



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Műanyag- és Gumiipari Tanszék

Ph.D. ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

K. Losonczy Anita

Pamutszövet enzimes kezelése

Témavezető:

Dr. Csizsár Emília
Egyetemi docens

2004

1. BEVEZETÉS

A hagyományos pamut kikészítés egyik leginkább vegyszer- és energiaigényes lépése az előkészítés-fehérítés. Az eljárás során nátrium-hidroxid oldatot, valamint hidrogén-peroxid és/vagy nátrium-hipoklorit fehérítőszeret alkalmaznak a nyers pamut kísérőanyagainak eltávolítására. A legfontosabb kísérőanyagok - amelyek nagy része a szál felületén helyezkedik el – a viaszok, zsírok, pektin, fehérjék, nem-cellulóz típusú poliszacharidok, ásványi anyagok, lignin-tartalmú anyagok és színes szerves vegyületek. A kísérőanyagok eltávolításával jó nedvszívóképességű és megfelelő fehérségű textilია nyerhető. A hagyományos eljárásban nagy mennyiségű lúgos szennyvíz keletkezik, továbbá a szál oxidatív károsodást szenvedhet, amely polimerizációs fok és szakítószilárdság csökkenést eredményez.

A hagyományos eljárás környezetbarát alternatívája a bioelőkészítés, amely során a nem-cellulóz kísérőanyagokat hidrolitikus enzimekkel (pektinázok, xilanázok, cellulázok) távolítják el. A bioelőkészítésnek számos előnye van a hagyományos eljárással szemben. Az enzimek enyhe körülmények között – alacsony hőmérsékleten és semlegeshez közeli pH-n - működnek, szubsztrát specifikusak, és a folyamat vízfelhasználása alacsony.

Az utóbbi 3-4 év kutatási eredményei egyértelműen azt bizonyítják, hogy a pamut enzimes előkészítése során a pektin degradációja az egyik leglényegesebb folyamat. A pektin enzimes degradációja ugyanis fokozza a pamut hidrofób karakteréért felelős viaszos anyagok eltávolítását a pri-

mer falból. Hátránya viszont a folyamatnak, hogy a bioelőkészített szövetek fehérsége és a maghéjak eltávolítása nem megfelelő. Mára az is bebizonyosodott, hogy a bioelőkészítés széleskörű ipari alkalmazását a növényi kísérőanyagok (magháj, szár és levél maradványok) nem megfelelő mértékű eltávolítása hátráltatja.

A bioelőkészítés területén rendkívül intenzív kutatás folyt az utóbbi időben, és a témában megjelent nagy számú tudományos közlemény ellenére számos kérdés maradt még megválaszolatlanul főként a pektin és a magháj degradációjával kapcsolatosan. Ezeknek a folyamatoknak a megértése nagymértékben segítené a pamut bioelőkészítése során felmerülő problémák megoldását és a folyamat széleskörű elterjedését. Doktori dolgozatomban ezért a pamutmagháj degradációjának részletes vizsgálatát, és ezzel összefüggésben a pektin degradációjának tanulmányozását tűztem ki célul.

Írtelenített pamutszövet bioelőkészítését három különböző, kereskedelmi forgalomban kapható enzim készítménnyel végeztem és vizsgáltam a nedvesedőképességet, a fehérséget, a színegyenletességet és a tömegvesztéset. Tanulmányoztam a kezelőfürdőhöz adagolt etilén-diamin-tetraecetsav (EDTA) komplexképző bioelőkészítésre gyakorolt hatását. Az EDTA szerepének felderítése érdekében részletesen vizsgáltam az 'EDTA-enzim' és 'EDTA-szubsztátum' kölcsönhatásokat. Különös figyelmet fordítottam a pamutmagháj degradációjának részletesen tanulmányozására. Mivel az előkészítés után további nedves technológiai műveletek következnek, fontosnak tartottam a bioelőkészített szövetek fehérríthetőségének és színezhetőségének jellemzését. A kapott eredményeket

minden esetben összehasonlítottam a hagyományosan főzött szövetével.

2. SZUBSZTRÁTUMOK, KEZELÉSEK ÉS VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A bioelőkészítés során szubsztrátumként nyers pamutszövetet és pamutmaghéjat használtam. Az EDTA pektin-degradációra gyakorolt hatását pamutmaghéj mellett, nyers len szöveten is vizsgáltam. Az alkalmazott enzimek: celluláz (Celluclast 1.5L, *Trichoderma reesei* eredetű) hemicelluláz-pektináz (Viscozyme 120L, *Aspergillus sp.* eredetű) és xilanáz (Pulpzyme HC, *Bacillus sp.* eredetű). Az enzimes kezeléseket megelőzően minden esetben az enzimek aktivitását nemzetközileg elfogadott módszerekkel határoztam meg.

