

Kiváló minőségű cellulóz alapú textíliák előállítása környezetbarát technológiákkal

Csiszár Emília

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék,
Műanyag- és Gumiipari Laboratórium, 1521 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
e-mail: ecsiszar@mail.bme.hu

Bevezetés

A BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszékének Műanyag- és Gumiipari Laboratóriumában az elmúlt 15 évben a textilkikészítés területén végzett kutatások elsődleges célja új és környezetbarát eljárások alkalmazásával a cellulóz alapú szálanyagok tulajdonságainak javítása volt. Legjelentősebb eredményeket az enzimes textiltechnológiák területén értünk el, ahol az alapkutatástól eljutottunk az ipari megvalósításig. Len- és len tartalmú kelmék viselési és használati tulajdonságait a környezetbarát folyékony ammóniás kezeléssel sikerült jelentősen javítani.

Enzimes textiltechnológiák – az alapkutatástól az ipari megvalósításig [1-13]

Az enzimes technológiák környezetbarát alternatívát jelentenek a hagyományos, víz-, vegyszer- és energiaigényes textilkikészítési folyamatokkal szemben. A lassan másfél évszázada enzimekkel (illetve mikrobákkal) végezhető irtelenítés mellett ma már számos más hidrolitikus és oxidatív enzimet alkalmaznak a cellulóz alapú szálanyagok nedves kikészítési folyamataiban. A bioelőkészítésben elsősorban *pektináz* enzimek segítik a cellulóz alapú szálanyagok nem-cellulóz természetű kísérőanyagainak az eltávolítását. A bioelőkészítés során *hemicelluláz/celluláz* enzimeket alkalmaznak a cellulóz alapú textiltermékek fogásának és esésének, viselési komfortjának, valamint felületi tulajdonságainak a javítására. Az utóbbi két évtizedben a legsikeresebben alkalmazott enzimek a *cellulázok*, amelyek segítségével a hagyományos kómosást szinte teljesen kiszorította az ugyanolyan hatást eredményező enzimes kezelés.

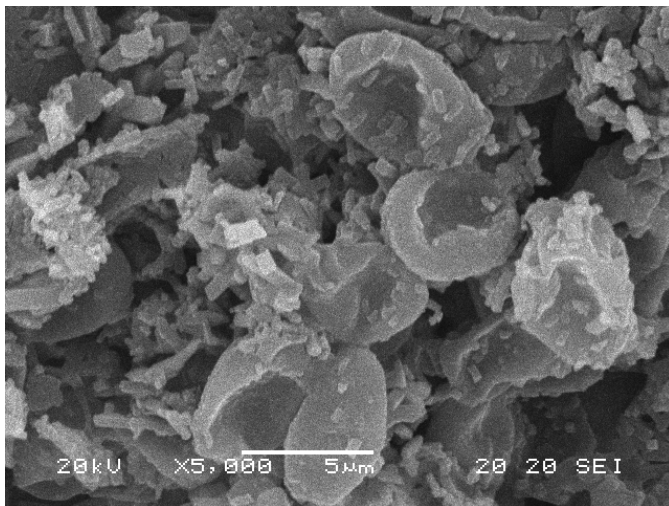
A cellulóz alapú szálanyagok (pamut, len, kender) enzimes előkészítésének laboratóriumi vizsgálata során nyert eredmények, valamint az üzemi kísérletek tapasztalatai alapján a következő megállapítások tehetők:

- A pektinázok és cellulázok mellett a xilanáz enzimek is eredményesek a pamut bioelőkészítésében. A bioelőkészítés hidrofíl szálfelületet eredményez, és a szövetek nedvesedőképesége azonos a hagyományosan nátrium-hidroxiddal főzött szövetek nedvesedőképeségével.
- A bioelőkészített szövetek fehérsége kismértékben elmarad a hagyományosan főzött szövet fehérségétől.
- A bioelőkészítés homogén szövetet eredményez, amely további oxidatív fehérités nélkül is színezhető sötétebb színekre.
- Az enzimmoldathoz adagolt EDTA komplexképző jelentősen növeli az enzim hatékonyságát a pektinben lévő kalcium-keresztbekötések eltávolítása révén.

