

Eukaliptuszing, bambuszzokni és társaik?

Kutasi Csaba

Az eukaliptusz, bambusz stb. – mint szálanyag-megnevezés – a nyersanyag-összetétel megadást tekintve nemcsak zavaró, hanem szabálytalan is. Ezzel párosul általában az adott termék antibakteriális képességének és egyéb egyedi tulajdonságának hangsúlyozása is, ami pl. közvetlenül a növényekben természetes hatásként jelen lehet. Azonban az ilyen alapanyag eredetű, mesterségesen előállított szálakban meghatározóan nem követhetők a kiemelt, előnyös hatások. A textilszál-elnevezésekről és a textiltermékek szálösszetételének megadásáról szóló rendeletet figyelmen kívül hagyó gyártói és forgalmazói magatartás a fogyasztókkal szembeni tisztességtelen kereskedelmi gyakorlat tilalmáról szóló 2008. évi XLVII. törvénybe is ütközik, valótlan információ feltüntetése, terjesztése következtében (1., 2. ábra).



Az „eukaliptusz” ing

1. ábra

A hazánkban is kötelező, „A textilszál-elnevezésekről és a textiltermékek szálösszetételének ehhez kapcsolódó címkézéséről és jelöléséről” szóló EP és EPT 1007/2011/EU rendelet (2011. szeptember 27.) alapján pl. az *eukaliptusz*, *bambusz* elnevezés nem használható, miután nem szerepel a vonatkozó táblázatban. Az eukaliptusz, bambusz stb. szál megjelölés helyett a *viszkóz* elnevezés lenne a szabályos, miután ezt a hagyományos regenerált cellulóz anyagú mesterséges szálakat pl. északi-fenyőfélékből, bambuszból ill. eukaliptuszból stb. nyert cellulózból állítják elő. Ilyen esetben a természetes alapú mesterséges viszkóz szálanyag természetes cellulóz alapanyagának *eredete irreleváns*, ezért nem feltüntetendő információ, egyszerűen a viszkóz elnevezést kell használni. A rendelet I. mellékletében „25. viszkóz – Viszkóz-eljárással készült, regenerált cellulózból álló végtelen és vágott szál” leírás szerepel. Abban az esetben, ha a 33. *lyocell* (szerves oldószerrel – szerves anyagok és víz keveréke – és oldatból történő szálképzési eljárással, szár-

mazékok képződése nélkül előállított regenerált cellulóz-szál) szálanyag készült pl. eukaliptusz- ill. bambusz-cellulózból, úgy ezt a megnevezést lehet feltüntetni (a szálelőállítás folyamata ez esetben környezetkímélő).

Érdekes, hogy alig ismert rostok is megtalálhatók a táblázatban. Példaként: ilyen a 11. *alfafű*, a *Stipa tenacissima* természetesen leveleiből nyert rost-szálanyag, aminek felhasználása többek között kompozitok vázértőjeként ismert. Vagy ilyen a 13. *seprűzanót*, a *Cytisus scoparius*, illetve a *Spartium Juncum* ágából nyert rostból készült szálanyag, amely a pillangóvirágúak családjába tartozó évelő cserjéből származik. Vesszőiből seprűt is készítettek (innen az elnevezés). A rostokat töltőanyagként használják, továbbá textílfelület előállításra alkalmas fonalat készítenek belőle.

