

The RESILIENT™

A Customer Interface from Resil Chemicals



Enzymes বা উৎসেচক

তন্তু বা বস্ত্র শিল্পে **Wet processing** এ ব্যবহৃত রাসায়নিকের “পরিবেশ অনুকুম” বিকল্প।

এই শিল্পে **Wet Processing** এর জন্য শুধুমাত্র রাসায়নিক ব্যবহার করার ফলে এত্রে রাসায়নিক এবং অর্থনৈতিক দৃষ্টিকোণ থেকে অনেক সীমাবদ্ধতা থেকে গেছে। অনেকগুলি পদ্ধতি নির্দিষ্ট বিক্রিয়া ঘটাতে অম এবং তা নিম্নমানের উৎপাদন করে। প্রবল উচ্চ চাপ এবং তাপমাত্রায় সংঘটিত বিক্রিয়াগুলির জন্য প্রচুর জ্বালানীর প্রয়োজন যা অনেকটাই ব্যয়বহুল। উপরন্তু এর শীতলীকরণের জন্য বিপুল পরিমাণ ঠাণ্ডা জলের স্রোত প্রয়োজন। কঠিন পরিশ্রম সাপে এই পদ্ধতিতে সুনির্দিষ্ট চাপ, তাপমাত্রা, অম্লত্ব এবং ঝরঝর বজায় রাখার জন্য প্রচুর ব্যয়বহুল ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয়। এছাড়া আরও একটু বড় সমস্যা হল অপ্রয়োজনীয় উপজাত দ্রব্য (**byproducts**) যা একাধারে পরিবেশ দূষণ করে আবার প্রচুর রাসায়নিক ও শক্তির অপচয় হয় সেগুলিকে শীতল মূল উৎপাদিত শক্তি থেকে (**yield**) থেকে আলাদা করতে।

কেন এই উৎসেচক?

উৎসেচক ব্যবহার করলে উপরোক্ত অসুবিধাগুলির দূরীকরণ সম্ভব।

কারণ :-

- ১। উৎসেচক এর দ্বারা সংঘটিত বিক্রিয়াগুলি অত্যন্ত মৃদু অবস্থায় হয়।
- ২। বিক্রিয়াটি ভীষনভাবে নির্দিষ্ট
- ৩। বিক্রিয়ার গতি অত্যন্ত দ্রুত বা প্রবল
- ৪। কাজের বিভিন্নতা ও প্রয়োজনীয়তা ভিত্তিতে অপরিমিত উৎসেচকের ব্যবহার।



বস্ত্রশিল্পে উৎসেচক : বস্ত্র প্রস্তুতিতে **Hydrolase enzyme** এর ব্যবহার

Sl. No.	উৎসেচক	যার উপর প্রযুক্ত হয়	বস্ত্রে ব্যবহারের ফল
1.	Amylase	Starch	Strach desizing
2.	Cellulase	Cellulose	1. Stone wash-biopolishing (bio singeing) 2. Bio finishing for handle modification 3. Carbonization of wool
3.	Pectinase	Pectin	Bio scour replacing caustic
4.	Catalase	Peroxides	Insitu peroxide decomposition without any rinse in bleach bath
5.	Proteases	Protein molecules or peptide bonds	1. Degumming of silk 2. Bio- antifelting of wool
6.	Lipases	Fats & Oils	Improve hydrophilicity of PET in place of alkaline hydrolysis

Table 1 : Hydrolase enzymes in various fabric preparation

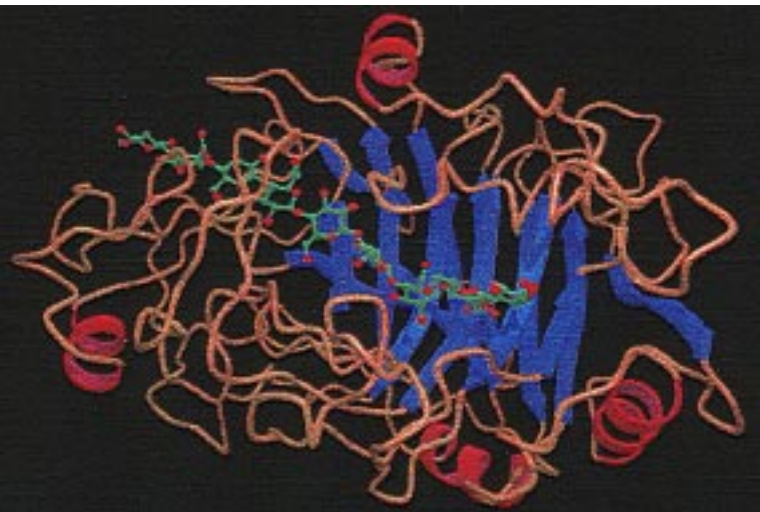


Table 2. Comparison of enzymatic and traditional alkline cotton scouring dryer process. Source : Bio Times. 99/03 (1999), Novo Nordisk A/S

Enzymes in Bleaching

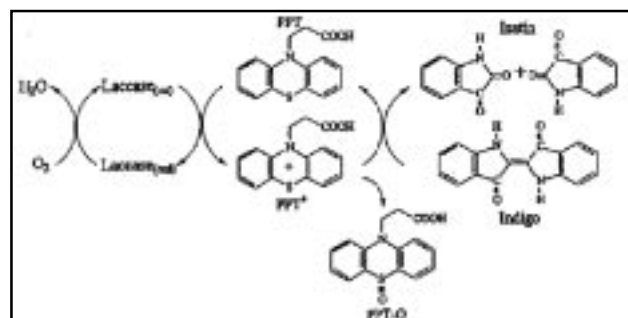


Figure 1: Outlined mechanism behind laccase/mediator bleaching technology.

আরও একটি বিষয় হল এই ধরনের প্রক্রিয়ায় সেটি যদি বাণিজ্যিক মাপেও হয় এই বিক্রিয়াগুলির জন্য প্রয়োজনীয় উৎসেচকের পরিমাণ খুবই অল্প। যেহেতু প্রক্রিয়াটির জন্য তীব্র তাপ বা চাপ বা অম্লতা বা বারকীয় অবস্থা দরকার হয় না। খুবই সরল এবং নানা রকমের যন্ত্রাদি ব্যবহার করে কাজ হতে পারে। এই বিক্রিয়ায় বস্তুর প্রকৃতির প্রয়োজনীয় বদলটা হলেই বিক্রিয়াটি থামানো সম্ভব। উপজাত দ্রব্য থাকে না।

উৎসেচকের দ্বারা Desizing

- তন্তু বা বস্ত্র শিল্পে **starch or Amylose** সরানোর জন্য **Amylase** এর ব্যবহার একটি অত্যন্ত প্রাচীন পদ্ধতি। এ ব্যাপারে **Alpha amylase** উৎসেচক খুব কার্যকরী প্রমাণিত কারণ এটি **Starch** শৃঙ্খলাকে ভেঙ্গে ফেলার প্রক্রিয়াতে অনুঘটকের কাজ করে। **Starch** ভেঙ্গে জলে দ্রব্য ছোট ছোট অংশে পরিণত হয় এবং বস্ত্র থেকে সহজে বেরিয়ে আসতে পারে, যাতে কাপড়ে রং ধরতে পারে। **Starch** থাকা অবস্থায় কাপড় জল শোষণ করতে পারে না।

এই পদ্ধতিটিকে আরও ত্বরান্বিত করে, এই ব্যয়হ্রাস ঘটিয়ে এর স্থায়িত্ব আনান সম্ভব যদি বেশী তাপমাত্রাতে এই উৎসেচকগুলি ভেঙ্গে না যায় এবং এই উৎসেচকগুলির প্রকৃতি অনুধাবন করা যায় বিভিন্ন বস্তুর **Size**-এর প্রকৃতি ও প্রস্তুতির নিরিখে।

Enzymes in Scouring

- পরিমার্জন (**Scouring**) হল তন্তু বা সূতি থেকে প্রাকৃতিক এবং বাড়তি রাসায়নিক অপদ্রব্যে আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে অপসৃত করার একটি পদ্ধতি, যার ফলে কাপড়টি সঠিক মাত্রায় সমসত্ত্ব ভাবে জল শোষণ করতে পারে। তাই **bleach** এবং **dye** করা যায়। অন্যায়সেই তীব্র রং ধর্মী কোন রাসায়নিক বস্ত্রে উপস্থিত অপদ্রব্য খুব সহজেই সরিয়ে দিতে সম কিন্তু তা কাপড়ে উপস্থিত **cellulose** কে বিজারিত করবে এবং কাপড় হালকা বা ভর কমে যাবে। উপরন্তু এর থেকে বেরোনো জলটি লবন যুক্ত এবং উচ্চ **COD** সম্পন্ন। সেটা কাপড়কে **oxidise** করে ফেলবে। অপর উৎসেচক প্রক্রিয়ায় বা জৈব **Scouring** এর ফলে **Cellulose** এর গঠনগত তেমন কোন পরিবর্তন হয় না যার ফলে কাপড়ের ভর কমে না, কমজোরও হয়ে যায় না। এই শিল্পে এই পদ্ধতিটি যথেষ্ট সাদা জাগিয়েছে কারণ এতে সার্বিক পদ্ধতির চেয়ে প্রায় অর্ধগুণ কম জল লাগে।

