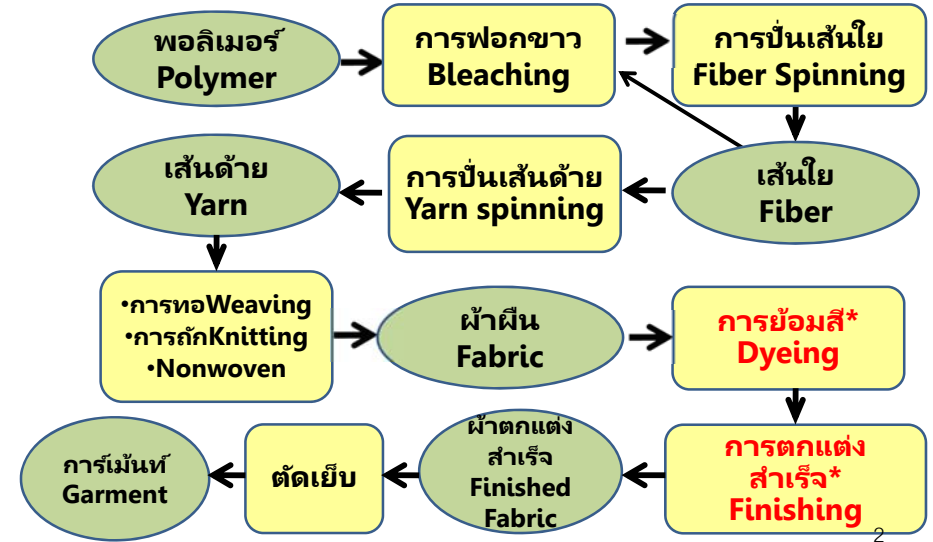
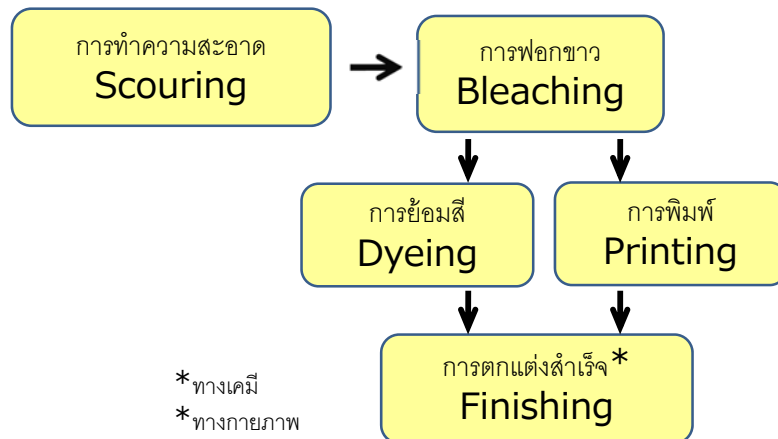


บทที่ 1
 การทำความสะอาดเส้นใยสิ่งทอ
 (Scouring)

กระบวนการทางสิ่งทอ
 (Textile Process)



กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ
 (Textile Process)



*ทางเคมี
 *ทางกายภาพ

1.1 จุดประสงค์ของการทำความสะอาดเส้นใย

- เพื่อให้เส้นใยมีสีขาว
- เพื่อให้เส้นใยดูดซึมสีย้อมได้ดีขึ้น
- เพื่อให้เส้นใยดูดซึมสารเคมีได้ดีขึ้น

เส้นใย	สิ่งสกปรก
เส้นใยเซลลูโลส	แว็กซ์ ลิกนิน เพคติน สารลงแป้ง
ขนแกะ	เหงื่อ เศษหญ้า ดิน
ไหม	กาวไหม สี(เหลือง)
เส้นใยสังเคราะห์	น้ำมันจากเครื่องจักร

สูตรของสารละลายสำหรับ
ทำความสะอาดเซลลูโลส

- 2-4% โซเดียมไฮดรอกไซด์
- 0.2% สารลดแรงตึงผิวกลุ่มแพตตี้อัลคิลซัลเฟต (fatty alkyl sulphate) หรือแพตตี้อัลคิลซัลโฟเนต (fatty alkyl sulphonate)
- อุณหภูมิ 100-240 องศาเซลเซียส
- เวลา 2-360 นาที

