

PROTEİN ESASLI MAMÜLLERİN ENZİMATİK ÖN TERBİYESİ

ENZYMATIC PRETREATMENT OF PROTEIN BASED TEXTILE MATERIALS

Prof. Dr. Kerim DURAN
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ar. Gör. Ebru BOZACI
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ar. Gör. H. Aylin KARAHAN
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Liflerin hidrofiliğinin, boyarmaddelere ve daha sonra uygulanacak terbiye işlemlerine karşı afinitesinin artırılması amacıyla yapılan ön terbiye işlemleri, işlem adımları ve teknikleri kullanılan lifin cinsine göre farklılıklar göstermektedir. Ancak bu işlemler, hem çevreye hem de liflere zarar verebilecek işlemlerdir. Bu nedenle, protein esaslı mamüllerin ön terbiyesinde enzimlerin kullanılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmıştır. Doğal protein olan enzimler, çok kolay ve hızlı bir şekilde biyolojik olarak parçalanmaktadır. Bu özellikleriyle atık su yükü oluşturmamaktadırlar. Enzim kullanımı sayesinde, işlemler ekolojik olmakta ve mamulün doğal özellikleri korunmakta dolayısıyla katma değeri artmaktadır. Bu çalışmada, protein esaslı tekstil mamüllerinin ön terbiyesinde enzim kullanımı klasik yöntemlerle kıyaslanarak anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enzimler, ön terbiye, proteaz, yün, ipek

ABSTRACT

Pretreatment processes, process steps and techniques which are made in order to improve the hydrophilic characteristics and affinity for dyestuffs and finishing treatments of the fibres depend on the kind of fibre to be treated. However, these processes can be both harmful to the environment and to the fibre. Therefore, studies about the usage of enzymes in the pretreatment of protein based textile materials has increased. The enzymes are natural proteins so they can be easily and quickly biologically broken into pieces. By means of enzyme usage, the pretreatment processes become ecological and the natural properties of the product are kept. In this paper the enzymes used for pretreatment of the textile materials based on protein and improvements about these processes are explained by comparing them with conventional methods.

Key Words: Enzymes, pretreatment, protease, wool, silk

GİRİŞ

Ekolojik yöntemlerin önem kazandığı günümüzde, enzimlerin tekstil terbiyesinde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu sayede işlemler ekolojik olmakta ve mamulün doğal özellikleri korunmakta dolayısıyla katma değeri artmaktadır. Bu makalede yünlü ve ipekli mamüllerin ön terbiyesinde kullanılan enzimler üzerine yapılan çalışmalar derlenmiştir.

1. ENZİMLER

Enzimler, spesifik kimyasal reaksiyonları katalizleme yeteneğine sahip, doğal yollardan elde edilen, protein yapısında, yüksek moleküllü, kompleks organik polimerlerdir. Endüstriyel olarak mikroorganizmaların fermantasyonu so-

nucu elde edilmektedir. Üretim için ham madde olarak patates unu, soya fasulyesi, mısır suyu, tuz ve şeker kullanılmaktadır. Fermantasyon üretimi bittikten sonra enzim ayrılır ve fermantasyon sıvısı geri kazanılır.

Enzimler kimyasal bir reaksiyonu katalizledikten sonra serbest kalarak bir sonraki reaksiyonu da katalizleyebilmektedir. Bu nedenle işlem için çok az miktarı yeterli olabilmektedir. Doğal protein olan enzimler, çok kolay ve hızlı bir şekilde biyolojik olarak parçalanmaktadır. Bu özellikleriyle atık su yükü oluşturmamaktadırlar (1).

1.1. Proteolitik Enzimler

Proteazlar veya proteolitik enzimler, protein molekülündeki belli peptid bağ-

larının hidrolize edilmesini katalizlemektedir. Proteazlar proteinlere iki farklı şekilde etki edip, değişik ürünler ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Endoproteazların, peptid zincirinin iç peptid bağlarına etki etmesi sonucu küçük polipeptidler ve peptidler açığa çıkmaktadır. Ekzoproteazlar ise peptid zincirinin sonundaki amino asitlerin koparılmasını sağlamaktadır. Etki ettikleri protein zincirinin sonundaki grup serbest karboksilik asit ise karboksipepsidaz; serbest amino grubu ise aminopepsidaz olarak adlandırılmaktadır.