মাপ	জৈব-পরিমার্জন	স্বাভাবিক রং পদ্ধতি
pH	8-9.5	13-14
Process Temperature	50-60°C	90-100°C
Residual Pectin	22-30%	10-15%
Weight Loss	<1.5%	3-8%
Wet ability, drop test	<1 second	<1 second
Rinse water consumption	40-50%	100%
Burst Strength, % of start	95-100	90-97

উৎসেচকের সাহায্যে শুভ্রতা সম্পাদন বা **bleaching demin garment** বা পোষাকে যে নরম মোলায়েম বা একটু ক্লিশ হয়ে যাওয়া ভাব আসে তা ব্লিচিং পদ্ধতিতে **blue indigodye** এর অপসারণের ফলে হয়। **Indigodye** টিকে পোষাক থেকে অপসৃত করার জন্য, **indigo** তে উপস্থিত দুটি **carbonyl (>c=O)** এর মধ্যের দুটি **double bond** কে ভাঙতে হয়। **Bleaching agent** হিসাবে **hypochlorite** এই কাজটি সম্পাদন করে। উৎসেচকের সাহায্যে **bleaching** করতে গেলে একটি **Oxidoreductase enzyme** যথা **Laccase** প্রয়োজন। যেহেতু **Laccase** সরাসরি পোষাকের **indigo** র উপর প্রক্রিয়া করতে পারে না, একটি জৈব যৌগ যথা **propionic acid pheno Thiazine (PPT)**, **Laccase** ও **indigo** র মধ্যে **mediator** এর কাজ করে।

প্রযুক্তি নির্ভর করে আছে **laccase** এর অর্জিন অনুকে **electron accepter** হিসাবে ব্যবহার করার উপর। **Laccase** নিজে জারিত হয় (যেহেতু অর্জিন বিজারিত হয়ে জল উৎপন্ন হয়) এবং এর ফলে একটি **mediator** মূলক (**PPT+**) (**PPT mediator**) থেকেই উৎপন্ন হয়। **PPT**-মূলকটি এরপর অনুঘটকের মত **Laccase** এর জারিত হওয়া **cation** মূলকটির সাথে বিক্রিয়া করে কঠিন **indigodye** কে জারিত করে **denim** বস্তুর উপরিভাগে এবং একই সময়ে প্রাকৃতিক **mediator** টি নিজে বিজারিত হয়। এই প্রযুক্তির একটি সুবিধা হল মূল বিক্রিয়া চলাকালীন পাশাপাশি আর একটি পার্শ্বক্রিয়া ঘটে যাতে মূলক **oxide (PPT-O)** গঠন করতে অসমর্থ হয় এবং **catalytic cycle** টি ধীরে হয়ে আসে এবং **bleaching** এর বিক্রিয়াটি শেষ হতে পারে। সুতরাং এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত **mediator** এর পরিমাণই স্থির করবে বস্ত্রে কতটা **bleaching** সম্পাদিত হবে। ফলে বিক্রিয়া পদ্ধতিতে সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণে থাকবে।

Bleach অপসারণ করার জন্য ব্যবহৃত উৎসেচক

- **Bleaching** এর পর পড়ে থাকা **Hydrogen peroxide (H₂O₂)** কে বিনষ্ট করার জন্য **Catalase** উৎসেচকের ব্যবহার **Bleaching** এবং **dyeing** এর ত্রে ভীষণ গুরুত্বপূর্ণ। যেহেতু বিক্রিয়াকারী **dye** বা (রঞ্জক) গুলি **peroxide** এর সঙ্গে বিক্রিয়াশীল তাই **bleaching** এর পর তা ভালো করে ধুয়ে নিতে হবে নয় রাসায়নিক **scavenger** ব্যবহার করতে হবে।

সার্বিক পদ্ধতিতে **Bleach** সরানোর পদ্ধতি হল বারের বারের জল দিয়ে তা ধুয়ে ফেলা অথবা কোন বিজারক পদার্থ দিয়ে **bleaching chemical** টিকে প্রশমিত করে দেওয়া এবং পরে জল দিয়ে ধুয়ে ফেলা। **Hydrogen peroxide** এবং বিজারক পদার্থ **bleaching** এরপর বাকী থাকলে রঞ্জক পদার্থের সঙ্গে বিক্রিয়া করতে পারে। তাই সেটিকেও ধুয়ে ফেলাই ভালো। **Catalase** উৎসেচকটি

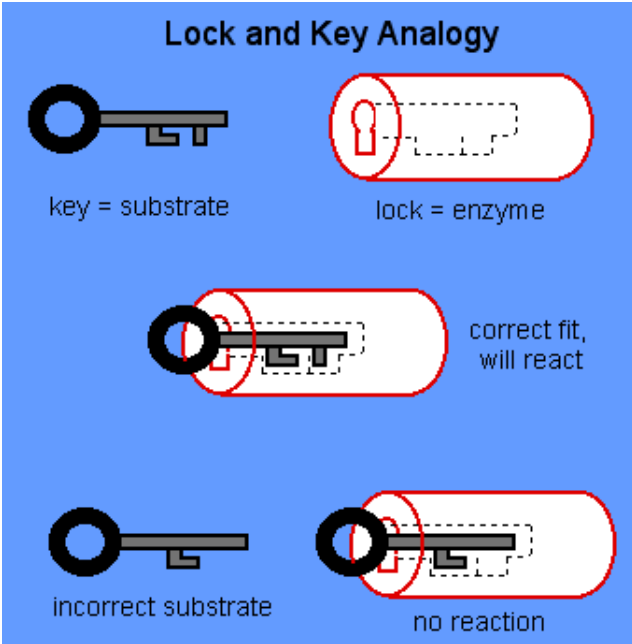
oxidative bleaching এরপর দেওয়া হয় যা পড়ে থাকা **peroxide** কে ভেঙ্গে জল ও **oxygen** এ পরিণত করে। বহুটি **peroxide** মুক্ত হয়। পদ্ধতিটি অনেক কম সময় নেয় এবং অনেক বেশী নিয়ন্ত্রন যোগ্য। **Catalase** এর মত উৎসেচক ব্যবহার করলে পোষাকগুলিকে **bleach** করার পর জল দিয়ে ধুয়ে নেবার একটুও প্রয়োজন নেই।

Enzymes in denim finishing

- বেশীর ভাগ **denim jeans** বা **denim** পরিচ্ছদগুলিকে একবার ভালো করে ধোয়া হয় যাতে পরিচ্ছদগুলিকে একটু পুরানো দেখায়। সাবেকি **stone washing** পদ্ধতিতে **denim** বহুটি হয়ত নষ্ট হতে পারে, এমনকি মেশিনও **damage** হতে পারে। এই সমস্যাটি থেকে মুক্ত হবার জন্য **cellulase** উৎসেচক ব্যবহার করা হয় যা বস্ত্রের (**denim**) তন্তুর সঙ্গে **indigodye** এর **bond** কে আলগা করে। **Abrasion** (বস্ত্রের খেসটে যাওয়া বা ক্লিশ হওয়া) কে ত্বরান্বিত করে। **Cellulase** এর অনুগুলি বস্ত্রের উপরিভাগের মুক্ত **fibril** এর (একগুচ্ছ **fibril** একত্রে একটি **fibre** বা তন্তু তৈরী করে) সঙ্গে যুক্ত হয়ে তাকে **hydrolysis** করে। কিন্তু সুতোর তন্তুর ভেতরের অংশটিকে সম্পূর্ণ অত রাখাে।

সামান্য পরিমাণে উৎসেচক কয়েক কিলো গ্রাম ভারী পাথরকে পাশে সরিয়ে দেবার মতা রাখে। অবশ্য অল্প পাথর ব্যবহার করলে তা পোষাকের কম তি করে, এবং মেশিনের কম তি করে।

উৎপাদন মতা বাড়াতে গেলে ল্ি মেশিনের ভোল পাল্টে তাতে কম পাথর আর



• **THE SPECIFIC ACTION OF AN ENZYME WITH A SINGLE SUBSTRATE CAN BE EXPLAINED USING A Lock and Key analogy first postulated in 1894 by Emil Fischer. In this analogy, the lock is the enzyme and the key is the substrate. Only the correctly sized key (substrate) fits into the key hole (active site) of the lock (enzyme).**

• **Smaller keys, larger keys, or incorrectly positioned teeth on keys (incorrectly shaped or sized substrate molecules) do not fit into the lock (enzyme). Only the correctly shaped key opens a particular lock. This is illustrated in graphic above.**

বেশী কাপড় এমত ব্যবস্থা করতে হবে। এ ব্যবস্থায় পোষাক থেকে ধূলিকণা বা ছোট পাথরের কুটি আলাদা করার প্রয়োজনীয়তা অনেকটাই হ্রাস পায়।