5

สูตรของสารละลายสำหรับ
ทำความสะอาดขนแกะ

- 0.8% สารลดแรงตึงผิว (ประเภทที่ไม่มีประจุใช้งานได้ดี เพราะอยู่ในภาวะที่มีความเป็นกลาง และทนต่อน้ำกระด้าง)
- 0.3% โซเดียมคาร์บอเนต
- อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
- ล้างด้วยน้ำที่ 40 องศาเซลเซียส

6

สูตรของสารละลายสำหรับ
ทำความสะอาดไหม

- การทำความสะอาดเส้นไหมมีชื่อเฉพาะว่า การลอกกาวไหม (degumming)
- สูตรของสารละลายสำหรับลอกกาวไหมประกอบไปด้วยต่างอ่อน เช่น โซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 0.5%
- เนื่องจากโปรตีนสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้ในสารละลายต่าง จึงสามารถใช้โซเดียมคาร์บอเนตลอกกาวไหมออกได้

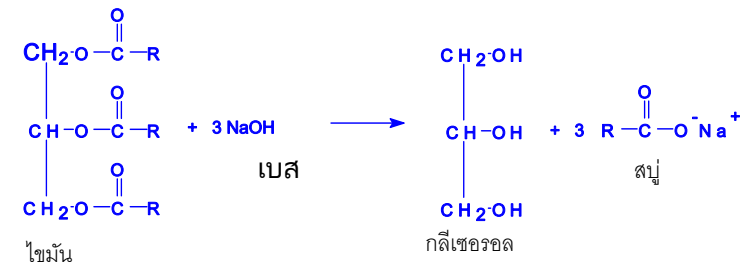
7

1.2 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการทำความสะอาด
เส้นใยสิ่งทอ

1.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์

- ทำให้เส้นใยเซลลูโลสเกิดการพองตัว สิ่งสกปรกหลุดออกได้ง่าย
- ทำปฏิกิริยากับไขมันได้สบู่ที่ละลายน้ำได้

NaOH + Fat, Wax, Oil → Soap
(Sodium salt of fatty acid)

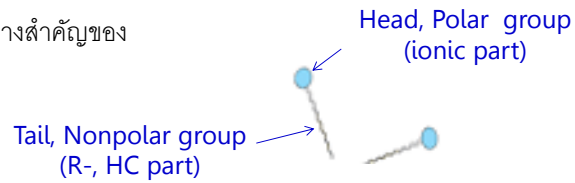


8

1.2.2 สารลดแรงตึงผิว

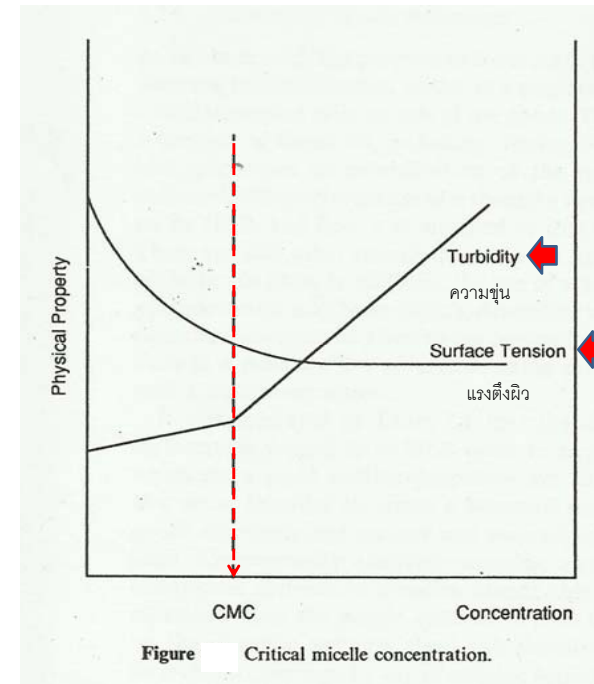
- สารลดแรงตึงผิว (surface active agent) เป็นสารที่สามารถลดแรงตึงผิวของเหลว เช่น น้ำ ได้

1.2.2.1 โครงสร้างสำคัญของสารลดแรงตึงผิว



- เมื่อละลายสารลดแรงตึงผิวลงในน้ำมากขึ้นเรื่อยๆ ถึงความเข้มข้นหนึ่งที่ไม่สามารถลดแรงตึงผิวของน้ำได้อีก จะเรียกความเข้มข้นที่จุดนี้ว่า ความเข้มข้นไมเซลล์วิกฤติ (critical micelle concentration, CMC)
- โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวจะเกิดการรวมกลุ่มกันเป็นวงกลม หรือเป็นชั้น เรียกว่า ไมเซลล์