Proteolitik enzimler yünlü kumaşların terbiyesinde kullanılarak, lif yüzeyinde kısmi hidroliz gerçekleştirmekte ve kök-üç doğrultusundaki sürtünme direnci farkını (DFE) azaltmaktadır (2).

Proteazlar güçlü enzimlerdir. Sıcaklığın ve pH'nın zor koşullarına dayanıklıdırlar ve sonuç olarak saklanması daha kolaydır. İstisna olarak pepsin, seyreltik asitlere dayanıklı iken, nötr pH'da çok hızlı olarak denature olur (3).

Proteazlar orijinlerine, etki mekanizmalarına ve spesifliklerine göre sınıflandırılabilir. Proteazlar orijinlerine göre hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal; etki mekanizmasına göre serin proteazlar, tiol (sistein) proteazlar, asit (aspartik) proteazlar ve metal (metallo) proteazlar, polipeptid zincirlerinde etki ettikleri bölgelere göre de ekzopeptidazlar ve endopeptidazlar olarak sınıflandırılabilirler. Sıcaklık, pH, süre, ortamda bulunan aktivatör ve inhibitörler gibi faktörler, tüm enzimlerde olduğu gibi proteolitik enzimlerin aktivitesini de etkilemektedir (4,5).

2. Protein Lifleri

Protein lifleri, tamamı ya da büyük bölümü proteinden oluşan liflerdir. Proteinin kaynağına göre bitkisel ya da hayvansal protein lifleri veya elde edilmiş şekillerine göre doğal ya da rejenere protein lifleri olarak sınıflandırılmaktadır. Protein esaslı liflerin özelliklerini amino asitlerin cinsi, miktarı ve yerleş-

me şekli belirlemektedir. Yün, ipek, angora, kaşmir doğal protein lifleri iken, soya fasulyesi, mısır lifleri, kazein rejenere protein liflerindedir.

2.1. Yün Lifleri

Yün lifleri makropeptid makro moleküllerinden oluşmaktadır. Yünü oluşturan protein maddesine keratin denilir ve 22 ayrı cins α -aminoasitten oluşmaktadır. Yıkanmış kuru yün elementer olarak analiz edildiğinde, %50-52 karbon, %22-25 oksijen, %16-17 azot, %6,5-7,5 hidrojen, % 3-4 kükürttten oluştuğu saptanmıştır. (6)

Kaba bir yün lifi kutikula (epidermis, örtü hücreleri, pul), korteks ve medulla tabakası (mih kanalı) olmak üzere üç tabakadan oluşmaktadır (7).

Kutikula tabakası: Kutikula hücreleri yün lifinin dış yüzeyini oluşturmakta ve yün lifinin hidrofolluk, tutum ve keçeleşme özelliklerini etkilemektedir. Kutikula; endokutikula, ekzokutikula-a, ekzokutikula-b ve epikutikula olmak üzere 4 tabakadan oluşmaktadır (7).

Epikutikula, kutikulanin yüzeyini kaplayan ince bir zarıdır. En dışta bulunan epikutikula zarı en dışta bulunduğundan tüm yün lifinin özelliklerini etkile-

mektedir. Epikutikula 3-6 nm kalınlığında olup lifin kütlesi olarak % 0,1'ini oluşturur. Bu kısım klorlu su veya bromlu su ile baloncuk veya torbacıklar oluşturarak optik mikroskopta (Allwörden reaksiyonu) da net olarak görülür (7).

Epikutikulanın altında, dışta ekzokutikula ve içte endokutikula olmak üzere iki farklı tabaka vardır. Lifin bu bölgeleri başlıca sistin içeriklerine göre birbirlerinden ayrılırlar. Ekzokutikula sistin içerikleri farklı olan a-tabakası ve b-tabakası olmak üzere iki alt tabakaya ayrılır.

Korteks Tabakası: Yün lifinin %90'ünün oluşturan korteks tabakası orto- (%60-90) ve para-korteks (%40-10) olmak üzere iki farklı korteks hücresinden oluşur. Parakorteks, ortokorteksten daha fazla sülfür içerir ve dolayısıyla daha dayanıklıdır ve daha yüksek çapraz bağa sahiptir

Medulla Tabakası (Mih Kanalı): Yün liflerinin ortasında bulunan kanala mih kanalı (medulla) denilmektedir (7).