Neutral cellulase গুলি প্রায়শই ব্যবহৃত হয় যেহেতু পরিচ্ছদে বা বস্ত্রের পেছনদিকে কোন ধরনের দাগ (**back staining**) না থাকাকাি কাম্বিত ল্যা। উৎসেচকগুলি ব্যবহারে পোষাক পরিচ্ছদে বা বিশেষত **denim** বস্ত্রের েত্রে বিবিধ **finishing** বা বাহার খেলাবার নতুন নতুন সম্ভাবনার দিগন্ত বিস্তৃত দ্বার খুলে গেছে।

সর্বপরি উৎসেচকগুলি ব্যবহার করলে, এই বিপুল পরিমাণ শক্তি খরচের হাত থেকে এবং সাথে সাথে অনেকটা বর্জ্য পদার্থের উৎপত্তির হাত থেকেও রেহাই পাওয়া যেতে পারে। যা পরিবেশের পরিপন্থী।

উৎসেচকের সাহায্য **Biopolishing** : প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম উপায়ে সংশ্লেষ করা **cellulose** তন্তুকে উপযুক্ত উৎসেচকের ব্যবহারে আরও অনেক উন্নিত করা যেতে পারে। এই পদ্ধতিকে বলে **BIOPOLISHING**। এর মূল সুবিধা হল বস্ত্রের রৌয়া উঠে যাওয়া রোধ করা যায়। বস্ত্রকে ক্লিন, মলিন দেখায় না।

Cellulase Yarn এর উপরিতলে অবস্থিত **microfibrils** গুলিকে নিয়োজিত করে কেননা সেগুলির উৎসেচক দ্বারা আক্রান্ত হবার সমূহ সম্ভাবনা। এতে **microfibrils** গুলি দুর্বল হয়ে মূল তন্তু থেকে ভেঙ্গে যাবার সময় ত্রমে বস্ত্র বা **yarn** এর উপরিতল মসৃণ হয়ে যায়। **Biopolishing** এরপর বস্ত্রটির রৌয়া উঠে থাকে না উপরিভাগে, ফলে পরিষ্কার **print** বা ছাপ রকমকে রঙ এবং রঙের গভীরতা, কাপড়ে মসৃণ অনুভব বা স্পর্শ, এবং আর্দ্রতা বা **moisture** শোষণ করার মতা একটুও না হারিয়ে কাপড় অত্যন্ত মোলায়েম, কোমল থাকে।

অন্যান্য প্রচলিত **softener** গুলির মত যেগুলি কাপড় থেকে হয় ধুয়ে বেরিয়ে যায় নয়ত কাপড়কে করে তোলে কিছুটা তেলতেলে, বা চটচটে সেরকম না হয়ে বরং **Biopolishing** ব্যবহারে এর সুবিধা এই যে কাপড়ের মোলায়েমভাব বাড়ানোর জন্য এটা কাপড় থেকে ধুয়ে যাবে না আর কাপড়কে কখনই চটচটে করে তুলবে না।

Lyocell এর **Biopolishing** এ **Cellulase** এর ব্যবহার :

সুতি বস্ত্রের েত্রে, **Biopolishing** ব্যবহার করে বস্ত্রের মান উন্নয়ন বিষয়টি ঐচ্ছিক। তবে, নতুন **Polynosic fibres lyocell** এর (যার চলতি বাণিজ্যিক নাম **Tencel**) েত্রে **Biopolishing** ভীষণ জরী। ভিজ়ে অবস্থায় **lyocell** বস্ত্রের **fibrillate** করে যাবার প্রবণতা খুবই বেশী। সোজা কথায়, তন্তুর উপরিতলের **fibril** গুলির রৌয়া উঠে যায়, গুটিয়ে যায়। যদি সেগুলিকে সরিয়ে না দেওয়া যায় তবে **lyocell** এর তৈরী পোষাক সম্পূর্ণ রৌয়ায় ঢেকে যাবে। এই কারনেই **lyocell** বস্ত্রকে শেষ পর্যায় গিয়ে **cellulase** দিয়ে বিক্রিয়া ঘটাতে হয়। **Cellulase** এর ব্যবহার **lyocell** বস্ত্রকে করে তোলে, রেশমের মত দেখতে আকর্ষণীয়।

উপসংহারঃ

সুনির্দিষ্ট পারি পার্শ্বিক অবস্থায় সঠিক উৎসেচকের ব্যবহার **textile processing** কে একাধারে অভিনব ও পরিবেশের সাথে সাজুয়া রা কারী একটি পদ্ধতি হিসাবে চিহিত করে। এই লেখাটিতে নানান বাণিজ্যিক বা প্রয়োগ মূলক দৃষ্টিকোণ থেকে তথ্য ও প্রযুক্তিগত লি সুবিন্যস্ত হয়েছে, তাতে তন্তু শিল্পের বাণিজ্যিকীকরণ হতে গেলে উৎসেচকের স্পর্শ ব্যতীত বস্ত্র বা পোষাক পরিচ্ছদ অকল্পনীয়। ভূমিকাটি খুব সুনির্দিষ্ট, অসম্ভব সম এবং অনেকাংশে রাসায়নিক পদ্ধতির বদলে এই পদ্ধতি বেছে নেওয়া হচ্ছে যেহেতু প্রথম পদ্ধতিতে অনেক বেশী খরচ অর্থাৎ অনেক বেশী সময় সাপে এবং ব্যায় বহুল এবং প্রচুর বর্জ্য পদার্থ উৎপন্ন করে। উৎসেচক ব্যবহারে লাভ ও তির দুটি দিকই খতিয়ে দেখলে, প্রতি বছর জৈব উৎসেচক ব্যবহারের হার (বস্ত্র শিল্পে) ত্রমাগত বৃদ্ধি পেতে থাকলেও অবাধ হবার কোন কারন নেই।

Silicone-এর জৈব প্রতিস্থাপন এবং বস্ত্র শিল্পে তার ব্যবহার



আমাদের পূর্বপুত্র নানান ধরনের তন্তু, বুনন এবং বস্ত্র শিল্পে যথেষ্ট পারদর্শী ছিলেন। এটি দীর্ঘ সময়কাল ধরে সিন্দু সভ্যতার সময় থেকেই, ভারতীয় বা বলা ভাল তদানীন্তন ভারতের (বাংলাদেশ, বার্মা, পাকিস্তানের কিছু অংশে এবং বর্তমান ভারতবর্ষ) তন্তুজ শিল্প এখানকার বৈচিত্রপূর্ণ সংস্কৃতি ও ঐতিহ্যের দর্পন, যা সেই সময়ের দলিল হয়ে রয়েছে। বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিকের ব্যবহার যথা ভেজ, প্রাণীদেহজ চর্বি, মোম বা অন্যান্য তৈলজাত (অ্যামাইড) দ্রব্য বস্ত্র শিল্পকে সেই সময় থেকে ত্রাণত করেছিল যথেষ্ট সফল। সে সময়কার বস্ত্রশিল্প সারা পৃথিবীতে ছিল অত্যন্ত প্রশংসনীয়। বাংলাদেশের ঢাকাই মসলিন ও ঢাকাই জামদানী এই শিল্পের যুগান্তকারী নিদর্শন - যার খ্যাতি আজও জগত জোড়া। ভারতের আরও নানা রঙানি যোগ্য দ্রব্যের সঙ্গে এই বস্ত্রশিল্পও বিদেশীদের কাছে খুবই আকর্ষণীয় ছিল। নানান সময়ে নানা দেশের বণিকদের ভারতের বস্ত্রশিল্পকে বারবার প্রলুব্ধ করেছে ফলতঃ তারা এসে প্রকৃতির আপন হাতে গড়া এই দেশটিতে অবাধে ব্যবসা করেছে।

বিংশ শতাব্দীর চল্লিশ দশকের শেষ থেকে তন্তুজ বা বস্ত্র শিল্পে চূড়ান্ত পর্যায়ে (**Finishing**) বিকারক হিসাবে সিলিকোন ব্যবহৃত হল। এটি **Rochow** এর সরাসরি প্রক্রিয়ায় **Chlorosilane** এর প্রস্তুতি আবিষ্কারের ঠিক পরেই।

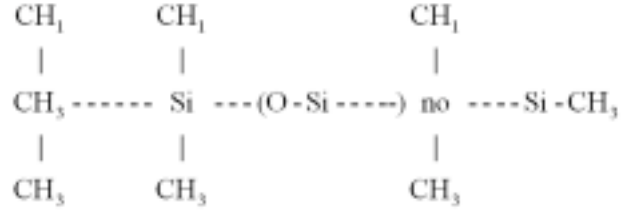
সমাপ্তি পর্যায়ের বা শেষ বারের মত কারিকুরির কী প্রয়োজন?