Az enzimes kezelés során az enzim koncentráció 1-4 g/l, a kezelési idő 1 h, a kezelési hőmérséklet 50 °C, és a nemionos felületaktív anyag koncentrációja 1 g/l volt. A kezeléseket az enzimek optimális működéséhez szükséges pH tartományban, puffer oldatokban végeztem. A komplexképző hatásának és szerepének tanulmányozására EDTA-t adagoltam a kezelőfürdőhöz. A kontrollként alkalmazott hagyományos lúgos főzést 50 g/l nátrium-hidroxid oldattal végeztem. A fehéritéshez 2 ml/l (30 %) hidrogén-peroxid oldatot használtam. A színezés során heterobifunkciós reaktív színezéket alkalmaztam különböző koncentrációkban, kihúzatásos eljárásban.

Vizsgáltam a szubsztrátumok tömegveszteségét, az enzimes kezelés során felszabaduló redukáló cukor mennyiségét (3,5-dinitro-szalicilsavas

módszer) és a szövetek nedvesedőkéességét (cseppentéses módszer). A szövetek színét CIELab színtérben mértem, meghatároztam a színegyenletességet és vizsgáltam a színezett szövetek mosásállóságát. A szubszt-rátumok és az enzimek fémion tartalmát atomabszorpciós spektroszkópi-ával (ICP-OES) követtem.

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A celluláz és a pektináz enzimek mellett a xilanázok is hatékonyan alkalmazhatók a pamut bioelőkészítése során. A bioelőkészítés hidro-fil és jó nedvszívóképességű szövetet eredményez, amelynek a szín-egyenletessége kitűnő.
2. A bioelőkészített szövetek fehérsége elmarad a hagyományosan fő-zött szövet fehérségétől. A bioelőkészített és hagyományosan főzött szövetek közötti színkülönbség jelentősen csökkenthető enyhe hidro-gén-peroxidos fehérités alkalmazásával.
3. A bioelőkészített szövetek az enzimes kezelés után, fehérités nélkül közvetlenül színezhettek reaktív színezékekkel. Nagyobb színezék koncentrációk esetén nem tapasztalható szabad szemmel érzékelhető különbség a bioelőkészített és a hagyományosan főzött szövet között. Világos színeknél viszont a színkülönbség nagy, és szabad szemmel is érzékelhető. A bioelőkészítés után alkalmazott hidrogén-peroxidos fehérités jelentősen csökkenti a bioelőkezelt minták és a hagyomá-nyosan főzött szövet között színezés után mért színkülönbséget.

4. A bioelőkészítés hatékonyságát jelentősen növeli az enzim oldathoz adagolt EDTA komplexképző. Az EDTA fokozza a pamutmaghéj degradációját, amely a pamut legnehezebben eltávolítható kísérőanyaga. Az EDTA savas kezelőfürdő alkalmazásánál növeli a minták világosságát, semleges pH esetében pedig mérsékli a kezelés világosság csökkentő hatását.
5. A pamut és a len bioelőkészítése során az enzim-EDTA-szubsztrát kölcsönhatás vizsgálatának eredményei azt bizonyítják, hogy a különböző koncentrációkban adagolt komplexképző nem csökkenti, de ugyanakkor nem is növeli a hidrolitikus enzimek (pektináz és xilanáz) domináns aktivitását. Az EDTA módosítja a szubsztrát szerkezetét azáltal, hogy eltávolítja a pektin makromolekulák között kereszt kötést létesítő kalcium ionokat.

4. PUBLIKÁCIÓK

Publikációk nemzetközi folyóiratokban

1. Csiszár, E., Losonczi, A., Szakács, G., Rusznák, I., Bezúr, L. and Reicher, J. (2001) Enzymes and Chelating Agent in Cotton Pretreatment. *J. Biotechnol.* **89**, 271-279.
2. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács G. and Kaarela, O. (2004) Bleachability and Dyeing Properties of Biopretreated and Conventionally Scoured Cotton Fabrics. *Textile Res. J.* **74**(6), 501–508.

3. Losonczy, A., Csiszár, E., Szakács, G. and Bezúr, L. Role of EDTA Chelating Agent in Bioscouring of Cotton. *Textile Res. J.* (elfogadva).
4. Csiszár, E., Losonczy, A., Szakács, G., Bezúr, L. and Kustos, K. Influence of EDTA Complexing Agent on Biopreparation of Linen Fabric. *Biocatalysis & Biotransformation* (elfogadva).

