกและไขมันได้ดี สามารถนำไปผสมกับเส้นใยธรรมชาติ และเส้นใยยางสังเคราะห์ชนิดอื่น ๆ ได้

### ใยแร่ (Mineral Fibers)

#### ใยหิน (Asbestos)

ใยหินเป็นใยธรรมชาติที่แยกจากหินชนิดหนึ่งที่มีสีเขียวที่เรียกว่า Serpentine หรือ amphi



ภาพที่ 39 ใยหิน

bole rock มีลักษณะเป็นชั้นลื่นเหมือนสบู่ หินชนิดนี้รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยกรีก และโรมันตอนต้น Asbestos เป็นชื่อภาษากรีก โยหิน Asbestos นี้จะถูกนำไปทำความสะอาด แยกประเภทตามความยาวแล้วส่งไปยังโรงงานสิ่งทอ เส้นโยหินที่จะทำเป็นเส้นใยผ้าจะต้องผสมกับใยฝ้าย 5–20% หรือเรยอนหรือขนสัตว์ เพื่อปั่นเป็นเส้นด้ายและทอเป็นผ้าต่อไป ผ้าที่ผลิตจากโยหินมีคุณสมบัติทนไฟ ทอเป็นผ้าได้หลายชนิด ใช้ทำผ้าม่าน เสื้อผ้าป้องกันไฟ สำหรับพนักงานดับเพลิง ผ้าฉนวนป้องกันไฟฟ้า เป็นต้น โยหินมีความเหนียว แข็งแรง ทนความร้อนสูงในช่วงสั้นได้ถึง 6,000°F โยหินทนต่อสารเคมีได้ดี เวลาซักต้องระมัดระวัง ถ้าไม่สกปรกมากไม่ควรซักควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำเช็ดบริเวณ รอยเปื้อนก็จะออกได้ง่าย

### ใยแก้ว (Glass fibers)

ใยแก้วเป็นใยสังเคราะห์จากแร่ ผู้ที่ค้นพบคือ Edward Drummond Libbey ในปลายศตวรรษที่ 19 ใยแก้วมีเนื้อสวยงามไม่บางใสแต่ค่อนข้างแข็งขาดความยืดหยุ่น

ใยแก้วผลิตจากวัตถุดิบที่ใช้ทำแก้วคือทรายซิลิกา และหินปูนผสมกับบอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต และบอแรกซ์ โดยใช้ทรายและหินปูนเป็นหลัก นำส่วนผสมทั้งหมดไปหลอมละลายที่อุณหภูมิ 3,000°F จะได้ลูกแก้วเล็ก ๆ เมื่อจะทำเป็นเส้นใยก็นำมาหลอมให้เหลวแล้วอัดผ่านแว่น Spinnerette ปล่อยให้แข็งตัว ก็จะได้เส้นใยแก้วนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายและผลิตเป็นผ้าต่อไป

**คุณสมบัติของใยแก้ว** มีความเหนียว และความคงรูปสูง ไม่ดูดความชื้น ย้อมสีติดยาก ไม่ยับ ไม่ไหม้ไฟ หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1,500°F มีการโค้งงอดีแต่ไม่ทนต่อการเสียดสี เมื่อม้วน หรือพับขอบผ้าจะแตกหรือหักเมื่อได้รับการเสียดสีบ่อย ๆ เส้นใยเส้นจะใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมพลาสติกหล่อ ทำฉนวนกันไฟ เส้นใยยาวใช้ผลิตผ้าเพื่องานตกแต่ง เช่น โคมไฟผ้า ม่านทนไฟ ฉาก ผ้าคลุมโต๊ะรีดผ้า เส้นใยแก้วไม่เหมาะที่จะใช้ทำเสื้อผ้า เพราะจะทำให้เกิดความรู้สึกเคืองต่อผิวหนัง เนื่องจากปลายเล็ก ๆ ของเส้นใยเป็นอันตรายต่อผิวหนัง การทำความสะอาด ชักน้ำสบู่อ่อน ๆ ไม่บิด ไม่พับ ไม่ควรซักในเครื่องซักผ้า ถ้าใช้สารฟอกขาวคลอรีน ควรใช้อย่างเจือจาง

ใยแก้วที่ผลิตออกจำหน่าย มีชื่อการค้าต่าง ๆ กัน คือ Unifab, Unistrnad, Modiglian, Fiberglass, Beta, Pittsburgh, PPG, Uniglass & Vitron

## ใยโลหะ (Metallic Fibers)

เป็นเส้นใยที่รู้จักกันมานานับพันปีก่อนที่จะรู้จักใยเรยอน และไนลอน ใยโลหะเป็นใยเดี่ยว อาจเรียกว่าด้ายโลหะ (Metallic yarns) ก็ได้ เพราะมีลักษณะเป็นใยยาวเดี่ยว แบบคล้ายริบบิ้น สามารถผลิตให้มีขนาดตามต้องการ อาจใช้พันสลับกับเส้นด้ายจะมีลักษณะกลม นิยมทำด้วยโลหะแท้ เช่น ทองจะมีราคาแพงมาก เงิน ทองแดง อลูมิเนียม ส่วนใยโลหะสังเคราะห์ทำจากโลหะอลูมิเนียม หรือโลหะหุ้มพลาสติก สารที่พันทับโลหะ ได้แก่ สารโพลีเอสเตอร์ เช่น Mylar หรือสารเซลลูโลส ออซิเตท-บิวไทเรท มีหลายสีสดใสแวววาว สวยงาม เช่น สีน้ำเงิน สีทอง ผลิตขึ้นเพื่อเลียนแบบโลหะแท้ ใยโลหะหุ้มพลาสติกใช้ประโยชน์ได้ดีไม่ดำเมื่อถูกอากาศ ความเค็ม คลอรีน จากน้ำ และต่างจากผงซักฟอก

คุณสมบัติของเส้นใยโลหะไม่ค่อยเหนียว ทำขึ้นเพื่อใช้ในการตกแต่งเสื้อผ้า มากกว่าทอเป็นผ้าทั้งผืน ใยโลหะถ้าหุ้มหรือชุบด้วยโพลีเอสเตอร์ ใยจะเหนียว และทนทานมากขึ้น ถ้าหุ้มด้วยออซิเตท บิวไทเรท ใช้สำหรับตัดชุดราตรี สีจะไม่ตกไม่ซีดเมื่อถูกแสงแดดหรือเมื่อซักกรีด