

Bőrfeldolgozás

A bőrkikészítés hosszú múltra nyúlik vissza, és a mai napig a legkedveltebb ruhadarabok és számos kiegészítő is bőrből készül. A jelen időben főként luxuscikkek a bőrből készült termékek, viszont a múltban igen fontos árucikk volt, végtére is rengeteg mindennapi élethez szükséges használati tárgy készült bőrből, köztük a nyergek, szíjak, bőrpajzsok és -vérték fontos szerepet töltek be. Mára már nagyrészt leváltották a bőrt a szintetikus anyagok.

Bőripar történelme:

Maga a bőrkikészítés több mint 7000 éves mesterség. Az őskori ember a napon megszáritotta a bőrt, azután állati zsiradékot belesulykolva megpuhította, majd sózással és füstöléssel tartósította. I. e. 4000 körül Egyiptomban a kezdeti egyszerű módszereket növényi cserzési eljárással váltották fel. A középkorban az arabok továbbfejlesztették a tímármesterséget, a mai Marokkó és Spanyolország területéről származó szattyánbőrök tanúskodnak szakértelmükről. A 19. század közepén a bőriparban is bevezették a gépeket, ezekkel végezték a hasítást, a hús lefejtését és a szőrtelenítést. A század végén jelent meg a krómsós cserzés.⁹

Bőrfeldolgozás:

A bőriparban mind a mai napig alkalmazzák a vegyszeres eljárásokat a bőr előkészítésre, viszont az ehhez használt anyagok veszélyesek, így egyre jobban áttérnek az enzimes eljárásokra. Magukat az enzimeket a cserzést felkészítő műveletek során használják a bőrrostok föllazítására, hogy jobban felvegyék a cserzőanyagot.

Bőr 3 rétegből áll: a felhám, az irha, és a hájas hártya. A bőriparban csak az irhát dolgozzák fel.

1. Tartósítás:

A bőrfeldolgozás nulladik lépése a bőr lenyúzása, majd a lenyúzott bőr tartósítása. A tartósításra mindenképpen szükség van, mivel a bőr pár órán belül elkezd lebomlani, emellett a bőr felépítése és víztartalma miatt ideális táptalaj a baktériumok és mikroorganizmusok számára. A tartósítás főként valamilyen fajta vízelvonással vagy vízhőmérséklet változtatással történik, mely lehet szárítás, melyet lassan, naptól védve kell végezni. Másik lehetőség a kisózás, mely lehet száraz vagy nedvessózás. Nagyon lényeges, hogy a sózás egyenletes legyen, különben a bőr sófoltos lesz, amit nem lehet később eltávolítani, viszont ez az eljárás hosszútávra is alkalmas. Az utolsó eljárás a hőmérséklet változtatással járó, azaz hűtés vagy fagyasztás művelete. A hűtésnél a bőrt 0-5°C-ra hűtik, melyen az enzimátikus és mikrobiális folyamatok fokozottan lelassulnak. A fagyasztás hirtelen végzik és óvatos felengedést igényel. Mind két folyamat igen drága és rövid ideig alkalmazható csak. A tartósítás nem végezhető enzimekkel, mert éppen azok működését igyekszünk gátolni.

2. Áztatás:

A következő lépés már a bőrfeldolgozás helyén történik, ez pedig az áztatás. Az áztatás során a leglényegesebb célok, hogy a bőr visszanyerje eredeti víztartalmát, a tartósító szerek távozzanak a bőrből, és hogy az egyéb szennyeződések eltávolítsák a felületről. Ennek a műveletnek igen nagy idő- és vízigénye van, amely a bőrtartósítási eljárástól függ. A művelet fokozására enzimeket és/vagy detergenset alkalmaznak. A két fő enzim, amit használni szoktak: Promod 206P-t és tripszint egyenlő mennyiségben.