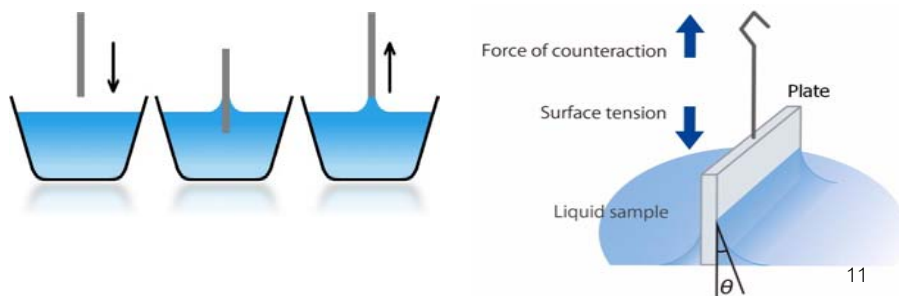
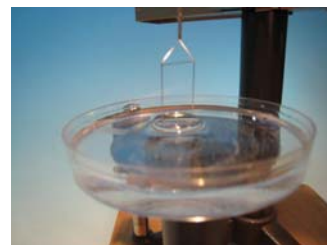
9



- สารละลายของสารลดแรงตึงผิว จะมีสมบัติทางกายภาพ เช่น ความขุ่นแรงตึงผิว เปลี่ยนไปอย่างเด่นชัดที่จุด CMC

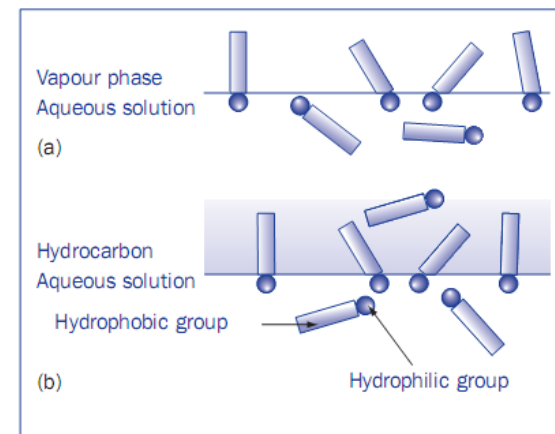
10

เครื่องวัด Surface tension

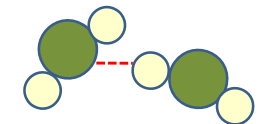


11

Figure Orientation of amphiphiles at (a) solution-vapour interface and (b) hydrocarbon-solution interface.



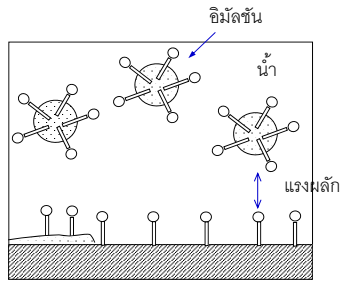
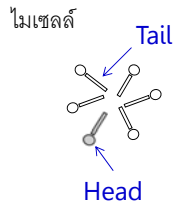
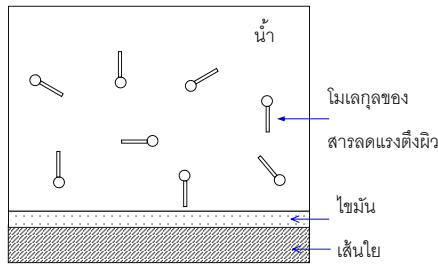
- โมเลกุลน้ำมีแรงดึงดูดระหว่างกัน



- โมเลกุลสารลดแรงตึงผิวแทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลน้ำ
- ทำให้แรงดึงดูดของน้ำลดลง

12

1.2.2.2 กลไก
การทำความสะอาด
ของสารลดแรงตึงผิว



13

- ลักษณะของสารลดแรงตึงผิวแบ่งได้ด้วย hydrophile-lipophile balance (HLB)
- ค่าHLB สูง บอกความสามารถในการละลายน้ำ (water solubility)
- HLB มีค่าในช่วง 0-20

ช่วงค่า HLB	ลักษณะของสารลดแรงตึงผิว
3-6	w/o emulsifier
7-9	Wetting agent
8-18	o/w emulsifier
13-15	Detergent
15-18	Solubiliser/dispenser