Publikációk magyar nyelvű folyóiratokban

1. Losonczy, A., Csiszár, E. (2004) Komplexképzők és alkalmazásuk a textiliparban. *Magyar Textiltechnika LVII(3)*, 54-57.
2. Losonczy, A., Csiszár, E. (2003) A pektinek jellemzője és enzimes degradációja. *Papíripar XLVII(3)*, 96-100.
3. Losonczy, A., Csiszár, E., Szakács, Gy. (2003) Enzimes pamutelőkészítés komplexképző jelenlétében. 2. rész. *Magyar Textiltechnika LVI(1)*, 22-25.
4. Losonczy, A., Csiszár, E., Szakács, Gy. (2002) Komplexképzők szerepe az enzimes pamutelőkészítésben. In *IN-TECH-ED '02 Műszaki Fejlesztés és Oktatás a Textil- és Ruházati Iparban*. TMTE 2002, 208-214.
5. Losonczy, A., Csiszár, E., Szakács, Gy. (2002) Enzimes pamutelőkészítés komplexképző jelenlétében. 1. rész. *Magyar Textiltechnika LV(6)*, 186-189.
6. Csiszár, E., Losonczy, A., Szakács, Gy. (2000) Biotechnológia alkalmazása a textiliparban. *Magyar Textiltechnika LIII(2)*, 27-34.

Előadások és poszter bemutatók

1. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács, G., Bezúr, L. (2004) Role of EDTA Chelating Agent in Bioscouring of Cotton and Linen Fabrics. *3rd Annual Workshop COST Action 847*. Graz, Ausztria, június 14-16.
2. Losonczi, A., Kaarela, O., Csiszár, E., Szakács, G. (2004) Bleachability and Dyeing Properties of Conventionally Scoured versus Biopretreated Cotton Fabrics. *3rd Annual Workshop COST Action 847*. Graz, Ausztria, június 14-16.
3. Losonczi, A., Kareela, O., Csiszár, E., Szakács, G. (2004) Bleachability and Dyeing Properties of Biopretreated and Conventionally Scoured Cotton Fabrics. *COST Action 847, WG 2 and WG 3 Meeting*. Maribor, Szlovénia, február 26-27.
4. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács Gy. (2003) A bioelőkészítés hatása a pamutszövetek fehérlőképességére és színezhetőségére. *MTA Természeti Polimerek Munkabizottság ülése*. Budapest, március 17.
5. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács, G. (2002) Hydrogen Peroxide Bleaching of Bioscoured Cellulosic Substrates. *19th IFATCC Congress*. Párizs, Franciaország, október 16-18.
6. Losonczi, A., Kaarela, O., Csiszár, E., Szakács, G. (2002) Dyeability, Dyeing Evenness and Washfastness Properties of Bioscoured Cotton Fabrics. *COST Action 847, 2nd Annual Workshop*. Como, Olaszország, október 10-11.

7. Losonczi, A., Szakács, G., Csiszár, E. (2002) Biopreparation of Cotton with *Trichoderma* Enzymes. *7th International Trichoderma-Gliocladium Workshop*. Cancun, Mexikó, június 25-29.
8. Losonczi, A., Csiszár, E. (2002) Komplexképzők szerepe az enzimes pamutelőkészítésben. *IN-TECH-ED 02., 4. Nemzetközi Konferencia*. Budapest, április 25-26.
9. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács, G. (2001) Enzymes and Chelating Agent in Cotton Pretreatment. *1st Annual Workshop COST Action 847*. Funchal, Madeira, Portugália, október 3-5.
10. Losonczi, A., Csiszár, E., Szakács, G., Rusznák, I. (2001) Biopreparation of cotton. *221st ACS National Meeting*. San Diego, CA, április 1-5.
11. Csiszár, E., Losonczi, A. (2001) Környezetbarát technológiák a textiliparban. *Ipari Nyílt Nap*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, február 28.
12. Losonczi, A., Csiszár, E. (2000) Enzimek alkalmazása a pamutelőkészítésben. *MTA Természetes Polimerek Munkabizottság ülése*. Budapest, szeptember 25.
13. Losonczi, A., Csiszár, E. (2000) Enzimek a pamut előkészítésében. *MTA Műanyag Munkabizottság ülése*. Budapest, május 17.
14. Csiszár, E., Szakács, G., Losonczi, A., Rusznák, I. (2000) Enzymes in Cotton Pretreatment. *Symposium on Biotechnology in the Textile Industry*. Povoá do Varzim, Portugália, május 3-7.