বস্ত্র শিল্পে জৈব তন্তু বা সুতো বা বস্ত্র নানা যান্ত্রিক বা রাসায়নিক পদ্ধতির মধ্যে দিয়ে গিয়ে রঙে প্রলোপিত রঙ হয়ে তবে বস্ত্র বা **garment**-এ পরিণত হবার উপযুক্ত হয়। এই পর্যায়গুলির মধ্যে যেতে গিয়ে সুতোর নিজস্ব প্রকৃতিটি হারিয়ে খুবই অমসৃণ হয়ে ওঠে। পরিধেয় বস্ত্রের ত্রে এমন সুতো অন্তরায়। তাই সুতোর বা কাপড়ের নমনীয় বা মসৃণতা (মানুষের বহিঃত্বকের মতন) ফিরিয়ে আনাটা অপরিহার্য। এত্রে জৈব মসৃণকারী বিক্রিয়ক **organic softener** কার্যকরী হলেও সেগুলি টেকসই নয়। সিলিকোন এত্রে সমাপ্তি পর্যায়ের বিক্রিয়ক হিসাবে সবচেয়ে যথাযথ, কারন তাতে কাপড় টেকসই ও মসৃণ হয় উপরন্তু তার আনবিক গঠনের বিভিন্নতা নানা ধরনের বস্ত্র উৎপাদন করে যথা - **Soft, Buttery, Silky, Limby, Wet, Leathery etc.**

প্রথম প্রজন্মের সিলিকোন মোলায়েমকারী বিক্রিয়ক (1st generation silicone softeners)

১৯৪০-এর শেষের দিকে সিলিকোন প্রস্তুতির বাণিজ্য - করনের ঠিক পরেই নানান বস্ত্রশিল্পের কারখানাগুলিতে **Silicone polymer** ব্যবহার করার একটা ঢেউ উঠেছিল। প্রথম ব্যবহৃত **polymer** টি হল **Polydimethyl siloxane**

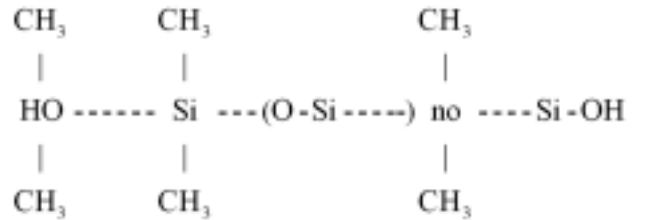
Structure -



PDMS এই **polymer** টি প্রকৃতিতে নিষ্ক্রিয় অবস্থায় থাকে যেহেতু এর প্রান্তীয় **methyl group** গুলি (**CH₃**) **polymer** টিকে সংযত করে এর দৈর্ঘ্য বাড়তে বা **cross-link** করতে বাধা দেয়। এটির ব্যবহারে বস্ত্রের উপরিভাগ শুষ্ক স্পর্শ দেয় এবং কাচার পর আর টেকসই থাকে না। ফলে **fabric softener** হিসাবে এটি একদম অচল। অবশ্য দীর্ঘ **fatty acid** এর **structure** সূতি এবং সিন্থেটিক কাপড়ের জন্য ভালে **lubricant** (পিচ্ছিল) হিসাবে ব্যবহৃত হয় ব্যাপকভাবে।

পরবর্তীধাপে, কাচার পর টেকসই ব্যবস্থাকে উন্নত করার জন্য প্রান্তীয় **CH₃** (**methyl**) **group** গুলিকে **Hydroxyl** মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা হয়। (**-OH**) মূলক নিজেদের মধ্যে **crosslinking (Hydrogen Bonding)** করতে সম। তাদের এই গঠনগত বৈশিষ্ট্যের জন্য পরস্পর যুক্ত হয়ে সুতো বা তন্তুর অনুগুলির সাথে উপরনীচ বা পাশাপাশি সজ্জিত হয়ে **Finish** টিকে একাধিকবার ধোয়ার পরও টেকসই রাখে।

Silanol



এপর্যন্ত প্রাপ্ত মোলায়েম ভাব বা কাপড়ের মসৃণতা কিছুটা নিকৃষ্ট ছিল, এবং একেবারেই বাণিজ্যিক ব্যবহারের জন্য প্রয়োজনীয় মানের ছিল না। যদিও **-OH** মূলকের **Crosslink** ধর্মের জন্য ফেলা বা ফাঁপা ভাবটা কাপড়ে পাওয়া যাচ্ছিল। **Silanol** এবং **methyl hydrogen polysiloxane** একত্রে **micro emulsion** অবস্থায় সুতির কাপড় বা অন্যান্য কাপড়ের উপর একটি জল নিবারক আবরণ তৈরী করায় তা অনেকটাই বাণিজ্যিক সফলতা আনলো।

প্রথম প্রজন্মের **Silicone**- এর সীমাবদ্ধতা

- **Silicone**-এর কাপড়ের প্রতি আকর্ষণ খুবই কম
- কম মসৃণতা এবং শুষ্ক স্পর্শ
- কাপড় ধোয়ার পর কম টেকসই
- দাঁড়া পড়ে যাবার প্রবল সম্ভাবনা যেহেতু **emulsion** এর স্থায়িত্ব কম।

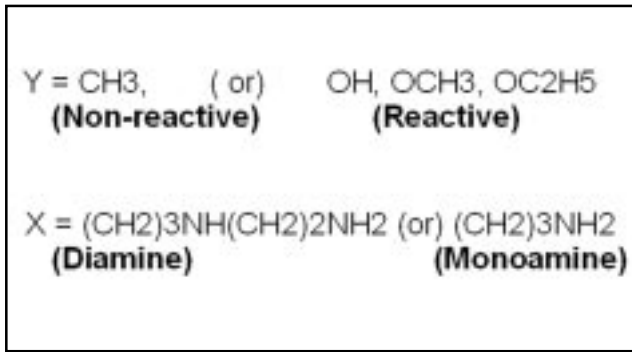
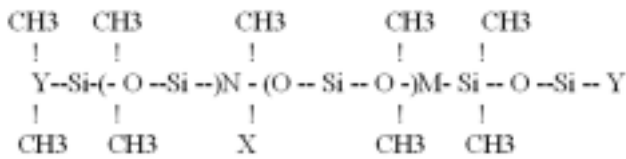
Classical silicone softener সাবিকি সিলিকোন softener

A. Amino polysiloxane

সাবেকি সিলিকোন গুলির সুতি বা তন্তুজাত দ্রব্যগুলির প্রতি আকর্ষণ কম থাকার জন্য তারা কাপড়ের উপর পুরোপুরি পৌঁছাতে পারে না। সুতি বস্ত্রগুলি সামান্য ঋণাত্মক তড়িৎ ধর্মী হয়ে ওঠে প্রাথমিক প্রক্রিয়া এবং রঙ হবার পর। সুতির বস্ত্রটির উপরিভাগ যেহেতু ঋণাত্মক ধর্মী সুতরাং **softener** টিকে সম্পূর্ণ ভাবে বস্ত্রের উপর যেতে গেলে অবশ্যই **softener** টিকে প্রকৃতিগত ভাবে কিছুটা ধণাত্মক তড়িৎ ধর্মী হওয়া প্রয়োজন।।

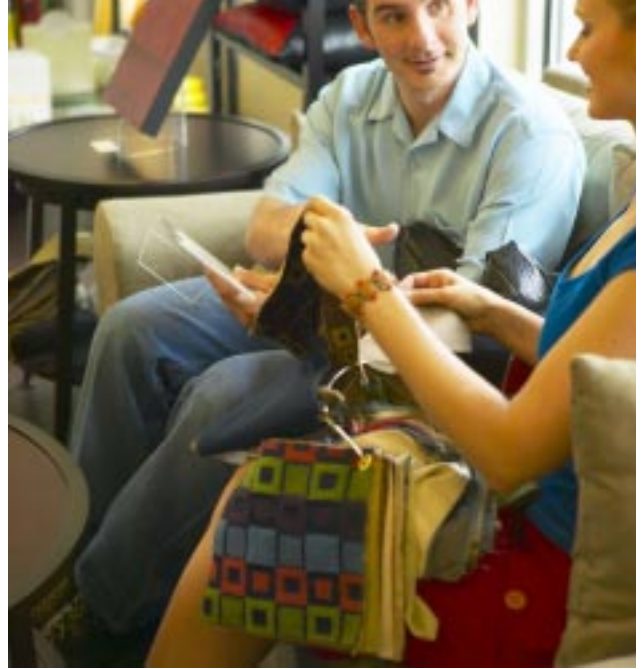
তাই **softener** এর মধ্যে সামান্য একটু অ্যাসিড ধর্মীতা আসার জন্য **silicone** এর প্রাকৃতিক অনুগুলির সাথে **amine group** কে আনা হল। এর সাথেই **silicone** এর আয়নহীন প্রকৃতিটি অত থাকলো কেননা আধানগুলি জলীয় মাধ্যমে **4.5 – 7.0 pH range** র মধ্যে কার্যকরী।