- A bioelőkészítés során elterjedten alkalmazott hidrolitikus enzimekkel a pamutmaghéjak csak részben degradálhatók, illetve távolíthatók el a szövetből. EDTA komplexképző segíti a maghéj holocellulóz komponensének a degradációját.

- A pamutmaghéjak lignin összetevőjének bontásához oxidatív enzimek szükségesek. Szilárdfázisú fermentációval célirányosan, pamutmaghéj szubsztrátumon (1. ábra) előállított, hidrolitikus és oxidatív aktivitással rendelkező enzimkomplex alkalmas a pamutmaghéjak hatékony degradációjára. Az enzimkomplex eredményes a lignintartalmú len előkészítésében is.

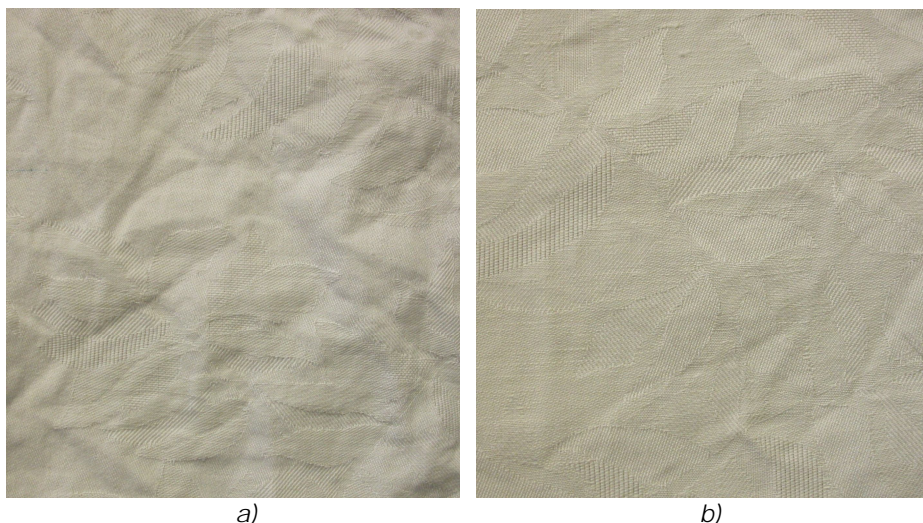
- Az enzimes előkészítés technológiai sorba iktatásával jó nedvszívó képességű cellulóz alapú (pamut, len, kender) kötött kelmék állíthatók elő nagyüzemi technológiával. Az enzim hatásának köszönhetően a bioelőkészített végtermékek fogása lényegesen jobb, mint a hagyományosan, kizárólag vegyszeres technológiával előállított végtermékeké.



1. ábra. *P. chrysosporium* NCAIM F00740 szilárdfázisú fermentációja pamutmaghéj szubsztrátumon (SEM, 5000x)

Enzimes kikészítés során len- és len tartalmú (len/pamut, len/poliészter) szövetek, valamint pamut, len és kender tartalmú kötött kelmék fogásának és esésének javítását vizsgáltuk. Színezett kötött kelmék esetén viseletes, kopott hatást keltő és lágy fogású kelmék előállítása volt a célunk. A kutatási eredmények és az üzemi tapasztalatok alapján a következő megállapítások tehetők:

- Len- és len tartalmú főzött szövetek kombinált kikészítése (vegyszeres+mechanikai, illetve enzimes+vegyszeres+mechanikai) során az enzimes kezelésnek köszönhetően kiváló felületi tulajdonságú és lágy fogású szövetek nyerhetők. Az enzimes kezelés je-



2. ábra. Folyékony ammóniás kezelés hatása linszövet mosás utáni simára száradására
a) nem ammóniázott szövet, b) ammóniázott szövet

lentos színváltozást okoz és hamvas natúr színű végterméket eredményez.