14

- โดยทั่วไปค่า HLB คำนวณจาก

$$HLB = \frac{\% \text{โดยมวลของ hydrophilic group}}{5}$$

- ถ้าเป็น fatty ester ที่เตรียมจาก polyhydric alcohol เช่น glycerol monostearate ค่า HLB คำนวณจาก

$$HLB = 20[1-(S/A)]$$

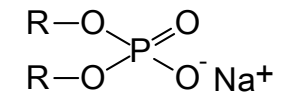
เมื่อ S คือ saponification number ของเอสเทอร์
และ A คือ acid number ของ fatty acid

15

1.2.2.3 ประเภทของสารลดแรงตึงผิว

1. สารลดแรงตึงผิวชนิดแอนไอออนิก (anionic surfactant)

- นิยมใช้กันมาก มีราคาถูก
- เมื่อละลายน้ำแล้วโครงสร้างหลักซึ่งเป็นส่วนที่มีขั้วมีประจุลบ และมีประจุร่วม (counter ion) เป็นประจุบวก

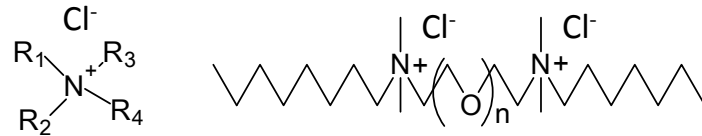


- สารลดแรงตึงผิวชนิดแอนไอออนิกมีหลายกลุ่ม เช่น คาร์บอกซิเลต (RCOO^-) บางครั้งเรียกว่า สบู่ นอกจากนี้ยังมีกลุ่มซัลฟิเนต (RSO_3^-) กลุ่มซัลฟิเนต (ROSO_3^-) และกลุ่มฟอสเฟตเอสเทอร์

16

2. สารลดแรงตึงผิวชนิดแอนไอออนิก (Cationic surfactant)

- เมื่อละลายน้ำแล้วโครงสร้างหลักซึ่งเป็นส่วนที่มีขั้วจะมีประจุบวก และมีประจุร่วม (counter ion) เป็นประจุลบ
- มักนิยมใช้เป็นสารทำนุ้มมากกว่าเป็นสารซักฟอก เนื่องจากช่วยลดการสะสมของไฟฟ้าสถิต
- สารลดแรงตึงผิวในกลุ่มนี้ได้แก่ ควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (quaternary ammonium salt) หรือควอท (quat)



17

3. สารลดแรงตึงผิวชนิดสองประจุ (amphoteric surfactant)

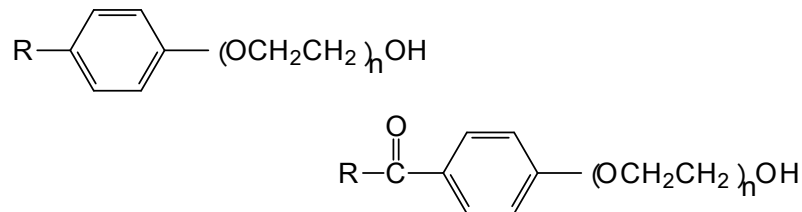
- เป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีทั้งประจุบวกและลบ (zwitter ion)
- ถูกนำไปใช้งานหลายด้าน เช่น สารทำความสะอาด สารทำนุ้ม สารทำให้เกิดฟอง
- ตัวอย่างของสารลดแรงตึงผิวชนิดสองประจุ เช่น สารกลุ่มเอมีน ไกลซีน และบีไทน์ (betaine)



18

4. สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (nonionic surfactant)

เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุแต่ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวได้ เช่น อีทอกซิลเลตอัลคิลฟีนอล (ethoxylate alkyl phenol) และคาร์บอกซิลิกเอสเทอร์ (carboxylic ester) สารเหล่านี้ทำให้ฟองคงตัว (foam stabilization) และทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์



19

1.2.3 สารทำนุ้ม (softener)

- ทำให้ผ้านุ่ม (โดยผสมในน้ำยาปรับผ้านุ่มหรือการตกแต่งสำเร็จ*)

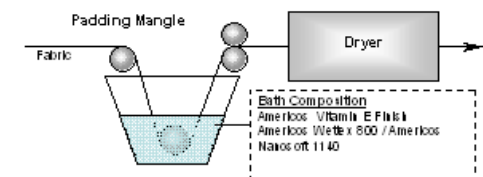
1.2.3.1 cationic surfactant มีปริมาณการใช้มากที่สุด ?