Structure of amino polysiloxane



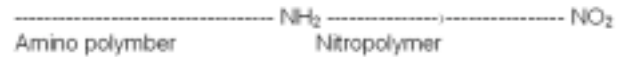
System টি কতদূর বিক্রিয়া করবে তা স্থির করে প্রাকৃতিক মূলকগুচ্ছ। যেমন **OH**, **OCH₃**, **OC₂H₅** এই মূলকগুলি বিক্রিয়াটিকে আরও এগিয়ে নিয়ে যাবে। **Diamine** এর ব্যবহার কাপড়কে করে তোলে বেশী টেকসই, স্পর্শ কোমল ও অন্য মূলকটির তুলনায় বিক্রিয়াটি স্থিতিশীলতার দিকে এগোয়, (**terminate** করে), কিন্তু তন্তু জাত কাপড়ে একটা পীতভ আভা রেখে যাবার ফলে কাপড়টির দেখানই টা একটু খর্ব হয়। দৃষ্টিনন্দন হয় না। **Monoamine** ব্যবহার করলে কাপড়টি মোটামুটি কোমলতা পায় এবং কাপড় **diamine** ব্যবহারের তুলনায় কম পীতভ হয়। **Amine gr.** এর সাথে উপস্থিত **polymer** এর আনবিক গুচ্ছ আর বিক্রিয়া করার প্রবনতা কাপড়ের উপরিতলের প্রকৃতি নির্ধারন করে বা বদলায়।

কাপড়ে পৌঁছে হয়ে যাওয়া **silicone polymer** গুলির দীর্ঘ **chain structure** টি (সামনে আসে) বেরিয়ে এসে পড়ে তন্তুগুলির দিকে যেহেতু অটিকে থাকা **amine gr.** গুলি কাপড়ের উপরিতলের সাথে লম্বভাবে এসে দাঁড়ায়। **Amine** বিহীন **silicone**-এ এই ধরনের দিকনির্দেশক বিক্রিয়া ঘটানো সম্ভব নয় আর তাই সেগুলি **Amine** যুক্ত এই উন্নত বিক্রিয়ক গুলির সাপে কাপড়ের মোলায়েম স্পর্শ এনে দেবার ত্রে সম্পূর্ণ অম। পাশাপাশি আর একটা মজার ব্যাপার হয়, তন্তুর উপর **silicone polymer** টির কিছু অংশ **amine neutralizing agent** দেবার সাথে **surfactant system** এ বদলে যায়। **silicone polymer** গুলির আকার বা মাপ **micrometer** এ এবং ওই কারনেই তরল টিকে বলা হয় **micro emulsion**। এই আকারটির তাৎপর্য এই যে এর জন্যই **silicone polymer** তন্তুর বা বস্ত্রের অনেক ভেতরে প্রবেশ



করে এই দূরত্ব অনায়াসে অতিক্রম করে বস্ত্রের প্রতিটি অংশে পৌঁছে যায় এবং বস্ত্রটির প্রকৃতির আমূল পরিবর্তন ঘটিয়ে সেটির তন্তুজালকে কিংদংশে আলগা করে বস্ত্র করে তোলে মোলায়েম ও নরম।

একটি উচ্চ আনবিক গুচ্ছর **amine** যখন বস্ত্রের উপর চালনা করা হয় তা বস্ত্রটিকে ধীরে ধীরে পীতভ করে। **Amine** এবং **N** বাতাসের সংস্পর্শে **oxidised** হয়ে **Brown** বা হলুদ রং আনে। তাই খুবই সাবধানে **amine value** টি নির্ধারিত করতে হবে যাতে কাপড়ের মসৃণতা এবং অন্যদিকে কাপড়ের পীতভ রঙ বা আসল রঙ পরিবর্তন এর মধ্যে সাজু্য্য বজায় থাকে। এছাড়া **Polymer** গুলির **viscosity** বা সান্দ্রতা বস্ত্রের মসৃণতার ত্রে একটি গুচ্ছপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, কারন প্রতিটি **polymer** এর বিভিন্ন শৃঙ্খলার দৈর্ঘ্যের জন্য নির্দিষ্ট **aminevalue** নিলে তা বেশী কার্যকরী হয়।



Amino silicone ব্যবহারের সুবিধা

- খুব মোলায়েম, নানা রকম যেমন রেশম, মাখন নরম, বস্ত্র পাওয়া যেতে পারে।
- আকর্ষণ কাপড়ের প্রতি বেশী, তাই সহজ এবং কার্যকরী পদ্ধতি

দীর্ঘস্থায়ী **micro emulsion**-এর ব্যবহার কাপড়কে ভেতর থেকে মোলায়েম করে

Amino silicone ব্যবহারের অসুবিধা

- এর ব্যবহারে সুতি বস্ত্রের বকমকে সাদা রঙটি একটু খর্ব হয়।
- কাপড়ের আর্দ্রতা শোষণ করার মত পরিবর্তন ঘটে।

Modified Amino Polysiloxane

এই জাতীয় **polymer** মূলত প্রস্তুত করা হয়, **amino silicone** এর ব্যবহারে বস্ত্রের পীতভ হয়ে যাওয়া এবং **hydrophobicity**-র সীমাবদ্ধতাকে অতিক্রম করার জন্য। উন্নত **Amino polymer** গুলি হলঃ

1. **Amido Modification amine** মূলকটির সাথে অ্যাসিড/ অ্যাসিড **derivatine** এর বিক্রিয়া ঘটিয়ে **amine** টিকে **amido** মূলকে পরিবর্তিত করলে উপরোক্ত অসুবিধা দুটি দূর করা যাবে।
2. **Quarternierized Amines - (nitrogen-এ lone**

pair electron কে মুক্ত না রাখলে) **Amino** মূলক গুলিকে উপযুক্ত রাসায়নিকের সাহায্যে **Quaternierized** করা গেলে জারন হবার সম্ভাবনা অনেকটা কমে যায় তাতে রং পাল্টে যায় না।

3. Cyclic Anines - দীর্ঘ শৃঙ্খলাযুক্ত এই **polymer** গুলির সঙ্গে লেগে থাকা বড় বড় আনবিক গুণ সম্পন্ন মূলক এই **amine** মূলকের সাথে যুক্ত হয়ে পড়ে থাকে। এ গুলি জারন ত্রিয়াটিকে ধীরগতি করে দেয়।

মোটামুটি ভাবে উন্নত ধরনের **silicone** এর কার্য মতা সম্ভোষজনক। তবে বস্ত্রের পীতাত আভা বা **hydrophilic properties** এর সীমাবদ্ধতাটিকে বস্ত্রের মসৃণতার মূল্যে মেনে নিতে হয় কিছু ত্রে।

Speciality Silicones

- 1. Epoxy Modified - Silicone Chain** -এর প্রাপ্ত **epoxy** মূলক বস্ত্রের উপরিতলে মোলায়েম ও হালকা থসথসে ভাব আনে।
- 2. Glycol Modified** - এটি জলে দ্রাব্য **Silicone Glycol derievative** গুলিকে হয় মূল শৃঙ্খলে নয়ত পার্শ্বশৃঙ্খলে প্রতিস্থাপিত করা হয়। উন্নত **glycol** কাপড়ে পীতাত রঙ আসতে দেয় না এবং **hydrophilic** হিসাবে কাজ করে কিন্তু কাপড়ের মসৃণতা কমিয়ে ফেলে।
- 3. Glycol Amino Modified** এর ব্যবহার **Hydrophilicity** ও বস্ত্রের মসৃণতার মধ্যে চমৎকার সাম্যুজ্য রাখতে

সম। এটি জলে দ্রাব্য।

বিভিন্ন সিলিকোনের বিবিধ সমন্বয়ে নিম্নলিখিত বিভিন্ন উন্নততর **silicone** পাওয়া যায়।

- তাৎ নিক ব্যবহার যোগ্য জলে দ্রাব্য **silicone**,
- রঙের গাড়ত্ব আনার উপযোগী **silicone**,
- কাপড়ে মোলায়েম স্পর্শ,
- কাপড় কম পীতাত এবং কাপড়ের আর্দ্রতা শোষণ করে এমন **silicone**,
- আর্দ্রতা শোষণ করে না এমন পদার্থের প্রলেপ দেয় যে **silicone**,
- Silicone** যা বস্ত্রের উপরিভাগ থেকে রোঁয়া উঠতে দেয়না বা পশম বস্ত্রে অযথা ভাঁজ (কঁচকে যাওয়া) পড়তে দেবে না।
- তেল বা জল বিতাড়ক **finishing** এর জন্য **silicone**,
- mercerised** বস্ত্রের জন্য **silicone**,
- বস্ত্রে চামড়া বা রাবারের আরোপিত প্রভাব আনার জন্য **silicone**,
- এছাড়াও আরও নানান **silicone** জাত পদার্থ পাওয়া যায় **micro**,
- semi-micro** এবং **macro emulsion** এর রূপে।

সিদ্ধান্তঃ

Silicone এত বৈচিত্র্যপূর্ণ কেননা এর কাঠামোতে এত ধরনের জৈবমূলক, পার্শ্ব বা প্রান্তীয় শৃঙ্খলে প্রতিস্থাপিত হতে পারে, যে তাতে আরও অনেকগুলি সম্ভাবনা সামনে এসে যায় যেগুলি মানুষ প্রয়োগের মধ্যে দিয়ে উন্নতি সাধন করতে পারেন।

“এগুলি প্রযুক্তি সংক্রান্ত প্রবন্ধ যা ইংরেজি থেকে বাংলায় অনুবাদ করা হয়েছে। অনুবাদে ভুলত্রুটিবশত কোনোরকম ভুল তথ্য জানানো হলে আমরা মা চাইছি। রেসিল কেমিকালস প্রা. লি., ব্যাঙ্গালোর, ভারতের কর্পোরেট কমুনিকেশন বিভাগে পাঠকদের এ জাতীয় ভুল ত্রুটির বিষয়ে আমাদের লিখে জানাতে অনুরোধ করছে।” ধন্যবাদ ও শুভেচ্ছা সুরেখা শেট্টি, JMD রেসিল কেমিকালস প্রা. লি. এর একে. অ্যাসিস্টেন্ট। ফোন : 91-80-64529101 / 9845024923

Enzymes:

Eco-Friendly Substitutes for Chemicals in Textiles Wet Processing

Textile wet processing industries using chemicals suffers from many inherent drawbacks from chemical and economical point of view. Many chemical processes involve nonspecific reactions, which may give poor results. High temperatures and high pressures needed to drive reactions lead to high energy costs and may require large volume of cooling water downstream. Harsh and hazardous processes involving high temperatures, pressures, acidity and alkalinity need high capital investment and specially designed equipment and control systems. Unwanted byproducts may prove difficult or costly to dispose off high chemical and energy consumption and harmful byproducts have a negative impact on the environment.