A promod 206P egy alkalikus proteáz enzim keverék, melyek elbontják a nem rost fehérjéket. A tripszin a hasnyálmirigy által termelt endopeptidáz, amelyek a vékonybélben a táplálék fehérjéinek emésztésében játszanak szerepet. A tripszin a fehérjékben a lizin, illetve arginin karboxi-csoportjaival alkotott peptidkötéseket hasítja el. A kettő enzim együttes hatásával lesz a bőr kellőképpen puha és nyúlékony. Fontos, hogy a rendszernek alkalikusnak kell lennie, a legjobb, ha a pH 8.0-10.0 között van. Az enzimek előnye, hogy nem szükséges magas hőmérséklet a folyamathoz, 10-20°C-on végbemegy a folyamat.

Szokás még alkalmazni lipázokat is főként a felületi zsíros szennyeződések eltávolításáért (mint enzimatikus mosóporoknál) de közvetetten az áztatás folyamatának lerövidítését is segíti.¹

3. Meszezés, szórtelenítés:

A meszezés vagy szórtelenítés a következő lépés, mely során az állat szőrét és bőrének felső szarusodott rétegét távolítják el. Ezt a műveletet erősen lúgos, 10-12% mésztejet, szulfidokat vagy tioglikolsavat és aminokat tartalmazó fürdőben végzik, áztatással. A meszezés alatt a zsírréteg és a szarusodott réteg elválik az írhától, és ezeket a kopasztás és húsolás művelet alatt távolítják el, mechanikusan, gépek segítségével. A meszezés után a részleges vagy teljes mésztelenítés következik, mely alatt eltávolítják a felesleges meszet és visszaállítják a bőr pH-ját semlegesre. Ez fontos művelet a további feldolgozás szempontjából a káros mellékreakciók elkerülése érdekében.

A meszezés alatt használt anyagok veszélyesek, és a szennyvíz ártalmatlanítás igen nehéz feladat, viszont erre a műveletre is létezik már enzimes eljárás. Több fajta enzimet is alkalmaznak: Clarizyme, Neutrase® és lipideket.

A Clarizyme az *Aspergillus flavus* proteáza. Clarizyme több előnnyel is rendelkezik a kémiai anyagok, kalcium oxid és nátrium-szulfiddal szemben. A legfontosabb szempont, hogy az enzim teljes mértékben környezetkímélő, míg a kémiai reagensek komoly környezetszennyezési kockázatot tartogatnak magukban. A Clarizyme a hajhagymákban található proteineket oldja el, amik a bőrhöz tartják a szőrt, ezek után a szőr könnyen eltávolítható lesz.⁶

A szórtelenítés másik fontos enzime a Novo Unhearing Enzyme család Neutrase® nevű enzime. A Neutrase® egy bakterikus proteáz, amit egy kiválasztott törzs, a *Bacillus amyloliquefaciens* termel. Proteineket bont peptidekké. Egyéb felhasználási területei: növényi és állati DNS kinyeréséhez, tej tisztításához (tripszin helyettesítésére). Amint a neve is sugallja, a Neutrase® semleges proteáz, amelynek optimális aktivitása pH 5,5–7,5 és 30–55 °C körül van. Ez egy metalloproteináz, tevékenységéhez cink-ionokra van szükség. Következésképpen a kalciumionok jelenlétében stabilizálódik, és az EDTA gátolja. A Neutrase® stabilitását egy adott hőmérsékleten befolyásolja a jelenlévő fehérjék típusa és koncentrációja.⁷

A szőr eltávolítására alkalmasak a keratinázok is, viszont a fenti kezelés esetén a szőrszálak szépen megmaradnak.