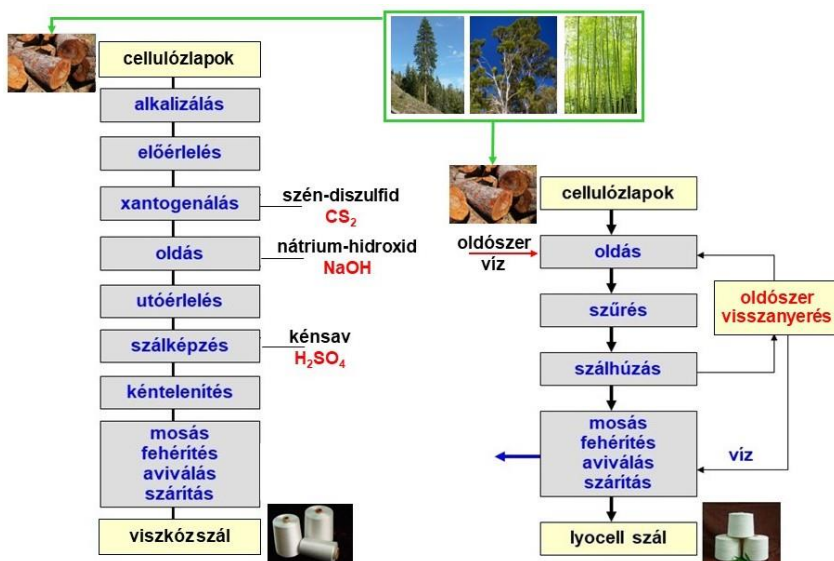
Akár az eukaliptusz, akár a bambusz és a többi nö-



A „bambusz” zokni

2. ábra

vényben (a cellulóz vázanyagban) esetleg fellelhető *antibakteriális*, *anti-allergén* és egyéb gyógyhatású ill. egészségfenntartó képesség nem kerül át a mesterséges szálba, miután a viszkóz-szál-gyártásnál számos átmeneti



A viszkóz- és a lyocell szálgyártási technológiáinak összehasonlítása

3. ábra

vegyület kialakítása során (pl. szén-diszulfiddal cellulóz-xantogenát képzés, nátrium-hidroxidos oldás, nedves szálképzéskor kénsavas kicsapófürdővel regenerálás) ennek megtartására nincs mód. A környezetkímélő regeneráltszál-gyártással előállított *lyocell* esetében is vitatott a növényi hatóanyagok jelenléte (3. ábra).

Az adott termék pl. antibakteriális képességének tényleges fennállását, esetleges speciális utólagos kelmekikészítés (pl. nanoezüsttel, egyéb antimikrobiális szerrel történő mosásálló kezelés) gyártói igazolásával, pl. az MSZ EN ISO 20743: 2013 „Textiliák. A baktériumölő kikészítésű termékek baktériumölő hatásának meghatározása – Textiles. Determination of antibacterial activity of textile product” c. szabványnak való megfelelés szakintézet tanúsítással szabad csak reklámozni, forgalmazni.

Az eukaliptusz és textiles vonatkozása

Az *eukaliptusz* (4. ábra) a mirtuszfélék családjának legnagyobb nemzetsége, több száz fajjal. Nagyrésztük örökzöld, előfordulnak lombhullató fajok is. Egyesek fája tömör, még a diónál és a tölgyénél is keményebb. Egyik fajuk egyéves korában már 3, ötévesen 10-15 méter magasra nő, törzsének átmérője pedig eléri a 20 cm-t. Egy hektárnyi eukaliptusz erdő húsz év alatt 800 köbméter faanyagot biztosít (más fák 100-120 év alatt termelnek ennyit).

A növény leveléből és vékony ágaiból nyert *illóolaj*-nak több gyógyhatása ismert. Ennek kivonásához vízgőzzel desztillálják az eukaliptusz leveleit és fiatal ágait. Az eukaliptuszolaj a levél szövetében lévő kis hólyagokban halmozódik fel, mennyisége elérheti a levél össztömegének 5%-át. Fő összetevője a kámfor vegyületcsoportba tartozó *cineol*, amely pl. légúti betegségek gyógyítására is alkalmas. A cineol tartalom következtében az eukaliptuszolaj *baktériumölő hatása* szinte azonos a fenoléval (karbolsav), sőt vírusölő képessége is ismert. A levelek kivonata gyulladáscsökkentő, továbbá kuminaldehid (köményaldehidként elterjedt természetes szerves vegyület) tartalma még egyéb betegségekben is segíti a gyógyulást.