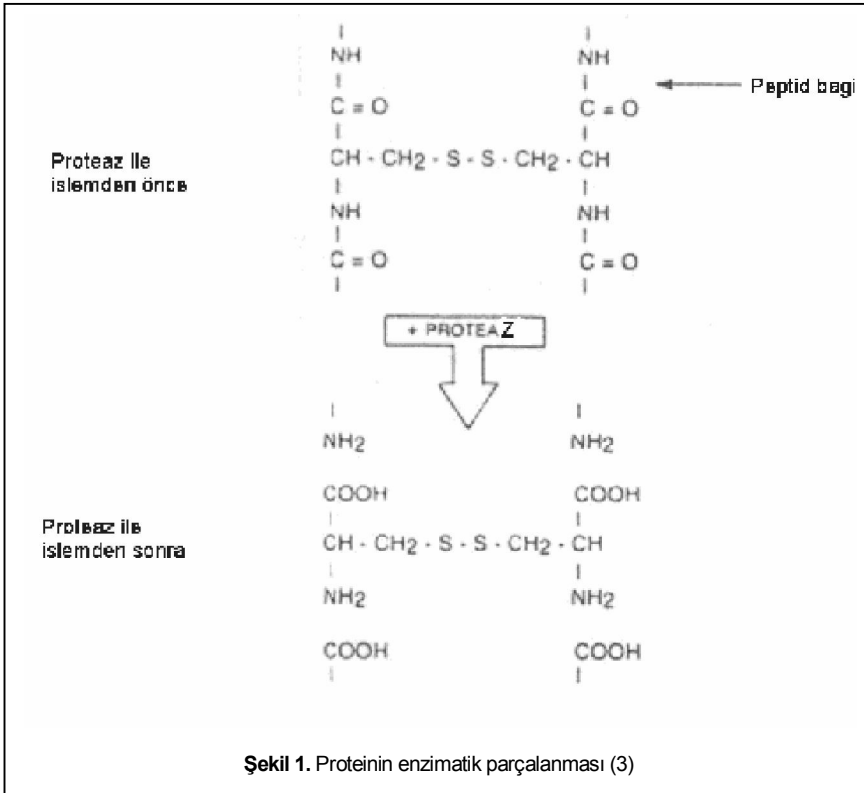
2.1.1.Yün Liflerinin Ön Terbiyesi

Kovalent olarak bağlı yağ asitleri ve yüksek miktarda disüfit köprüleri yün lifi yüzeyini yüksek derecede hidrofob yapar. Özellikle yünün baskısı ve boyanmasında yün yüzeyinin bu hidrofob karakteri rahatsız eder, hidrofob boyarmaddelerin life difüzyonu engellenir. Sonuç olarak, yün ön terbiye işlemlerinde yün lifi yüzeyinin hidrofollüğünü artırmak amaçlanır (3).

Yün liflerinin ön terbiyesinde genellikle yakma, makaslama, yıkama, haşıl sökme, karbonizasyon, ağartma işlemleri yapılmaktadır. Yakma, makaslama, yıkama işlemleri çok fazla kimyasal madde tüketilmeyen işlemlerdir. Halbu ki karbonizasyon ve ağartma işlemleri hem çevre yükü fazla olan hem de yün lifine zarar verebilecek işlemlerdir. Bu yüzden yün liflerinin ön terbiyesinde enzimlerin kullanılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar karbonizasyon ve ağartma alanında yoğunlaşmıştır.

2.1.1.1. Yün Lifine Enzimlerin Etkisi

Yün liflerine uygulanan enzimatik işlemlerle deri artıkları, yün yağı ve bit-



Şekil 1. Proteinin enzimatik parçalanması (3)

kisel artıklar uzaklaştırılmaktadır. Bunun yanında yün yüzeyi modifiye edilerek hem hidrofilitik, keçeleşmezlik sağlanmakta hem de parlak bir görünümle yumuşak bir tutum elde edilmektedir. Flottede bulunan enzimler, lifin iç kısımlarına nüfuz ederek hücre duvarı kompleksindeki endokütikula ve proteini hidrolize etmektedir. Ancak işlem kontrollü bir şekilde yapılmazsa, lifler tamamıyla zarar görebilmektedir. *Streptomyces fradie* (SFP) bakterisinden elde edilen proteaz, lipaz, lipoprotein lipaz ve proteolitik enzimler bazı peptid bağlarını hidrolize ederek doğal keratini parçalamaktadır. Bu işlemlerde en yaygın olarak proteaz enzimi kullanılmaktadır (8).