4. Zsírtalanítás:

Hagyományosan oldószeren, vagy detergenssel végzett művelet. Napjainkban elterjedten alkalmaznak Lipázokat. Ennél az eljárásnál nem csak a felszíről, de az egész pőréből távolítjuk el a lipideket. Lipázok alkalmazásával. Ezen lépések is környezetkímélőbbé tehetők, mivel csökkenthető általuk az oldószer és tenzid felhasználás. Ennek magyarázata egyszerű: az enzimek amfipatikus alkanoátokká hidrolizálják a lipideket, melyek így vízoldhatóvá válnak, és maguk is detergensként viselkednek (kisebb hozzáadott detergens igény)

Kevésbé zsíros bőrök esetén (borjú) A tenzidek teljesen elhanyagolhatók, így tisztán enzimes folyamattá tehető, míg a például a birkabőr esetén mely akár 40% zsírt is tartalmazhat, lipáz segítségével az oldószeres technológia lecserélhető detergens alapúra, a tisztán detergenses eljárásnál akár 50%-al kisebb koncentrációban, könnyebben lebomló, kevésbé veszélyes detergenset használva. Ennek a zsírtalanításnak a célja, hogy az ezt követő cserzési és festési eljárás hatékonyságát növelje.¹

5. Pácolás:

A cserzés előtt még lehetséges egy eljárás, amelyet leginkább nagy puhaságot, rugalmasságot és hajlékonyságot igénylő bőröknél alkalmaznak. Ez a művelet a pácolás, mely alatt a bőrrostjai további lazításon mennek keresztül. Ennél a lépésnél is alkalmazhatunk enzimeket, melyek a már korábban említett tripszin és alkalikus proteázok, amik kioldják a zsír, hús és szőr eltávolítása után hozzáférhetővé vált proteineket. Ez a lépés opcionális, erősen függ attól, hogy milyen típusú bőrt szeretnénk előállítani.

Az fent megemlített műveletek csupán előkészítő műveletek a bőr végleges 'tartósítására'. Ezen műveletek végére kapjuk a PŐRÉT.

6. Cserzés:

Mind ezek után következik a cserzési művelet, mely során már nem alkalmaznak enzimeket, viszont az előzetes kezelésektől függ a kész cserzett bőr minősége és milyensége. Ennél a lépésnél is több fajtát ismerünk: növényi cserzés, ásványi cserzés (króm, alumínium), műcserző anyagokkal cserzés, zsírcserzés, aldehides cserzés, és vegyes cserzési eljárások is. A cserzést savas kénhatású folyamat, így a művelet után savtalanítani kell a további vegyi műveletekhez.

7. Cserzés utáni kikészítő műveletek:

A cserzés után mechanikai folyamatok következnek, melyek: víztelenítés (sajtolással), taszítás (gyűrődés simítás), szárítás, rámozás (króm cserzett bőrök szárítása), pihentetés, faragás (bőr egyenlítése), finomfaragás (bőr hússoldali egyenlítése), hántolás (fényes felület egyenlítése), puhítás, csiszolás (egyenletes, bársonyos bőr előállítás), portalanítás (csiszolás után maradt por eltávolítása).

A cserzés után más kémiai folyamat is következhet, melyek a színezés, a felületfestés és a zsírozás. A színezést még a nedvesbőr festőanyagba való beáztatásával végzik, majd a felület festést a mechanikai műveletek után végzik, a zsírozás előtt. A zsírozás a bőr puhaságát, tartósságát, nyúlékonyságát, vízzel való ellenállóságát biztosítja.

Egyéb kikészítő műveletek: vasalás (rostok tömörítése, szilárdság növelése), fényezés, barkaprés (bőrmintázat rányomása), barkázás (a barkaprés által belenyomott kép kiemelésére további puhítás).