- Kereskedelmi fogalomban kapható és biokikészítésre javasolt enzimek eltérő mértékben eredményesek kötött kelmék fogásának, esésének, göbösödési hajlamának és más felületi jellemzőinek a javításában.

- A biokikészítésre javasolt enzimek nem okoznak számottevő szakítószilárdság veszteséget. A kelmék rugalmassága sem romlik az enzimkezelések során.

- Enzimkezeléssel a divatirányzatnak megfelelő, egyenetlen színű és hamvas felületű kelmék nyerhetők. Legeredményesebb a kezelés kationizált és azt követően színezett kelmék esetén. A kelme kötéstípusa befolyásolja a színváltozás mértékét és az elérni kívánt színegyenetlenséget is. Mechanikai hatás segíti az enzimhatást és fokozza a színezék eltávolítását.

- Konfekcionált mintadarabok esetén a varratmenti színezékeltávolítás lényegesen jelentősebb, mint a kelme főtömegének színváltozása. Akár 2,7-es színkülönbség is elérhető.

Len- és fél-len szövetek folyékony ammóniás kezelése és műgyantás kikészítése [14-19]

A textil kikészítésben a folyékony ammóniás duzzasztást elsősorban a pamutból készült textiliák tulajdonságainak javítására alkalmazzák, főként a könnyű kezelhetőség, a simára száradás, a jó gyűrődéssel járó képesség, a mérettartás, a megfelelő szilárdsági tulajdonságok, a fogás és a kopásállóság egyensúlyának kialakítására. Az elérhető kedvező tulajdonságok miatt különösen indokolt volt, hogy a folyékony ammóniás kezelés hatását len- és len tartalmú szövetek esetén is megvizsgáljuk.

Kutatásunkban a 100 % len- és fél-len szövetek folyékony ammóniás kezelésével elérhető hatásokat vizsgáltuk, majd az elért eredményeket műgyantás kikészítéssel rögzítettük, illetve tovább fokoztuk. A nedves eljárás szerint végzett folyékony ammóniás kezelés hatásait összefoglalva a következő megállapítások tehetők:

- A folyékony ammóniás kezelés jelentősen módosítja a szövetszerkezetet, nő a négyzetmétertömeg és a

fonalszám. A szövet tömörödése elsősorban a keresztirányú zsugorodás következménye. A tömörebb szövetszerkezet miatt nem javul számottevően a szövetek esése és merevsége.

- A sávszakítóerő láncirányban jelentősen nő, vetülékirányban pedig jelentősen csökken. 25-58 %-kal javul a kopásállóság. Polimerizációs fokkal jellemezhető degradáció nem következik be. Elsősorban a nedves gyűrődési hajlam csökken, jelentősen javul a mérettartás és a mosás utáni felületi gyűröttség/simára száradás (2. ábra).

- A folyékony ammóniás kezelés módosítja a színezett szövetek színét: a világosság, a telítettség, sőt még a színezet is változhat. A színegyenletesség kismértékben romlik.

- Megváltozik a hozzáférhetőség, a vízgőz- és jódszorpciós kapacitás nő. Röntgendiffrakciós felvételek bizonyítják, hogy a Cellulóz III → Cellulóz I visszaalakulás nem teljes, az intenzitás csökkenés és a szélesedő csúcsok a kevésbé kristályos cellulóz jelenlétét bizonyítják a végtermékekben.

- Len- és fél-len szövetek műgyantás kikészítésekor nedves kondenzálást alkalmazva a szilárdsági jellemzők romlása mérsékeltebb, mint száraz kondenzálás esetén. A folyékony ammóniás előkezelés mérsékli a szilárdsági jellemzők romlását és javítja a gyűrődéssel járó feloldást.