1.2.3.2 น้ำมันหรือแว็กซ์

- มักทำให้อยู่ในรูป water-dispersion emulsion

แล้วทำการจุ่มอัดด้วยผ้าฝ้ายหรือผ้าฝ้ายผสม

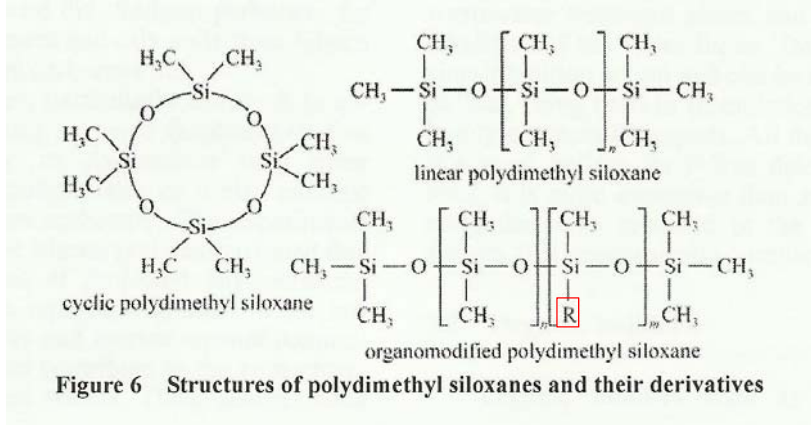
- ไม่ทนซัก



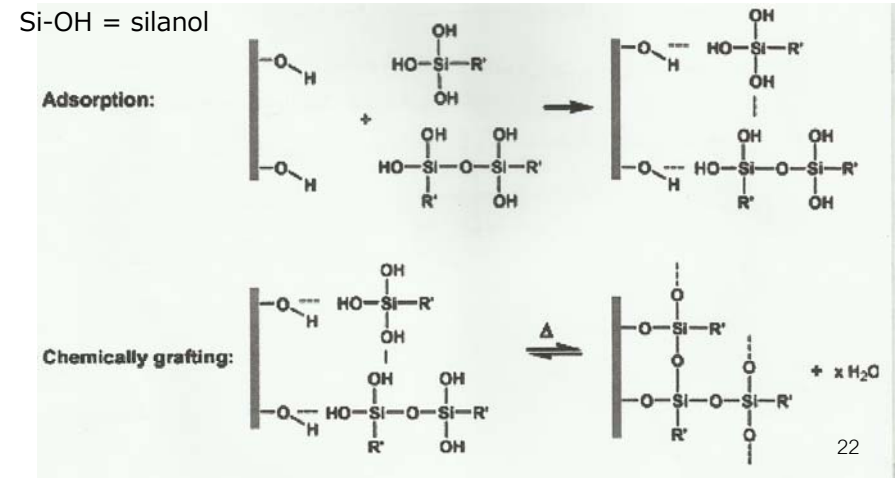
20

1.2.3.3 ซิลิโคน

- ใช้เป็นสารลดแรงตึงผิวและสารทำนุในสิ่งทอและเครื่องสำอาง
- ซิลิโคนมี Si-O อยู่ในโครงสร้างหลัก
- ที่ใช้กันมากคือ polydimethyl siloxane (PDMS)
- แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ linear และ cyclic PDMS
- linear PDMS ให้ silk-like feel ใน skin และ hair care products

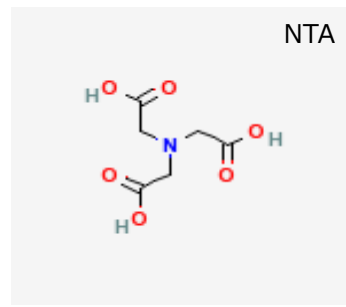
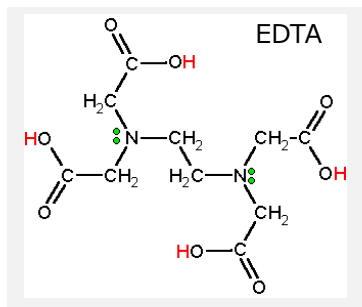


- cyclic PDMS เพิ่มความsmoothและความนุ่ม ให้ความมันเงาในhair treatment
- ให้สมบัติ soil and water repellency ด้วย
- ความคงทนต่อการซัก?