Yün liflerinin ön terbiyesi yıkama, karbonizasyon, ağartma adımlarından oluşmaktadır.

2.1.1.2. Yünün Enzimatik Karbonizasyonu

Yündeki bitkisel artıklar genellikle karbonizasyon olarak adlandırılan işlemle uzaklaştırılmaktadır. Yünün inorganik asitlerle karbonizasyonu life zarar verebilmektedir. Selülaz, ligninaz, hidrolaz, lizaz ve oksidoredüktaz ile yün lifinin enzimatik karbonizasyonu yapılabilir. Aynı zamanda enzim kompleksleri ile kombine edilmiş sülfirik asit ile bu işlem yapılabilir. Selülotik ve pektinolitik enzimlerin etkisi sayesinde karbonizasyon işlemi kullanılan sülfirik asit miktarı azaltılmaktadır.

Aynı zamanda pıtrak gibi life sıkı bir şekilde tutunan ve mekanik olarak uzaklaştırılması oldukça güç olan maddeler ve deri kalıntıları gibi doğal kirlerin yüzeyleri de enzimatik olarak modifiye edilebilmekte; bu sayede yün ve pıtrak arasındaki kohezyon kuvveti zayıflamakta ve bu maddelerin sonraki işlem adımlarında uzaklaştırılması daha kolay olmaktadır (8).

Achen Üniversitesi'nde Elisabeth Heine tarafından yapılan bir çalışmada, yün karbonizasyonunda, sülfirik asit ile yapılan karbonizasyon işlemlerinin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacı ile selülaz, pektinaz ve ksilanaz en-

zimleri kombine halde kullanılmıştır. Yapılan işlem sonucu bitkisel artıklar %7 oranında parçalanmış fakat tarama işlemi sonunda her hangi bir ilerleme kaydedilmemiştir.(9)

2.1.1.3. Yünün Enzimatik Olarak Ağartılması

Yünün ağartılması beyazlığın ve parlaklığın artırılması için yapılan bir işlemdir. Yün elyafı indirgen, yükseltgen veya bunların kombinasyonu şeklinde klasik yöntemlerle ağartılabilmektedir. İndirgen maddelerle ağartmadan sonra sararma tehlikesi diğerlerinden daha düşüktür. Bu nedenle önce yükseltgen sonra indirgen ağartma şeklinde çalışılmalıdır. En iyi etki hidrojen peroksit /sodyumbisülfid kombinasyonu ile elde edilmektedir.

Günümüzde yapılan çalışmalar ise bu işlemlerin ekolojik olarak yapılması doğrultusundadır. Yün liflerinin ağartılmasında papain, pronaz ve pepsin enzimleri kullanılmaktadır. Proteolitik enzim kullanımı veya peroksitle yapılan kombine işlemlerle elde edilen beyazlık ve hidrofilitik sonuçları, sadece yükseltgen işlemle elde edilenlerden daha iyi olmaktadır.

Alkali ortamda aktive olan hidrojen peroksit karşı dayanıklı olan serin proteazların aktivitesi ortamdaki peroksit artışı ile artmaktadır. Yün lifinde bulunan doğal renkli pigmentlerin enzim tarafından parçalanmasıyla daha yüksek bir beyazlık derecesi elde edilmektedir (8).

Yünün enzimatik ön terbiyesi için yapılan çeşitli araştırmalardan örnekler aşağıda bulunmaktadır;

Schroeder ve arkadaşları, kimyasal olarak modifiye edilmiş proteaz enzimini yün liflerinin terbiyesinde kullanmışlardır. Proteaz kutükula tabakasının hidrolizini sağlamaktadır. Bu işlem keçeleşme eğiliminde azalma, tutumda iyileşme, çekme dayanımında artma sağlarken mukavemet ve ağırlık kaybına sebep olmaktadır. Proteaz enziminin yün liflerine difüzyon özelliğini değiştirmek için suda çözünebilir bir polimer olan PEG proteaza kovalent olarak

bağlanmıştır. Bu yüzden korteks hücrelerine olan proteaz difüzyonu ve yün yüzeyindeki enzim aktivitesi kontrol edilmelidir. Farklı moleküler ağırlığa sahip olan proteazlar kıyaslanmıştır. Modifiye olan enzimlerde aktivite %80 korunmuş ve kutükula hidrolizi %90 azalmıştır (10).