Az enzimes technológiák jelentősége:

Az enzimek alkalmazásával jelentős károsanyag kibocsátás csökkenést értek el. A nátrium-szulfid és mész felhasználás csökkent, míg értékes melléktermékként megjelent a szőr, mely a szulfidos technológiánál annak roncsolódása miatt nagyon kis értéket képvisel. A tisztán enzimes szőrtelenítés segítségével kiküszöbölhető a mésztelenítés, és jobb minőségű termék állítható elő, az elfolyó szennyvíz tisztítási költsége is csökken, a környezeti terheléssel együtt. Ezen előnyök ellenére nem alkalmaznak tisztán enzimes technológiát a magasabb költsége miatt, és mert alapos és körültekintő kontrollt igényel. Ezért napjainkban is az enzim asszisztált vegyszeres szőrtelenítést alkalmaznak.²

A szőrtelenítés és pácolás során alkalmazott proteázok kiválasztásakor figyelembe kell venni, hogy a legtöbb, a feladat elvégzésére alkalmas proteáz rendelkezik kollagenáz, ritkább esetekben keratináz aktivitással. Ez az aktivitás általában kisebb, mint a nem-rost fehérjékkel szemben tanúsított, de a kezelés körülményeinek nem megfelelő megválasztása (kezelési idő, enzimkoncentráció) minőségi romlást eredményezhet, és a proteázok ezen tulajdonsága megnehezíti az alkalmazási körök bővülését. Ebből a szempontból érdemel említést a *Pseudomonas aeruginosa* baktérium törzseiből az elmúlt tizenöt év során izolált extracelluláris proteáz enzimsalád. Ezen enzimek sem keratináz, sem kollagenáz aktivitással nem rendelkeznek, ugyanakkor megfelelő pH toleranciájuk, stabilitásuk, jó a detergenstűrő képességük^{3,4}. Ezen tulajdonságaik alapján alkalmasak lehetnek kizárólag enzimes vizesműhelyi technológia kidolgozására, melyben az áztatás szőrtelenítés és pácolás (zsírtalanítás) egy lépésben valósul meg. Ilyen technológia ipari megfontolások alapján kedvező lenne, és tisztán enzimes vizesműhelyi kezelések előtt álló akadályokat segítségével kiküszöbölhetnénk, vagy ellensúlyozhatnánk.

Egy kis biomérnöki érdekesség:

Egyre jobban elterjed a mikroorganizmusok használata is. Az áztatásnál *Aspergillus Parasiticus*, *Bacillus Subtilis*, *Aspergillus oryzae* és *Aspergillus flavus*-t előszeretettel használnak, melyek a szőr eltávolítását is segítik. Ezek a mikroorganizmusok proteázokat termelnek, melyek aktív szerepet játszanak a fehérjék lebontásában.⁸

Az *Aspergillus parasiticus* egy nem specifikus szaprofitos penész, elsősorban romlott növényeken, valamint száraz gabonán található. Egyike azon három gombának, amelyek képesek előállítani az aflatoxint, az egyik legkarcinogénebb természetben előforduló mikotoxint. Nagyon hasonlóak az *Aspergillus flavus*sal, csak néhány morfológiai különbség fedezhető fel közöttük.⁵

Az *Aspergillus flavus* egy gyakran előforduló penészgomba, amely magas páratartalom és magas hőmérséklet mellett terjed leginkább, és főként a mogyorót és bizonyos gabonaféléket támadja meg. Magyarországon 2004 októberében a fűszerpaprikában találtak aflatoxint. Mivel a gyártók nagy része a szóban forgó anyaggal szennyezett paprikákat használt fel keverékeiben, ez a fűszer forgalmazásának országos méretű felfüggesztéséhez vezetett. Opportunista emberi és állati kórokozó, ami immunhiányos egyéneknél aspergilózist okoz.

Az *Aspergillus flavus* proteáza a Clarizyme, melyről az áztatás résznél már szót ejtettünk. Az enzim izolálásához fermentációs folyamatot használnak, ahol szilárd szubsztrátot adnak a *Aspergillus flavus*-hoz, ami nagy koncentrációjú kivonat elérését eredményezi. A szubsztrát leggyakrabban megnedvesített búzakarpa szokott lenni, amin a gomba gyorsan tud fejlődni.⁶

Az *A. oryzae* egy távol keleten igen leterjedt mikroba fajta, főként az érlelt japán és kínai ételek előállításánál alkalmazzák, mint szója szósz, a mico (fermentált édesbab kenőcs), és alkoholos italok, mint a sake.¹⁰