Why Enzymes?

All these drawbacks can be virtually eliminated by enzymes. As:

- 1) Enzymatic reaction takes place under mild conditions.
- 2) Highly specific in action.

- 3) Very fast reaction rates.
- 4) Numerous enzymes for different tasks.

In addition, as only small amounts of enzymes are required to carry out processing even on an industrial scale. Mild operating conditions enable uncomplicated and widely available equipment to be used, and enzyme reactions are easily controlled and can be stopped when desired degree of substrate conversion has been achieved. Enzymes also reduce the impact manufacturing on environment by reducing consumption of chemicals and energy and subsequent generation of waste.

Developments in genetic and protein engineering have led top improvements in the stability, economy, specificity, and overall potential of industrial enzymes. When all these benefits of using enzymes taken in to consideration, it's not surprising that use of enzymes in industrial application are increasing per year.

Enzymes in Textile processing:

Application of hydrolase enzymes in fabric preparation

Sl. No.	Enzymes	Substrate attacked	Textile application
1.	Amylase	Starch	Strach desizing
2.	Cellulase	Cellulose	1. Stone wash-biopolishing (bio singeing) 2. Bio finishing for handle modification 3. Carbonization of wool
3.	Pectinase	Pectin	Bio scour replacing caustic
4.	Catalase	Peroxides	Insitu peroxide decomposition without any rinse in bleach bath
5.	Proteases	Protein molecules or peptide bonds	1. Degumming of silk 2. Bio- antifelting of wool
6.	Lipases	Fats & Oils	Improve hydrophilicity of PET in place of alkaline hydrolysis

Table 1: Hydrolase enzymes in various fabric preparation

Fibre Preparation:

Linen is a cellulosic fiber, formed in the cortex between the lignified core and the outer layers of the stem of flax plant. They are separated from the stems by retting, in which matrix components, mainly pectin and lignin are removed and the fibers are separated.

Recently, considerable efforts have been put to use enzymes in the retting process to control the process to produce linen fibers of consistent quality. The carbonization process in which vegetable matter in wool is degraded by treatment with strong acid and then subjected to mechanical crushing can, in principle, be replaced by selective enzyme degradation of the impurities.

Enzymes in Desizing: One of the oldest applications in the textile industry is the use of amylases to remove starch sizes. Alpha-amylases have proven useful in catalyzing the degradation of starch stains and in improving overall soil removal by hydrolyzing the starch, which binds particulate soil to the fabric. However, there is still considerable scope for improving the speed, economics and consistency of the process, including the development of more temperature stable enzymes as well as a better understanding of how to characterize their activity and performance with respect to different fabrics, sizes, and processing conditions, e.g., for pad batch as opposed to jigger desizing.

Enzymes in Scouring:

Scouring is the one of the important process for complete or partial removal of the natural impurities in cotton as well as added impurities such as machinery and size lubricants imparting a fabric with a high and even wettability so it can be bleached and dyed successfully. Use of highly alkaline chemicals not only removes the impurities but also attack the cellulose leading to a reduction in strength and loss of weight of the fabric. Furthermore, the resulting wastewater

has a high COD (chemical oxygen demand) and salt content. The enzymatic treatment BIO-SCOURING leaves the cellulose structure almost intact so it reduces weight loss and strength loss. This process has been welcomed in industries rinsing water can be reduced by up to half compared with traditional processes.

Measurement	Bio-scouring	Alkaline Treatment
pH	8-9.5	13-14
Process Temperature	50-60°C	90-100°C
Residual Pectin	22-30%	10-15%
Weight Loss	<1.5%	3-8%
Wet ability, drop test	<1 second	<1 second
Rinse water consumption	40-50%	100%
Burst Strength, % of start	95-100	90-97

Table 2. Comparison of enzymatic and traditional alkaline cotton scouring dryer process. Source: BioTimes 99/03 (1999), Novo Nordisk A/S.

Enzymes in Bleaching: (laccase-mediator system)

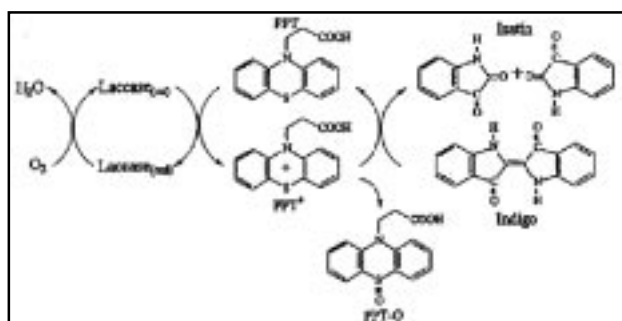


Figure 1: Outlined mechanism behind laccase/mediator bleaching technology.

The process of bleaching or abrading denim garments to give a softer or worn-out look involves the removal of the blue indigo dye. To remove the indigo dye from the garment, the

conjugated double bonds between indigo's two carbonyl groups must be broken. This has typically been carried out using hypochlorite as the bleaching agent. For enzymatic bleaching, an oxidoreductase enzyme, such as laccase, is needed. However, since the indigo dye on the garment is not accessible as a substrate to the laccase, a small organic mediator, such as Propionic acid PhenoThiazine (PPT), is added. The technology is based on laccase using molecular oxygen as an electron acceptor being oxidized (with the concomitant reduction of oxygen to water), which then creates a mediator radical (PPT[•]) from the mediator itself, PPT. The PPT[•] radical then reacts in a catalytic cycle in which the oxidized cation radical oxidizes solid indigo on the denim surface under simultaneous reduction back to the natural mediator. One of the advantages of this technology is that a side reaction occurs where the PPT radical disproportionate to form an oxide (PPT-O), which depletes the catalytic cycle, thereby ending the bleaching cycle. Thus the level of bleaching can be pre-defined and controlled by the amount of mediator added at the beginning of the process.

Enzymes in bleach clean up: Use of catalase enzymes to breakdown residual hydrogen peroxide after bleaching is gaining importance in bleaching and dyeing units. Since reactive dyes are especially sensitive to peroxide and currently require extended rinsing and/or use of chemical scavengers after bleaching. Traditionally bleach removal is achieved by either several rinses in water or by neutralization of the bleaching chemical by a reducing agent, followed by rinsing in water. Hydrogen peroxide as well as reducing agents used for bleach clean-up can also interfere with the subsequent dyeing steps and must also be rinsed away. The enzyme catalase is added after oxidative bleaching and allowed to react, which degrades residual peroxide in water and oxygen. The process is more controllable and shorter in duration. When an enzyme such as catalase is used, the fabric requires no rinsing with water at all.

Enzymes in denim finishing:

Most denim jeans or other denim garments are subjected to a wash treatment to give them a slightly worn look. The traditional stonewashing process may damage the fabric, as well as machine. To avoid this problem cellulases are used to accelerate the abrasion by loosening the indigo dye on the denim. The cellulase molecules bind to an exposed fibril (bundles of fibrils make up a fibre) on the surface of the yarn and hydrolyse it, but leave the interior part of cotton fibre in the yarn intact.

A small dose of enzyme can replace several kilograms of stones, the use of fewer stones results in less damage to garments, less wear on machines and less pumice dust in the working environment. Productivity can also be increased through the adapted laundry machines containing fewer stones but more garments. With a stone-free process, the need for the removal of dust and small stones from the finished

garment is reduced. Neutral cellulases are often used when the objective is a minimum of back staining. Enzymes have opened up new possibilities in denim finishing by increasing the variety of finishes available.

Enzymes in biopolishing:

Natural and manmade cellulosic fibres can be improved by an enzymatic treatment called BIOPOLISHING. The main advantage is the prevention of pilling. Cellulase hydrolyses the microfibrils (hairs or fuzz) protruding from their surface of the yarn because they are most accessible to enzymatic attack. This weakens the microfibrils, which tend to break off from the main body of the fibre and leave a smoother yarn surface.