Riva ve arkadaşları, farklı proteolitik enzimlerle farklı koşullar altında yaptıkları işlemler sonucunda yünün beyazlığının arttığını gözlemişlerdir. Kullanılan enzimin konsantrasyonu, işlem süresi, sodyum sülfid konsantrasyonu (enzim aktivatörü) incelenmiştir. Bunun sonucunda enzim konsantrasyonunun artışı sonuçlarda büyük bir farklılık yaratmazken; işlem süresi sonuçları oldukça etkilediği gözlenmiştir. Sodyum sülfid ise aktivatör olarak etkili olsa da keçeleşmezlik ve beyazlık derecesinde önemli bir artışa neden olmazken, liflere zarar verebilmektedir.(11)

Sandoz firmasının çok yönlü bir enzimi olan Bactosol WO enzimi, proteoliz (proteinin parçalanması), esteroliz (yag esterlerinin parçalanması), lipoliz (yün vaksı, sterol ve diğer lipidlerin uzaklaştırılması) ve keratinoliz (yün pulcuk yüzeyinin uzaklaştırılması) etkilerini göstermektedir. Bu enzim biyo-kasar, biyomerserizasyon, biyo-ağartma işlemlerinde kullanılabilir. Bactosol WO enzimi, alkali peroksit flottelerinde dayanıklı bir hidrolaz enzimidir. Bactosol WO, hidrojen peroksit ile ağartma banyolarının etkinliğini artırır. Optimum pH değeri, pH 8-9 ve optimum sıcaklığı 40-60°C'dir. %2-8 konsantrasyon ile 15-30 dk. işlem önerilmektedir. (Fornelli, 1995; Fornelli, 1996).

Chikkodi ve arkadaşları, farklı oranlarda karışım pamuk/yün kumaşları, selülaz ve proteaz enzimleri ile muamele etmişlerdir ve kopma mukavemeti kaybını (%12-18), ağırlık kaybını (%6-6,5) ve sürtünme dayanımı kaybını saptamışlardır. Yapılan işlem ile buruşmazlık, boncuklanma dayanımı ve çekme dayanımı artmıştır.

Heine ve arkadaşları, papain ve pronaz enzimleri ile enzimatik işlemin yünün boyanabilirlik ve çekme dayanımı özelliklerine etkisini araştırmış-

lardır. Enzimatik işlem gören yünlü kumaşlarının keçeleşmemesini sağlamıştır. İşlem gören yünün TEM mikroskopları ile proteazların CMC'nin ve endokutikulanın parçalanmasını katalizlerken, yüksek çapraz bağa sahip ekzokutikula'yı hidrolize etmediğini kaydetmişlerdir. CMC'nin kontrol edilmeyen parçalanması lifin fibrilasyonu ile sonuçlanarak yün yapısının tamamen parçalanmasına neden olmuştur. Aynı çalışmada yünün beyazlık derecesini artırmak için dört farklı proteaz (1-4) enzimi ve iki lipaz enzimi (1-2) ile çalışılmıştır. Yalnızca lipaz 1 ve proteaz 3 ve 4 beyazlık derecesinde etki göstermiştir. İşlem görmemiş ve foto ağartılmış yünün beyazlık dereceleri proteaz işlemi ile artırılmıştır. Foto ağartma sonrası enzimatik işlem lif mukavemetini önemli miktarda azaltmamıştır.

Lorenz ve arkadaşları, ham yünün doğal sarımsı rengini gidermek için üç proteaz enzimi (E1, E2, E3) (Novo) kullanmışlardır. Yüksek konsantrasyonlarda enzimle işlemde yün lifinin zarar gördüğünü tespit etmişlerdir. Ham yünün 5. yıkama banyosunda proteaz E3'ün ilavesinin deri partiküllerinin tekrar lif üzerinde birikimini azalttığını ve kutikula parçacıklarında artışa neden olmadığını saptamışlardır.