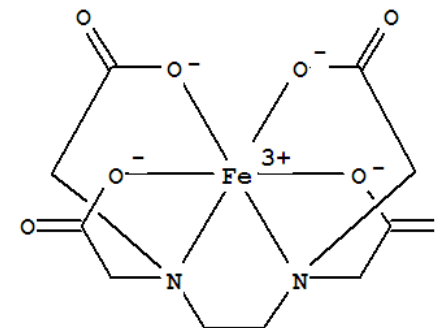


1.2.3 สารจับโลหะ (sequestrant, chelating agent)

- สารจับโลหะ ได้แก่ เอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกแอซิด (ethylene diamine tetraacetic acid, EDTA) ไนทริลโตรีอะซิติกแอซิด (nitrilotriacetic Acid, NTA)



- ใช้การจับไอออนของโลหะต่างๆ เช่น ไอออนของเหล็ก ทองแดง แคลเซียม แมกนีเซียม ในน้ำได้ด้วยการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบเชิงซ้อน เนื่องจากไอออนของโลหะจะลดประสิทธิภาพในกระบวนการทางสิ่งทอ จึงจำเป็นต้องมีการใช้สารจับโลหะ



สารประกอบเชิงซ้อน
EDTA-Fe

1.2.4 เอนไซม์

- เป็นโปรตีนที่เร่งให้สารอินทรีย์ย่อยสลายได้เร็วขึ้น
- เอนไซม์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เฉพาะชนิด

เอนไซม์	หน้าที่
อะไมเลส	ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล
เซลลูเลส	ย่อยเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาล
โปรติเอส	ย่อยโปรตีนให้เป็นกรดอะมิโน
ไลเปส	ย่อยไขมันให้เป็นอัลกอฮอล์กับกรดอินทรีย์
เพคเตส	ไฮโดรไลซ์เพคติน

25

- เซลลูเลสช่วยกำจัดขน (dehairing) และ depilling
- โปรติเอสและไลเปสถูกผสมในสารซักฟอก
- อะไมเลสใช้ทำ biopolishing ผ้าฝ้ายทำให้ผ้าสะอาดหรือทำให้มีความนุ่ม
- อะไมเลสใช้ทำ desizinging ผ้าฝ้ายเพื่อกำจัดแป้งหรือสารลงแป้ง (sizing agent)
- เซลลูเลสใช้ทำ stone washing ผ้าฝ้ายโดยเซลลูเลสเข้าไปทำลายเซลลูโลสทำให้สีอ่อน (แหว่) หลุดออก



26

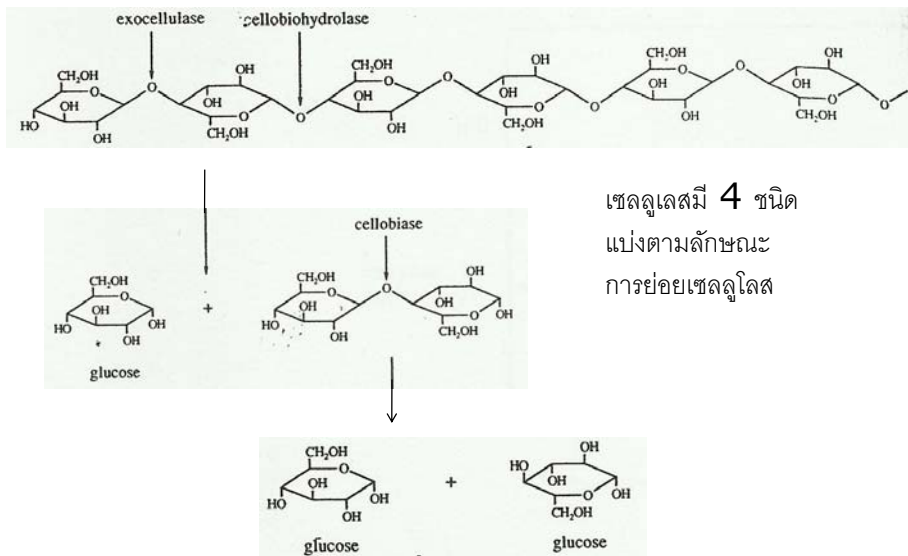
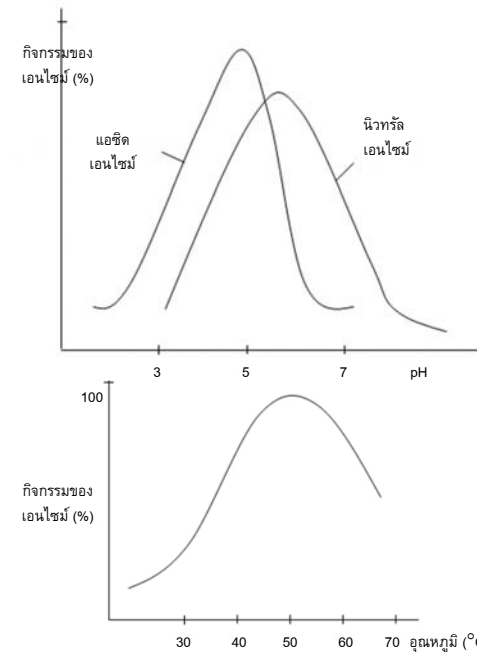