After bio polishing, the fabric shows a much lower pilling tendency with better print definition, Colour brightness, surface texture, drape ability, and softness without any loss of absorbency. Advantage of biopolishing is unlike conventional softeners, which tend to be washed out and often results in a greasy feel, the softness-enhancing effects of biopolishing are wash-proof and non-greasy fabrics.

Cellulases for Biopolishing of Lyocell:

For cotton fabrics, the use of bio polishing is optional for upgrading the fabric. However, bio polishing is almost essential for the new polynosic fibres lyocell (the leading make is known by the trade name Tencel). Lyocell has tendency to fibrillate easily when wet. In simple terms, the fibrils on the surface of the fiber peel up. If they are not removed, finished garments made with lyocell will end up covered in pills. This is the reason why lyocell fabric is treated with cellulases during finishing. Cellulases also enhance attractive, silky appearance of lyocell.

Enzymes for wool finishing:

Enzymes were also introduced for bio polishing of wool in 1995. Wool is made up of protein and therefore treatment features a protease, which modifies wool fibers.

Enzymatic treatment reduces facing up, which significantly improves the pilling performance of garments and increases softness with modified luster, handle and felting characteristics without degradation or weakening of the wool fiber as a whole and without the need for environmentally damaging pre-chlorination treatment.

Beside this, the use of enzymes to achieve wool shrink resistance, better whiteness and improved handle is of considerable interest. Enzymes alone or in combination with hydrogen peroxide are also successfully employed in wool bleaching. Enzymes are employed as auxiliary agents in wool dyeing, and as modifiers of wool handle by reducing wool fibre stiffness and prickly.

Peroxide-enzyme treatments for wool shrink-resist treatments:
A recent alternative to the conventional wool shrink-resist

treatments includes the application of hydrogen peroxide (H₂O₂) as an oxidative pre-treatment. The purpose of hydrogen peroxide pretreatment was to promote the formation of cysteic acid and consequently to reinforce the anionic character of the fibre surface. Moreover, hydrogen peroxide pre-treatment probably induces a partial removal of the fatty acid barrier from the epicuticle, which confers hydrophilicity to wool. In order to achieve maximum efficiency of the H₂O₂ treatment with a minimum degradation of wool fibre, the hydrogen peroxide treatment was combined with the enzyme treatment. The incorporation of an enzyme into the hydrogen peroxide treatment bath exerts a positive influence on whiteness, wettability and felting shrinkage.

Enzymes for silk finishing:

Proteases are also used to treat silk. Threads of raw silk must be degummed to remove sericin, a proteinaceous substance that covers silk fiber. Traditionally degumming is performed in an alkaline solution containing soap. This is a harsh treatment because the fibre itself, the fibrin is also attacked. However, the use of proteolytic enzymes is a better method because they remove sericin without attacking fibrin. Tests with high concentrations of enzymes show that there is no fiber damage and the silk threads than with traditional treatments.

Protease enzymes are also can be used for producing sand washed effects on silk garments. Treatment of Silk-Cellulosic blend is claimed to produce some unique effects. Proteases are also being used to wash down printing screens after use in order to remove the proteinaceous gums, which are used for thickening of printing pastes.

ENZYMES IN TEXTILE AFTER-CARE:

Enzymes have been widely used in domestic laundering detergents since the 1960s. Some of the major classes of enzymes and their effectiveness against common stains are summarized in Table below

Types of enzymes and their effectiveness against various stains

Enzymes	Effective for
Proteases	Grass, blood, egg, sweat stains
Lipases	Lipstick, butter, salad oil, sauces
Amylases	Spaghetti, custard, chocolate
Celluloses	Colour brightening, softening, soil removal

Further developments in the field of textile after-care may include treatments to reverse wool shrinkage as well as alternatives to dry cleaning. Enzymes used in detergents have a positive environmental impact as they save energy by reducing washing temperatures, allow the content of

undesirable chemicals in detergents to be reduced, are totally biodegradable, leaving no harmful residue, and have no negative impact on sewage treatment processes and most importantly do not present a risk to aquatic life.

These bacterial, subtilisin-type proteases are one of the basic workhorses in detergents today and are considered indispensable in formulating efficient laundry detergents worldwide. As catalysts, each molecule of enzyme cuts the protein components of laundry stains thousands of times during a wash cycle, making them very space efficient ingredients that are excellent at removing blood, grass, milk, and various foods containing proteins.

Cellulases are also active in removal of particulate soil by removing microfibrils from the cotton fibers. As a result there is a color brightening effect of the cellulase treatment. Lipases catalyze the hydrolysis of triacylglycerides present in fatty stains, making them more hydrophilic and more easily removable during the wash.

Application of hydrolase enzymes in fabric preparation

Enzymes	Substrate attacked	Textile application
Laccase	Colour chromophore and pigments	1. Discolouration of coloured effluent 2. Bio bleaching of lignin containing fibres like Kenaf and Jute 3. Bio bleaching of indigo in denim for various effects
Peroxidases	Colour chromophore and pigments	Bio-bleaching of wool pulp
Glucose oxidase	Pigments	In situ generation of H ₂ O ₂ and bio bleaching of cotton
Azo reductase	Colour chromophore and pigments	Colour brightening, softening, soil removal
Peroxidases ostate us	Colour chromophore and pigments	Discolouratin of Remazol of basic dye effluent

Conclusion:

Applications of appropriate enzymes under well-defined conditions offer better options in textile processing due to novel effects and also eco-friendliness. As demonstrated by the vast array of industries and applications described in this writing, it is nearly impossible to avoid using or wearing a commercial textile product that has not been touched by the action of enzymes. They function specifically, are extremely efficient, and often replace chemical processes that require more energy and produce more wasteful byproducts. When all the benefits of using enzymes are taken into consideration, it's not surprising that the number of enzyme applications continues to grow each year.

References:

1. Dr.Ramachandaran T, Karthik N, "Application of Genetic Engineering and Enzymes in Textiles", IE (I) Journal-TX, Feb 2004,p 32-36
2. Paul F Hamlyn, "The Impact of Biotechnology on the

Textile Industry”, Textiles Magazine, 1995, 3, 6-10

3. Joel R. Cherry, Per Falholt* and Glenn E. Nedwin, “Enzymes: Biotechnological Applications” The Encyclopedia of Environmental Microbiology, pp. 1176-1189.

4. Alexander Nikolov, Biotimes No. 1 March 1999, p 6-7

5. Clarkson, K.; Lad, P.; Mullins, M.; Simpson, C.; Weiss, G. And Jacobs, L. Enzymatic compositions and methods for producing stonewashed look on indigo-dyed denim fabric, World Patent PCT WO94/29426, 1994.

6. Campos, R.; Andreaus, J.; Gübitz, G. And Cavaco-Paulo, A. Indigo-Cellulase Interactions. Textile Research Journal, 2000, vol. 70, no. 6, p. 532-536.

7. P.Jovanëiæ, D.Jociæ, R.Molina, A.Manich, R.Sauri, Ma R.Julia and P.Erra: Indian

J. Fibre Text. Res. Vol. 27 (2002), in print.

8. H.R. Häfely: Textilveredlung Vol. 24 (1989), p. 271.

9. S. Fornelli: Melliand Textilber. Vol. 74 (1994), p. 120.

10. E. Heine and H. Höcker: Rev. Prog. Coloration Vol. 25 (1995), p. 57.

11. J. Cegarra: J. Soc. Dyers Colour. Vol. 112 (1996), p. 326.

12. R. Levene: J. Soc. Dyers Colour. Vol. 113 (1998), p. 206.

13. L. Wiebke, E. Heine and H. Höcker: DWI Rep Vol. 122 (1999), p. 509.

14. A. Riva, J. M. Alsina and R. Prieto: J. Soc. Dyers Colour. Vol. 115 (1999), p. 125.

15. D.P. Bishop, J. Shen, E. Heine and B. Hollfelder: J. Text. Inst. Part 1: Text. Sci.

16. P.Jovanëiæ, D.Jociæ, R.Molina, M. R. Julia and P. Erra: Textile Res. J. Vol 71 (2001), p.948.

17. R. Levene and G. Shakkour: J. Soc. Dyers Colour. Vol. 111 (1995), p. 352.

Organo- Modification of Silicones for Textile Applications

History of the Textile industry is very rich and starts with history of ancient India. Our ancestors were expert in fibre, fabric and garment technology. Over a period of time, the encyclopedia of Indian textile was kept updated with various cultures and traditions that associated only with India since Indus Valley Civilization. Many finishing chemicals were known and used effectively to get the optimum results starting from Vegetable, animal fats, waxes and other fatty derivatives like amides. Their products were so famous world wide and along with other natural resources, it attracted many foreigners of different time to trade with and ultimately lured them to invade the nature's own country. The use of Silicone as textile finishing agents started way back in late forties in the 20th century immediately after Rochow's invention of direct synthesis of chlorosilane which led to the commercial success of coveted first inorganic polymer on the globe.