Az eukaliptusz – szemben a bambusszal – felhasználható rostokat nem tartalmaz, így természetes eredetű szálanyagot nem ad. Textilipari felhasználása *regenerált cellulózzsál gyártásával* valósul meg, amihez a *fa törzsét* használják fel. Elsődleges megmunkálásként a faanyagban megtalálható hemicellulóz, pektin (a hemicellulóz és a pektin a sejtfal nem cellulóz jellegű poliszacharidja) és a lignin (szilárdságot növelő faanyag) eltávolítását általában *kalcium-szulfitos kezeléssel* és *fehértítéssel*

végzik. Az így előkészített alapanyag lapok vagy tekercsek alakjában kerül a szálgyártó üzembe, amely 86-89 % ban cellulózt tartalmaz.

A mesterségeszál-gyártás során alapvető művelet a természetből nyert szilárd, nagymolekulájú anyag (pl. cellulóz) folyékony halmazállapotúvá alakítása, ami a szálhúzás feltétele. A száléelőállítás során számos kémiai műveletre van szükség, miután a cellulóz – mint szilárd anyag – nem olvasható (hőre nem lágyul, így ömlesztésre nincs mód). Közvetlenül csak nehezen és drágán tehető oldhatóvá *rézoxid-ammóniákkal* [(réz-tetramin)-hidroxid] – így készítették az 1899-től gyártott, a J. P. Bemberg cég által továbbfejlesztett rézoxid „műselymet”, az ún. „cuproszálat”. A kisebb költségigényű nagyipari viszkózyártásnál ezért vált szükségessé a cellulóz átmeneti kémiai átalakítása (cellulóz-xantogenát képzés), amellyel egyszerűen (nátrium-hidroxidban) oldható cellulóz módosulat képződik. Így válik elérhetővé a sűrűn folyó – *viszkózus* – massa, amit átpréselnek a kénsavat és valamilyen szulfátot (nátrium, cink, magnézium, ammónium) tartalmazó kicsapófürdő felszíne alatt elhelyezkedő szálképző fejen. A szálformálás folyamatosan kicsapódva szilárdul meg.

Könnyen belátható, hogy az eukaliptusz fa törzséből és esetleg fiatal ágaiból nyert cellulóz alapanyagban esetleg előforduló kis mennyiségű *illóolaj* a számos vegyi behatás után eleve nem marad fenn, az így képzett regeneráltcellulóz-szál nem fog rendelkezni antimikrobiális (baktérium- ill. vírusölő) képességgel. A szálból ezután készített fonalból előállított textilanyagot (szövetet vagy kötött kelmét) még *fehértítik* (pl. pamuttal kevert viszkóz esetén), divatigény szerint *színezik*, színnyomással *mintázzák*, ill. esetleg *gyűrődéscsökkentő* vegyi végkikészítéssel is kezelik. Mindezekből következik, hogy az eukaliptusz-cellulózból készült viszkóztermékek nem rendelkezhetnek természetes hatóanyagból eredő képességekkel.

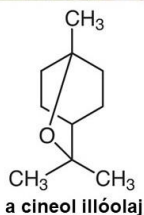
A bambuszrost és a bambusz-cellulózból készült viszkóz

A bambuszok a perjefélék családjába tartozó örökzöld, évelő növények, ezret meghaladó fajok ismert. Többségük 3 és 10 méter magasságú, szárvastagságuk 2-5 centiméter között van. A bambuszt természetes szálanyagként egészben és csíkokban merev rostokként használják. Korábban Kínában és Japánban vékony bambuszcsíkokból készítették sapkákat, kalapokat. Nyugaton szerkezeti elemként alkalmazták fűzőkben, pl. bálnacsonttal kombinálva.

A bambusznövényben több aminosav fordul elő, proteinekben és keményítőben gazdag. A levélből nyert flavonoid tartalmú kivonat értisztító hatású, javítja a mikrokeringést. A növényből gyulladáscsökkentő és immunrendszer erősítő anyagok is kinyerhetők, a bambusz kivonata csökkenti a bőr irritációját, antioxidáns hatású és hidratál is. Mindezek a képességek a természetből közvetlenül felhasznált növényi részekre vonatkoznak.

Bambuszfonal előállításához általában mikrobiológiai feltárással (ún. áztatással) – miután a falakat alkotó fásrészeket eltávolították – nyerik ki a növényből a bambusz hancsrostokat. Az ezt követően kialakított fonalakból szövessel bambuszvásznat állítanak elő.