Cegarra ve arkadaşları, hidrojen peroksit ile yünlü kumaşlarını ağartılmasında banyoya farklı proteaz enzimlerinin ilavesinin etkisini incelemişlerdir. Tek başına hidrojen peroksit ile ağartmaya göre hidrojen peroksit ağartma banyosuna proteazların ilavesi ile yapılan ağartmalarda beyazlık derecelerinde gelişme kaydetmişlerdir. Hidrojen peroksit ile ağartmanın neden olduğu kimyasal ve mekanik özellikler, hidrojen peroksit ağartma banyosuna proteazların ilavesi ile önemli miktarda değişmemiştir. Farklı proteazlarla elde edilen sonuçlar arasında ise önemli bir farklılık sağlanmamıştır.

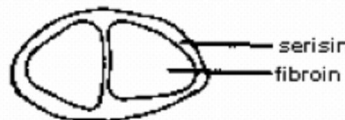
Heine ve arkadaşları, farklı proteolitik ve lipolitik enzimler ile merinos yün tops numunelerini farklı pH değerleri, farklı iyonik kuvvette tamponlar, işlem süreleri ve sıcaklıklarında muamele etmişlerdir. Farklı enzim konsantrasyonları (%0,2-0,4-0,6), inkübasyon sı-

caklıkları (30, 55, 57°C), pH değerleri (6, 7, 8, 9) ve işlem süreleri (1 saat, 1,5 saat) ile çalışmışlar, yün lifinin mukavemet özelliklerinde önemli bir değişim olmaksızın tutum, beyazlık derecesi, boyanabilirlik özelliklerini geliştirmişlerdir.

Nejad ve arkadaşları, yünlü kumaşı ticari proteaz enzimleri ile muamele etmişlerdir. Enzimatik işlemde katyonik, noniyonik, anyonik ve amfoter yüzey aktif maddelerin varlığının enzimatik reaksiyon hızına etkisini araştırmışlardır. Anyonik ve noniyonik yüzey aktif maddelerin varlığında serbest kalan amino asit miktarını, bu yüzey aktif maddelerin kullanılmadığı koşullara göre daha yüksek olarak bulmuşlardır. Katyonik ve amfoter yüzey aktif maddelerin varlığı serbest kalan amino asit miktarını azaltmıştır. Amfoter yüzey aktif maddeler diğer yüzey aktif maddelere göre daha homojen bir kumaş yüzeyine neden olmuştur. (3)

2.2. İpek Lifleri

İpek kozadan çekilen ince, kesiksiz protein esaslı bir lifdir. İpek lifleri parlak ve sağlam olup, dökümlü ve yumuşak bir tutuma sahiptir. Ayrıca ılık tutma gibi özellikleri de bulunmaktadır. Ham ipek, yani larvanın iki salgı bezinden çıkarıp yapıştıran tek bir filament olarak meydana getirdiği lif, su ve mineral tuzları ile birlikte fibroin (%22-25) ve serisin (%62,5-67) olmak üzere iki farklı proteinden oluşmuştur. Fibroin esas ipek lifini serisin ise bu lifleri saran ve yapıştıran kısmını oluşturmaktadır. Ham ipekte fibroin ve serisin yanında az miktarda yağlı ve mumlu maddeler, inorganik maddeler ve boyarmaddeler ile su bulunmaktadır. Ham ipeğin kimyasal yapısında bulunan maddelerin oranı ipek böceğinin çeşidine, beslenme ve ortamın koşullarına göre değişmektedir.



Şekil 2. Ham ipeği oluşturan fibronin ve serisinin şematik enine kesiti (Yazıcıoğlu, 1993)(3)

İpek liflerinin kimyasal özellikleri şöyledir;

- İpek lifleri higroskopiktir.
- Düşük yaş dayanımına sahiptir.
- Sıcaklığa yünden daha dayanıklıdır.
- Asitlere karşı dayanıklıdır.
- Bazlara karşı hassastır.
- Kükürt ve bunun türevi indirgen maddeler zarar vermemektedir; yükseltgen madde olarak hidrojen peroksit fibroini etkileyerek liflerin beyazlaşmasını sağlamaktadır. Klor ve sodyum hipokloritlerin seyreltik çözeltisi ipeği krem-sarı renge döndürse de, liflerin boyarmaddelere karşı afinitesini artırmakta, derişik çözeltilerde ipek parçalanmaktadır.