Hivatkozott saját publikációk és kapcsolódó pályázatok

1. Csiszár, E.: Enzymes in preparatory and finishing processes of cotton and linen fabrics. *Cellulose Chem. Technol.* 42(9-10) 577-581 (2008)
2. Csiszár, E., Szakács, G., Koczka, B.: Effect of hydrolytic and oxidative enzymes produced by solid-state fermentation on greige linen fabric. *Biocatalysis and Biotransformation.* 26(5) 422-429 (2008)
3. Csiszár, E., Szakács, G., Koczka, B.: Biopreparation of cotton fabrics with enzymes produced by solid-state fermentation. *Enzyme and Microbial Technol.* 40 1765-1771 (2007)
4. Csiszár, E., Losonczi, A., Koczka, B., Szakács, G., Pomlénny, A.: Degradation of lignin-containing materials by xylanase in biopreparation of cotton. *Biotechnol. Lett.* 28(10) 749-753 (2006)
5. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács, G., Bezúr, L.: Role of EDTA chelating agent in bioscouring of cotton. *Textile Res. J.* 75(5) 411-417 (2005)
6. Csiszár, E., Losonczi, A., Szakács, G., Bezúr, L., Kustos, K.: Influence of EDTA Complexing agent on biopreparation of linen fabric. *Biocatalysis & Biotransformation,* 22(5/6) 369-374 (2004)
7. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács, G., Kaarela, O.: Bleachability and dyeing properties of biopretreated and conventionally scoured cotton fabrics. *Textile Res. J.* 74(6) 501-508 (2004)
8. Csiszár, E., Somlai, P.: Improving Softness and Hand of Linen and Linen-Containing Fabrics with Finishing. *AATCC Review.* 4(3) 17-21 (2004)

9. Csiszár, E., Urbánszki, K., Szakács, G.: Biotreatment of desized cotton fabrics by commercial cellulase and xylanase enzymes. *J. Mol. Cat. B: Enzymatic* 11 1065-1072 (2001)
10. Csiszár, E., Losonczi, A., Szakács, G., Rusznák, I., Bezúr, L., Reicher, J.: Enzymes and chelating agent in cotton pretreatment. *J. Biotechnol.* 89, 271-279 (2001)
11. Csiszár, E., Szakács, G., Rusznák, I.: Bioscouring of cotton fabrics with cellulase enzyme. In: *Enzyme Applications for Fiber Processing*. (Eds. K. Eriksson, A. Cavaco-Paulo) ACS Symposium Series 687, Washington, D.C., pp 204-211(1998)
12. Csiszár, E., Szakács, Gy., Rusznák, I.: Combining traditional cotton scouring with cellulase enzymatic treatment. *Textile Res. J.* 68(3) 163-167 (1998)
13. GVOP-3.1.1.-2004-05-0520/3.0: Enzimes kikészítési technológiák alkalmazása cellulóz alapú kötött termékek előállítására. Easton Kft. Hódmezővásárhely – BME
14. Dornyi, B., Csiszár, E., Somlai, P.: Improving quality of linen-cotton fabrics with liquid ammonia treatment. *J. Nat. Fib.* 4(4) 41-57 (2007)
15. Dornyi, B., Csiszár, E., Somlai, P., Sajó, I.: Effect of liquid ammonia on the fine structure of linen fabrics. *Textile Res. J.* 76(8) 629-636 (2006)
16. Csiszár, E., Dornyi, B., Somlai, P. Bors, A.: Liquid ammonia treatment of linen fabrics. *AATCC Review.* 6(7) 44-49 (2006)
17. Kim, E., Csiszár, E.: Chemical finishing of linen and ramie fabrics. *J. Nat. Fib.* 2(3) 35-48 (2005)
18. OMFB ALK-00239/98: Len típusú ruházati szövetek kombinált (enzimes, mechanikai, kémiai) lágyításának technológiai fejlesztése. Pannon-Flax Győri Lenszövő Rt. - BME
19. OMFB-ALK-00169/2000: Folyékony ammóniával kezelt lenszövetek technológiai fejlesztése a könnyű kezelhetőség érdekében. Pannon-Flax Győri Lenszövő Rt. - BME