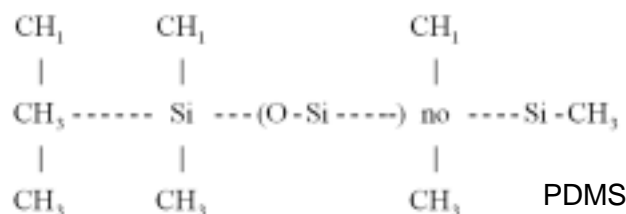
Why Finishing is required?

Cotton fibers undergo various mechanical, chemical processes starting from its spinning, sizing, desizing, mercerizing, dyeing etc., on the way to become a fabric/garment. Cotton loses its nature and becomes harsh to touch or feel, as the chemicals are some times strong alkali or strongly reacting with cotton molecules. Thus it becomes necessary to add reasonable long lasting feel or smoothness to the fabrics/Garment, which forms outermost layer of human skin in the

modern era. Organic softeners provide adequate softness but with their own limitations of poor durability. Silicone serves the exact purpose here, it meets all the requirements as a finishing chemical with excellent durability, softness and its molecular versatility helps processors to meet different tastes of customer by providing smooth, buttery, silky, limpy, wet, leathery, etc., finishes.

First Generation Silicone Softeners

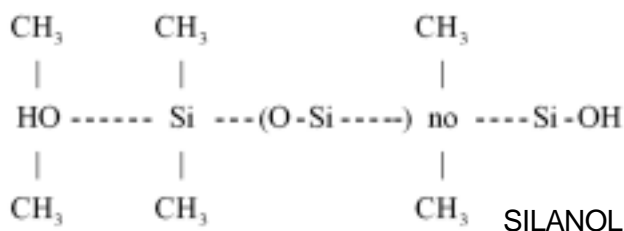
Immediately after commercial production of silicones in the late 1940s, there were many attempts to use silicone polymers for the textile industries. The first polymer attempted was Polydimethylsiloxane with the following structure:



The polymer PDMS is called non-reactive in nature, as the terminal methyl groups (CH₃) do not allow the polymer either to propagate its chain length or to cross-link. These polymers when treated onto a fabric surface offered dry hand feel with body and fullness with poor wash durability to home

laundering and failed as a fabric softener. However, the long fatty like backbone confers good lubricity for cotton and synthetic yarns and is widely used as yarn lubricant in its macro emulsion form.

In a next attempt to improve the wash durability, the methyl terminal groups are replaced with hydroxyl (-OH) groups, which are capable of cross-linking with itself and can, form a physical entanglement matrix with cotton fibers and can withstand wash cycles.



However, here too the softness obtained was inferior and not upto the industrial standard, though bouncy effect could be achieved due to crosslinkability of the -OH groups. Silanol along with methyl hydrogen polysiloxane, in a macro emulsion form, found some commercial success in hydrophobic coating for cotton and cotton rich blended fabrics.

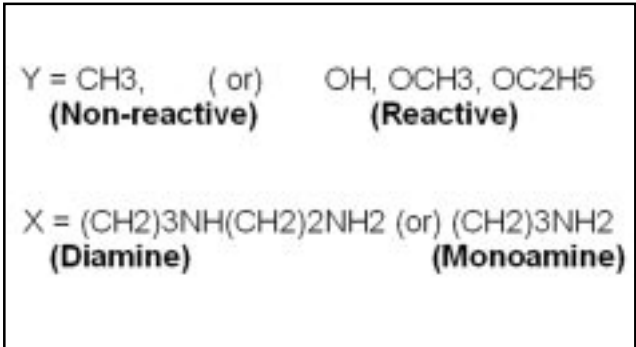
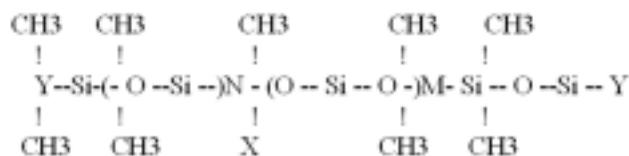
Limitations of first generation Silicones:

- Poor Exhaustion
- Inferior Softness with dry feel
- Poor wash durability
- Cannot be emulsified into micro emulsion.
- Risk of spotting is very high due to poor stability of the macro emulsions.

Classical Silicone Softeners

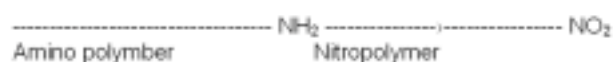
A. Aminopolysiloxane

First generation silicones were not successful as fabric softeners due to lack of affinity and hence exhaustion towards the cotton goods. Cotton fabrics are slightly anionic in nature after pretreatment and dyeing. To get exhausted on an anionic surface, a slightly cationic substance would do better than anionic or nonionic softeners. Hence, to provide a slight tinge of cationic charge, chemists had to introduce amine groups in the side chain of silicone molecules. At the same time, the nonionic nature of the silicone is not lost as the charges are prevalent only at a pH of 4.5-7.0 in an aqueous medium. The structure of aminopolysiloxane is depicted below:



The terminal groups decide the reactivity of the system. Groups like OH, OCH₃, OC₂H₅ are capable of reacting further. Diamines offer superior handle, better durability and anchorage compared to its other counterpart but fail in meeting visual effects as they leave a yellowish tinge on the finished fabrics. Monoamines offer moderate-good handle and is less yellowing compared to di-amines. Molecular weight of the polymers combined with amine value and reactivity decides the kind of hand modification onto the fabric surface. The exhausted silicone polymers are forced to expose their lengthy chains along the direction of the fibers due to anchoring of amine groups perpendicular to the plane of the fabric surface. In a non-amine modified fluid, this kind of directional orientation is not possible and hence those polymers cannot compete with amine modified fluids in offering superior handle to the fabric structure. Another interesting fact is that, during emulsification, a part of the silicone fluid itself can be transformed into a surfactant system by adding suitable amine neutralizing agents to ensure that the internal phase, silicone polymers, are of micrometer in size, as the emulsion is suitably called "micro emulsions". The significance of the size is that it is small enough to travel through the fibre-fibre or yarn-yarn distance and reach out every part of the fibre, modifying the entire nature of the fabric to soft and limpy by loosening the rigidity of the network to some extent.

Major disadvantage associated with amine-modified fluids is its yellowing tendency. This is mostly due to the vulnerability of the amine groups to atmospheric oxygen. Amines are attacked by oxygen and modified into nitro groups, leading to azo groups formation, which is strong chromophore for yellow and brownish range of visible light.



A strange and interesting fact is that the yellowed emulsion does not necessarily make a fabric yellow, as exhaustion of nitro - and azo- groups are very less leading to reduction in softness rather than yellowness. However, once a high amine fluid is exhausted onto the fabric surface, it makes it yellow during shelf life slowly. So it is always essential that the amine value is optimised between handle requirements and its side effect "Yellowness" or shade changes. Besides, viscosity of the polymers also play a major role in offering softness and, in fact, for each and every chain length there is an optimum range of amine value for better exhaustion and hence effective performance.

Merits of Aminosilicone:

Superior handle, different handle requirements such as bulky, silky, buttery etc., can be met with aminosilicones. Good exhaustion, and hence easier and efficient process. Can be formulated into more stable micro-emulsions, which provide inner softness. Compatible with all cationic and nonionic additives used in the bath.

Demerits of Aminosilicone:

Slightly reduces the whiteness index value of the brilliant whites. Changes the moisture absorbency.

B. Modified Amino Polysiloxane This clan of amino polymers was mainly developed to overcome the limitations like yellowing and hydrophobicity associated with aminosilicones. The following modifications are possible.

1. Amido Modifications The pendent amine group can be reacted with acids/ acid derivatives to modify into amido groups, which would avoid yellowing and reduce hydrophobicity.

2. Quarternierized Amines The amino groups can be quarternierized with suitable agents so that oxidation can be minimized.

3. Cyclic Amines Bulky groups are attached with pendent chains where amine groups are attached. Due to steric hindrance, the oxidation reaction would slow down.

Overall, the performance of modified silicones is satisfactory. However, the non-yellowing and hydrophilic properties are achieved at the cost of softness to some extent.

Specialty Silicones

1. Epoxy Modified Epoxy ring in the pendent groups offer bouncy effect and surface smoothness for synthetics fabrics

2. Glycol Modified

Water-soluble silicone. Glycol derivatives are introduced either in main or side chains. It offers extremely hydrophilic and less yellowing property with inferior handle.

3. Glycol Amino Modified

Optimum balance between hydrophilicity and handle can be achieved as water soluble/ Dispersible. By effecting suitable organo modification, the following performance oriented silicones can also be engineered.

Different combination of various Silicones for performance synergy Ready to use, water soluble silicones Silicones for shade enhancement Optimized silicones for handle, Non yellowing and hydrophilicity Silicones for hydrophobic coatings Silicones for extreme durable to home laundering Silicones for anti felting and anti pilling Silicones for oil and water repellency Silicones for mercerized fabrics Silicones for rubbery and leathery effect Many other customized products are available as micro, semi-micro and macro emulsions.

Conclusion

Silicone is so versatile due to the fact that it can afford to have any possible organic functionality in its side or terminal chains and opens many more avenues to explore the chemistry and its applicability for the mankind.