Ham ipek etrafını saran serisin, fibroin tabakasını dokuma ve örme sırasında mekanik etkilere karşı koruma bakımından faydalı olmaktadır fakat ham ipek lifleri daha mat bir görünüme ve gevrek bir tutuma sahip olduğundan güzel bir parlaklık ve tutuma sahip değildir. Bu nedenle serisin uzaklaştırılmalıdır. Serisinin tamamen uzaklaştırılması yaklaşık %20–25 gibi bir ağırlık kaybı yarattığından bazı durumlarda kısmen uzaklaştırılma yoluna gidilebilmektedir. Gerek amorf yapısının gerekse içerdiği bol miktardaki hidroksil ve karboksil grubunun bir sonucu olarak serisin özellikle hafif bazik olan sıcak suda çözülebilmektedir. Serisin bazik ortamda, asidik ortamda veya enzimlerle uzaklaştırılabilmektedir. Serisin giderme boyama işlemi için lifin hazırlanmasında genellikle yeterli bir işlemdir. Ancak ham ipekte sarı pigment miktarı yüksek olduğunda serisin gidermenin ardından hidrojen peroksitle hafif bir ağartma gerekli olmaktadır (12).

2.2.1. Enzimatik Serisin Giderme İşlemi

Ham ipek liflerinin etrafını saran serisin koruyucu bir tabaka oluşturur. İplik yapımı, dokuma ve örme sırasında fibronin mekanik etkilere karşı koruması bakımından bu tabaka faydalıdır. Fakat ham ipek lifleri daha mat bir gö-

rünüme ve gevrek bir tutuma sahip olduğundan, yalnız fibroinden oluşan lifler kadar güzel bir parlaklık ve tutuma sahip değildir. Bu nedenle birçok mamulde kullanılan ipek liflerinin serisini uzaklaştırılmaktadır. Serisinin tamamen uzaklaştırılması yaklaşık %20–25 bir ağırlık kaybı demek olduğundan bazı durumlarda serisini kimsen uzaklaştırma yoluna gidilmektedir (Tarakçıoğlu, 1986. Yazıcıoğlu, 1993). Gerek amorf yapısının gerekse içerdiği bol miktardaki hidroksil ve karboksil grubunun bir sonucu olarak, serisin özellikle hafif bazik olan sıcak suda çözülebilmektedir. Serisin; bazik ortamda, asidik ortamda veya enzimlerle uzaklaştırılabilmektedir. Serisin giderme boyama için lifin hazırlanmasında çoğunlukla yeterli bir işlemdir. Yalnızca ham ipek aşırı derecede sarı pigmentlere sahip ise, serisin gidermenin ardından hidrojen peroksit ile hafif bir ağartma gerekli olur (3)

Enzimatik serisin giderme işleminde, fibroinin zarar görmemesi için tüm işlem parametreleri kontrol altında tutulmalıdır. Bu parametreler sıcaklık, pH, işlem süresi, enzim konsantrasyonu, deterjan tipi, ipeğin cinsi, kalitesi ve kullanılan makinedir. Enzimatik serisin giderme işlemi diskontinü olarak hassas makinelerde çalışılmaktadır. Boyamada serisin kalıntılarını önlemek ve fibroinde herhangi bir değişim ile dinamik dayanımda düşüşe neden olmak için ipeğin enzimatik işlemlerinde çok dikkatli çalışmak gerekmektedir.

Serisin bir çeşit protein olduğu için, proteolitik enzimlerden etkilenmektedir. Ancak fibroin de bir protein olduğu için, serisin gidermede serisine spesifik enzimler kullanılmalıdır. Bu amaçla en çok pepsin, tripsin ve papain enzimleri kullanılmaktadır. Bu enzimlerin etkisi ortamın pH'ına göre değişmektedir. Örneğin pepsin kuvvetli asidik ortamda etki ettiği halde, tripsin bazik ortamda etkili olmaktadır. Sandoz firması tarafından yeni oksidatif enzimatik bir serisin giderme işlemi geliştirilmiştir. Bu işlemde proteaz enzimi kullanılmıştır. Klasik yöntemde birkaç saat süren iş-

lem yaklaşık bir saate indirilmiş ve zaman tasarrufu sağlanmıştır. (12)

Yünün enzimatik ön terbiyesi için yapılan çeşitli araştırmalardan örnekler aşağıda bulunmaktadır.