A *Bacillus subtilis*, más néven széna bacillus vagy fű bacillus, egy gramm-pozitív, kataláz-pozitív baktérium, amely a talajban, és a kérődzők és az emberek gyomor-bélrendszerben található.¹¹

Függelék: összes használt enzim listája (*Thangadurai, D. & Sangeetha, Jeyabalan. (2016). Industrial biotechnology: Sustainable production and bioresource utilization*)

Enzyme	Company	Process	Reference
Nercozyme	—	Dehairing	Andrews and Dempsey (1967)
M-ZYME	—	Dehairing	Jones et al. (1968)
Clarizyme	CLRI	Dehairing	Purushotham et al. (1996)
Erhavit MC	TFL Italia S.p.A.	Dehairing	Cassano et al. (2000)
Pelvit SPH	Together for leather	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
Truponat HL	Trumpler	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
Mystozyme ECO-S	Catomance technologies	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
Basozym-L10	BASF Group	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
Microdep C	Textan chemicals	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
Forezyme LM	La Forestal Tanica	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
Biodart	SPIC	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
Novolime	Novozyme	Dehairing	Thanikaivelan et al. (2004)
NOVOLime, NUE	Novozyme	Dehairing	www.novozymes.com
Greasex	Novozyme	Dehairing	www.novozymes.com
NOVOBate WB	Novozyme	Bating	www.novozymes.com
NOVOCor AB	Novozyme	Bating	www.novozymes.com
NOVOBate 100	Novozyme	Bating	www.novozymes.com
NOVOBate 115	Novozyme	Bating	www.novozymes.com
Pyrase	Novozyme	Bating	www.novozymes.com
Greasex	Novozyme	Soaking and degreasing	www.novozymes.com
Novocor S	Novozyme	Soaking	www.novozymes.com
NOVOCor ADL	Novozyme	Degreasing	www.novozymes.com
Palkobate	Maps (India)	Bating	www.mapsindia.com
Palkoacid	Maps (India)	Bating	www.mapsindia.com
Palcosoak	Maps (India)	Soaking	www.mapsindia.com
Palkosoak ACP	Maps (India)	Soaking	www.mapsindia.com
Palkodehair	Maps (India)	Dehairing	www.mapsindia.com
Palkodegrease	Maps (India)	Degreasing	www.mapsindia.com
Palkodegrease AL	Maps (India)	Degreasing	www.mapsindia.com
Neosoak	Biocon	Soaking	www.biocon.com
Neobate Alkali	Biocon	Bating	www.biocon.com
Neobate Acid	Biocon	Bating	www.biocon.com
Neodepilase	Biocon	Dehairing	www.biocon.com
Neodegresase	Biocon	Degreasing	www.biocon.com
Neomix WF	Biocon	Ant wrinkling	www.biocon.com
SEBSoak	Advance Enzyme	Soaking	www.enzymeindia.com
SEBate	Advance Enzyme	Bating	www.enzymeindia.com
SEBDgrease	Advance Enzyme	Degreasing	www.enzymeindia.com
SEBLime	Advance Enzyme	Dehairing	www.enzymeindia.com
Freesoak	Textan chemicals	Soaking	www.textanchem.com
Microbate R	Textan chemicals	Bating	www.textanchem.com
Microbate AB	Textan chemicals	Bating	www.textanchem.com

Források:

Hivatkozások:

1. *Singhania, R. R., Patel, A. K., Thomas, L., Goswami, M. & Giri, B. S. Chapter 13 – Industrial Enzymes. Industrial Biorefineries & White Biotechnology (Elsevier B.V., 2015). doi:10.1016/B978-0-444-63453-5.00015-X*
2. *De Souza, F. R. & Gutterres, M. Application of enzymes in leather processing: A comparison between chemical and coenzymatic processes. Brazilian J. Chem. Eng. 29, 473–481 (2012).*
3. *Zambare, V., Nilegaonkar, S. & Kanekar, P. A novel extracellular protease from Pseudomonas aeruginosa MCM B-327: Enzyme production and its partial characterization. N. Biotechnol. 28, 173–181 (2011).*
4. *RAY CHAUDHURI. HIDE PROCESSING METHODS AND COMPOSITIONS. 51 (2012). WO 2U12/UI7264 A1; <https://patentimages.storage.googleapis.com/33/24/37/e47baf4fe1c4d5/WO2012017264A1.pdf>*
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Aspergillus_parasiticus (2019. 10. 26.)
6. <https://www.downtoearth.org.in/news/dehairing-hide-without-polluting-30007> (2019. 10. 26.)
7. <http://www.ncbe.reading.ac.uk/MATERIALS/Enzymes/neutrase.html> (2019. 10. 26.)
8. https://www.slideshare.net/Sapan_Anand/enzyme-in-leather (2019. 10. 26.)
9. [https://hu.wikipedia.org/wiki/B%C5%91r_\(anyag\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/B%C5%91r_(anyag)) rev. (2019. 10. 24.)
 - S. Kovács I.: Pásztorművészet. Bőrművészet. In: Népművészeti örökségünk. 177-190.
 - Markos Gy.: Pásztorok bőrmunkái. Homokrózsa, 1987. 4. sz. 23-26.
 - [Mosaic Online: Vegalománia – Akinek a bőrébe bújsz](#)
 - Korona Péterné: Bőripar /Oktatási segédanyag/ [1]
10. *Rokas, A. (2009). "The effect of domestication on the fungal proteome". Trends in Genetics. 25 (2): 60–63. doi:10.1016/j.tig.2008.11.003. PMID 19081651. (wikipedia rev.)*
11. *Euzéby JP (2008). "Bacillus". List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature. Archived from [the original](#) on 14 December 2008. Retrieved 2008-11-18. (wikipédia rev.)*

Egyéb források:

- *Thangadurai, D. & Sangeetha, Jeyabalan. (2016). Industrial biotechnology: Sustainable production and bioresource utilization. https://books.google.hu/books?id=X4ehDAAAQBAJ&pg=PA230&lpg=PA230&dq=pelvit+sph+enzyme&source=bl&ots=bCmgSGAniw&sig=ACfU3U1Pu1oCroOwYYH0o_ARMqYjYBDIsQ&hl=hu&sa=X&ved=2ahUKEwi5-Jms077IAhVhQEEAHSYiAJgQ6AEwBHoECAIQAQ#v=onepage&q&f=true*
- *Bőripari szakmai ismeretek: https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/0d0cc85d-f7b5-41fb-aec0-d1b8362c7ebf_e90c4562-46d5-4b3a-a5ed-d640f67b512a_cca0d252-8fb4-416f-ac29-41411acedb91_ef152d26-89b1-4ce9-b461-447cd975d26e_56ff217d-76b4-4cd9-853b-*

Enzimológia kiselőadás, 2019

Készítette: Szabó Anna, Bódy István, Katona Edmond

[32466f6dad3c_2d83faed-57a6-48af-b6d7-06f1261d7dc4_0f589d82-14c0-46b8-ab92-111fd4f3b1f1_63662a63-1088-4d05-9c16-e55be7995006](https://doi.org/10.1111/d4f3b1f1_63662a63-1088-4d05-9c16-e55be7995006)

- Bőripari lépések vegyszeres kezeléssel: Pollár Erika: *Nyersbőrismeret, a bőrgyártás folyamata, anyagvizsgálatai módszerek*
http://kepzevolucioja.hu/dmdocuments/4ap/10_1330_001_101115.pdf
- Bőripari lépések enzimeji: Dr. Pécs Miklós: *Biotechnológia és gyógyszeripari technológia, Ipari enzimek* fejezet (letöltés: 2019. 02. 24.)