Figure The actions of cellulase enzymes on a cellulose molecule.

27



เซลลูเลส แบ่งได้เป็น 2 ชนิด

เมื่อพิจารณาตามพีเอชของช่วงการทำงาน

- **แอซิดเซลลูเลส (acid cellulase)**

ทำงานได้ดีกว่านิวทรัลเซลลูเลส มีกิจกรรม (activity) สูงที่พีเอช 4.5-5.5 อุณหภูมิ ต่ำ

ในช่วง 45-55 องศาเซลเซียส

- **นิวทรัลเซลลูเลส (neutral cellulase)**

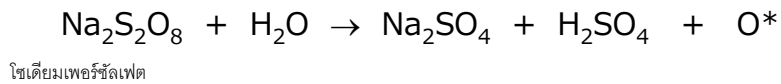
ทำงานได้ดีในช่วงของพีเอช

5.5-8.0 แต่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้น คือในช่วง 50-60 องศาเซลเซียส

28

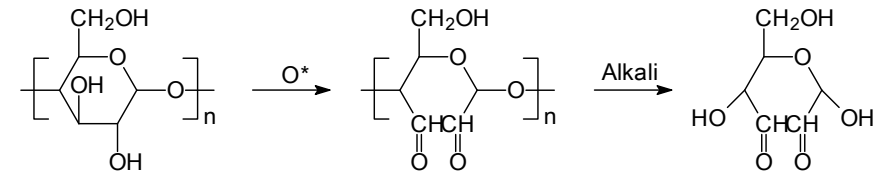
1.2.5 เพอร์ซัลเฟต

เพอร์ซัลเฟต เช่น โซเดียมเพอร์ซัลเฟต โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต หรือแอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟต สารเหล่านี้ละลายน้ำได้ดี และสลายตัวช้าๆ ในน้ำเย็น และการสลายตัวของเพอร์ซัลเฟตให้ซัลเฟต กรดซัลฟูริก และแอกทีฟออกซิเจน (O*)



การลอกแบ่งด้วยสารเพอร์ซัลเฟต

O* จะทำให้เกิดการสลายตัวของแป้ง ดังปฏิกิริยาเคมีด้านล่างเนื่องจากแป้งเกิดปฏิกิริยาเป็นสารอื่นที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นอัลดีไฮด์ และพันธะที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยกลูโคสขาดออกในภาวะต่างทำให้แป้งถูกย่อยกลายเป็นสารโมเลกุลเล็กที่สามารถละลายน้ำได้



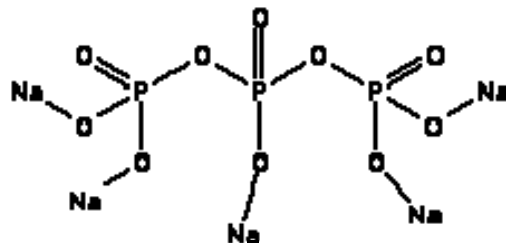
1.3 Detergent builder

ในผงซักฟอกนอกจากจะมีสารลดแรงตึงผิวแล้ว อาจเติมสารอื่นลงไปเพื่อช่วยในการทำทำความสะอาด