A bambuszrostokat kompozitokban és építőipari biopolimerek adalékanyagaként is hasznosítják. Ilyen célra a mechanikai feltárással (pl. kaparással), vagy ún. gőzrobbantásos eljárással nyerik ki a rostokat. Utóbbinál a



Az eukaliptusz mint növény és fő hatóanyaga

4. ábra

növényt bambuszt gőzzel fecskendezik be, majd túlnyomással és légköri nyomáson kezelve az ún. kis robbanások teszik szabaddá a növényi sejtkötegekből felépülő rostokat.

A regenerált-cellulózszál – viszkóz – alapanyagát képező cellulózt a bambuszlevelekből és a kemény bambusztörzs belső puha héjából áztatási eljárással, majd mechanikus töréssel nyerik ki. A cellulóz oldásához a szükséges átmeneti kémiai átalakításokat (cellulóz-xantogenát képzés, nátrium-hidroxidban oldás) hasonlóan elvégzik, a sűrűnfolyó (viszkózus) masszából a szálképzést a kénsavat és hozzátételeket tartalmazó kicsapófürdőben elhelyezett szálképző fejen végzik.

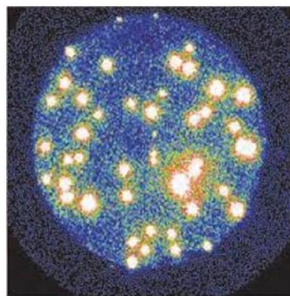
A szálelőállítási folyamat tisztítja a cellulózt és módosítja a szálon belüli láncmolekula orientációját és a polimerizációs fokot. A kémiai végtermék regenerált cellulóz, ami funkcionálisan megegyezik a más növényi forrásokból származó viszkózzszállal.

A bambuszcellulózból készült viszkóz antibakteriális hatása egzakt módon, egyértelműen nem bizonyított, a kész bambuszsövet esetleg csak néhányat őriz meg kismértékben a bambusz eredeti antibakteriális tulajdonságaiból. Egyes tanulmányok kimutatták, hogy a bambuszviszkóz bizonyos fokú antibakteriális tulajdonságokkal rendelkezik, számos többi szakmai közlemény azonban ezt cáfolja. A többség azt állítja, hogy nincsenek végleges tanulmányok annak igazolására, hogy a bambusznövény természetes antimikrobiális tulajdonságai megmaradnának a természetesalapú mesterséges szálban, pl. a viszkózban. Erre utalnak a többször említett, a szálgyártás során meghatározó kémiai műveletek, amelyek a természetes hatóanyagok megmaradására bizonyára kedvezőtlenül hatnak. Sajnálatos módon a szakirodalomban nincs utalás arra, hogy az MSZ EN ISO

20743: 2013 „Textiliák. A

baktériumölő kikészítésű termékek baktériumölő hatásának meghatározása” c. szabvány szerinti objektív kontrollra sor került volna.

Ez az előírás kvantitatív



Baktériumok mennyiségi meghatározása biolumineszcenciával

5. ábra

vizsgálati módszereket rögzít minden antibakteriális textiltermék aktivitásának meghatározására. A baktériumok számának mérésére az ATP (adenozin-trifoszfát) lumineszcenciás módszert alkalmazzák, a biokémiai reakció során a luciferin-luciferáz enzimpredparátum hatására lebomlik, miközben biolumineszcencia (fénykibocsátás) történik (5. ábra).

Az ellentmondást az is fokozza, hogy a zöldmozgalmak azt állítják: a bambuszcellulózból készült viszkóz anyagú a textiltermékek környezetbarátok, fenntarthatók. Ez jogilag képezi kritika tárgyát, a „greenwashing” (zöldre mosás) jelző a viszkóz szálgyártás említett vegyi folyamatai miatt nem helytálló. A szintén regenerált cellulóz anyagú lyocell szál viszont környezetkímélő eljárással készül.