Shukla ve arkadaşları, bükümlü iplik formunda Mulberry ipeği ve kumaş formunda Tasar (Tussah) ipeği ile çalışarak enzimatik ve alkali serisin giderme işlemleri uygulamışlardır. Serisin giderme etkinliği, ağırlık kaybı ve kopma mukavemeti açısından değerlendirildiğinde, enzimatik işlemin en iyi sonuçları verdiğini ve aynı zamanda enerji tasarrufu sağladığını gözlenmiştir.

Sonwalkar ve Prabhu, proteolitik enzim Biopril 50 kullanarak yaptıkları çalışmada, ön ve ard işlem olmaksızın serisin giderme işlemi gerçekleştirilerek ekonomik açıdan işlemin sıcaklık ve süresini optimize etmişlerdir.

Gulrajani ve Gupta'nın, eğrilmiş ipeği hidrofiliği artırmak, boncuklaşmayı azaltmak, daha yumuşak bir tutuma sahip temiz bir kumaş sağlamak için selulaz ve proteaz enzimi ile muamele ettikleri çalışmada, kiriliklerin uzaklaştırıldığını, aynı zamanda hidrofiliği geliştirdiğini de gözlemişlerdir. Enzimle muamele edilen kumaş daha yumuşak tutuma sahip olmuştur.

Chopra ve arkadaşları, Mulberry ipekli kumaş örneklerinden asit, alkali, trietilenamin (TEA), sabun ve enzim ile işlemi kapsayan beş farklı yöntem ile serisini gidermişlerdir. İşlem gören örnekleri tutum özellikleri bakımından karşılaştırıldığında, sabun, alkali ve TEA metotları ile elde edilen tutum özellikleri, asidik ve enzimatik metotlara göre daha iyi bulunmuştur. Asit ve enzimlerle kumaşın kesişim bölgelerinde homojen olmayan serisin giderme işlemi gözlenmiştir.

Gulrajani ve arkadaşları, ipeğin serisin giderme işleminde proteaz enzimi ile lipaz enzimini kombine etmişlerdir. Ağırlık kaybı, hidrofiliği, boyarmadde alımı, sarılık, mikroskobik yapı, tutum ve

parlaklık özelliklerini değerlendirmişlerdir. Kombine enzim muamelesi, Marsilya sabunu ile benzer ağırlık kaybı, daha iyi hidrofiliği ve daha temiz bir yüzey ile sonuçlanmıştır (3).

Sonuç

Ekolojik olarak ön terbiye olanağı sağlayan, enzimlerle protein esaslı maddelerin ön terbiyesi, henüz araştırma-geliştirme aşamasında olup yakın gelecekte tekstil terbiyesinde önemli bir yer alması beklenmektedir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. A. Telefoncu, Temel ve Uygulamalı Enzimoloji- Biyokimya Lisansüstü Yaz Okulu, 22 Eylül-3 Ekim 1986 Çeşme-İzmir
2. <http://www.snaimpex.com/v3i2news4-5.htm>
3. Onar N., Protein Liferininin (Yün, İpek) Terbiyesinde Enzimlerin Kullanımı Yüksek Lisans Tezi -Eylül 2003 İZMİR
4. <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/E/Enzymes.html#pHandTemp>
5. <http://www.lsbu.ac.uk/biology/enztech/temperature.html>
6. Seventekin N., Tekstil Kimyası, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayınları, Bornova-İzmir, 2004.
7. Pastore M. C., Kiekens P., Surface Characteristics of Fibers and Textiles, Marcer Deckel Inc, 2001
8. Karmakar S.R., Chemical Technology in The Pretreatment Process of Textiles, Elsevier Science B.V., 1999
9. <http://64.233.183.104/search?q=cache:fCyV2sEyfpsJ:www.expresstextile.com/20030821/biotech1.shtml+carbonisation%2Bwool%2Bcellulase&hl=tr>
10. Cavaco-Paulo M. A., Schweitzer M., Erlacher A., De Sousa F., Lenting H., Guebitz G. Enzymatic Wool Treatment With Chemically Modified Proteases
11. Riva A., Prieto R., Algaba I., Improvement of the whiteness degree of wool fabrics treated with proteases
12. Öktem T., Korkmaz A., Enzimatik işlemlerin ipek lifleri üzerine etkisi Proje No: 2003 Müh. 022