1.3.1 Sodium tripolyphosphate (STPP)

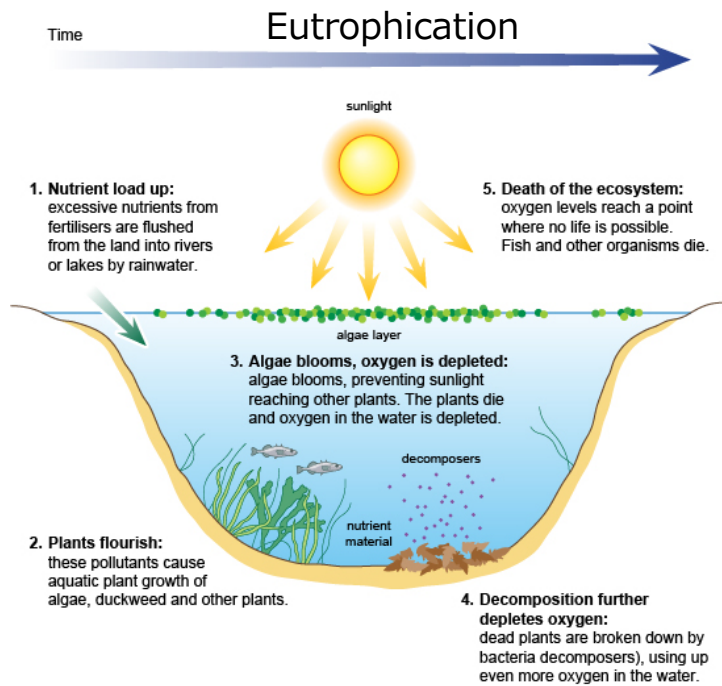
- ช่วยกำจัด Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในน้ำกระด้าง (hard water)
- ช่วยรักษาความเป็นเบสตลอดการซัก
- ทำให้สิ่งสกปรกแขวนลอยอยู่ในน้ำ
- ป้องกันสิ่งสกปรกย้อนกลับมาติดที่เสื้อผ้า

โครงสร้าง STPP



1.3.2 Phosphate (PO_4^{3-})

- เติมนลงในผงซักฟอกเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกย้อนกลับมาติดที่เสื้อผ้า
- เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการ
- ในผงซักฟอกมีฟอสเฟตประมาณ 50-60%
- เป็นสาเหตุทำให้เกิด Eutrophication



33

1.3.3 Sodium carbonate, sodium silicate

- ใช้ทดแทนฟอสเฟตได้แต่มีราคาแพงและเป็นเบสสูง

ก่อให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังและตา

- สิ่งสกปรกยังเกาะติดที่เสื้อผ้า
- เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย
- ฝาเปลี่ยนเป็นสีเทา และขาดง่าย

1.3.4 Borate

- ให้ประสิทธิภาพดีเหมือน STPP และ sodium carbonate
- ช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำได้ และทำความสะอาดสิ่งสกปรกได้ดี
- แต่กำจัด Ca^{2+} ได้ไม่ดี

34

1.3.5 Zeolite

- เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- มีประสิทธิภาพสูงเหมือน STPP และทำงานได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ
- กำจัด Ca^{2+} ในน้ำกระด้างได้ดี
- ใช้ร่วมกับสารอื่น เช่น polycarboxylate, NTA, EDTA, sodium carbonate
- แต่ทำให้ของแข็งในน้ำตกตะกอน อุดตันท่อได้
- จึงใช้ sodium silicate และ sodium carbonate ร่วมด้วย

1.3.6 Sodium citrate

- ใช้แทนฟอสเฟตได้
- สลายตัวได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม
- กำจัดแคลเซียมได้ดี
- แต่ราคาสูง

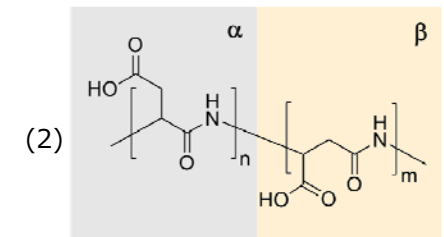
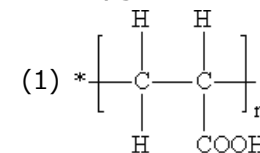
35

1.3.7 EDTA และ NTA

- EDTA สลายตัวได้ยากในสิ่งแวดล้อม
- NTA เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ
- กำจัด Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในน้ำกระด้างได้ดี
- จับโลหะหนักได้ดีด้วย จึงก่อให้เกิดปัญหาโลหะหนักเพิ่มขึ้น

1.3.8 Polymer builder

- เป็น water-soluble polyelectrolytes polymers
- ใช้แทน STPP โดยเฉพาะ polyacrylic acid (1) และ polymaleic acid ทั้งที่เป็นไฮโมโพลิเมอร์และโคโพลิเมอร์
- Polyaspartic acid (2)
- Polyglutamic acid



35