bambusz erdő



bambusz áztatása a rost feltáráshoz



bambusz rost

A bambusz növény és rostja

6. ábra

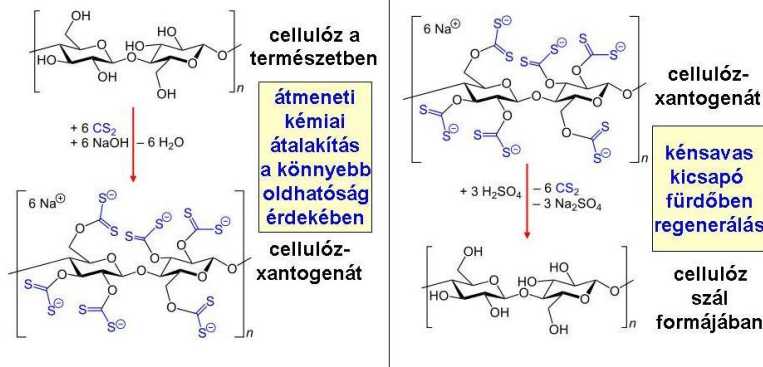
Érdekes, hogy pl. a bambuszból nyert viszkózból előállított bambuszzoknit nálunk többek között úgy reklámozzák, hogy „természetes antibakteriális és antisztatikus” (utóbbi a nagy nedvesszívó szálanyagoknál elő sem kerül a nedvesség jó töltéselvezető képessége miatt) hatású, „nem szárítja ki a bőrt” (ennek a bambusz hatóanyagnak a jelenléte erősen vitatott) és „természetes mikroklimát” biztosít a viselés során (6. ábra).

A viszkózzszál gyártás felelevenítése

A megfelelő fa alapanyag mechanikai és vegyi feltárása a cellulóz-üzemben történik. A szulfít-eljárással nyert cellulóztételeket keverés után nátrium-hidroxiddal telítik és kipréselik, kialakul a cellulóz-nátrium. Az így képződött anyag finomra aprítása és levegőn végzett érlelése után a szén-diszulfiddal (CS_2) végzett kezeléssel alakul ki a cellulóz-xantogenát, amely híg nátron-lúgban feloldható.

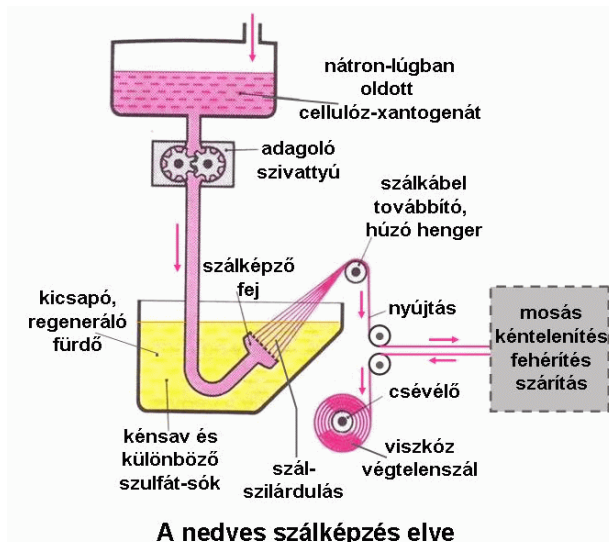
A cellulóz-xantogenát ditionszénsavas (H_2COS_2) észtér ($\text{R-OCS}_2\text{H}$), lúgban oldva a cellulóz morfológiai szerkezete megszüntethető, oldott változatának kicsapásával irányított alakotani képződmény alakítható ki. (7. ábra).

A narancssárga cellulóz-xantogenát nátron-lúgos oldásával mézhez hasonló, viszkózus (sűrűn folyó) anyag keletkezik, innen ered az elnevezés. A feloldott xantogenát oldat viszkózítása az utóérlelés során először csökken, majd növekszik. A szálhúzáshoz közepes viszkózítás optimális, mert a fokozottan viszkózus anyagból nem lehet nagy sebességgel szálát húzni, a túlzottan híg anyag pedig alkalmatlan szálképzésre. A megfelelő sűrűségű légtelenített anyagot átréselik a szálképző fejen, amely



A regenerált cellulóz szálgyártás kémiája

7. ábra



8. ábra

a kénsvavat és valamilyen szulfátot (nátrium, cink, magnézium, ammónium) tartalmazó kicsapó fürdő felszíne alatt helyezkedik el. (A kénsvav szerepe kettős: feladata egyrészt a cellulóz-xantogenát gyors kicsapása, másrészt az észter-csoportok folyamatos hidrolízisének fenntartása.) A csatornákkal ellátott szálképző lemez nemesfém-ötvözetekből (platina-arany, tantálfém) készül, mert a sav- és lúgállóság, a jó megmunkálhatóság, megfelelő keménység és könnyű tisztíthatóság alapkövetelmény. (Kezdetben üvegből készült, a leendő nyílások helyére fémhuzal-darabokat helyeztek, amiket az üveg megszilárdulása után savval kioldottak.) A szálképző lemez apró nyílásain kisajtott képződmények koagulálva megszilárdulnak, mint hidrát-cellulóz szálak. Ezen az egyfürdős eljárásen kívül kétfürdős szálképzés is ismert, amelynél a cellulóz-xantogenát koagulációját és a ditiószénsavas észter hidrolízisét külön műveletben végzik (az így előállított szál a normál eljárással készültkéhez képest rosszabb jellemzőkkel rendelkezik) (8. ábra).

A szálképző fejből kilépő, megcsillárdult szálkötegekből összefogással kábelt képeznek, amelyben 2–3 ezer szál van. Már a szálelőállítás alatt is nyújtást végeznek, részben a szubmikroszkópos szerkezet rendezése, így a szál csillárdítása céljából. Semlegesítés (a savfelesleg közömbösítésére) és mosás, kéntelenítés (nátrium-szulfiddal, vagy nátrium-szulfáttal), fehérítés (nátrium-hi-

pokliraltal, hidro-
gén-peroxiddal, nátr-
ium-klorittal; igény
szerint optikai fehé-
ritővel) és aviválás (a
szálak bevonása lá-
gyító, hajlékonysá-
got javító és elektro-
sztatikus feltöltő-
dést csökkentő se-
gedanyaggal), majd
szárítás következik.

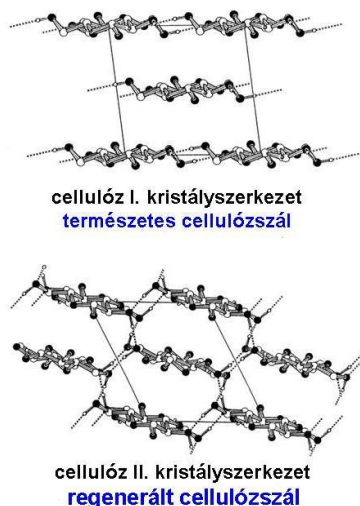
Amennyiben nem végtelenszállként (multifilament vagy filamentfonal) történik a felhasználás, vágott szálat gyártanak (konvertálás), igény szerint pamut- vagy

gyapjútípusú hosszúságban. A szálkeverékekben a gyapjú helyettesítésre használt viszkózszál terjedelmességét a végleges koagulálást megelőző nagyfokú nyújtással (göndörítéssel) érik el. A helytelenül „műrostnak” nevezett vágott szálgyártási módszer 1908-ban szabadalmaztatták, nagyüzemileg 1916 óta alkalmazzák.

Tekintettel arra, hogy az optimális viszkozitás elérése érdekében a cellulóz-nátrium érlelése során – a részleges lebontódás miatt – csökken a cellulóz-láncmolekulák polimerizációs foka, továbbá a regenerálódás pillanatában cellulóz-II. kristályszerkezetű polimer keletkezik, a természetes cellulózzsaláktól (cellulóz-I. kristályszerkezet) eltérő szálanyag képződik. A nagyon stabil cellulóz-I. kristályegységben (elemi cella) öt glükóz-anhidrid lánc helyezkedik el, amelyek a száltengellyel párhuzamosak. Ebből négy a cella sarkain, egy pedig közepén halad át. A röntgensugaras vizsgálatokkal (a szál szerkezetében előforduló párhuzamos síkok fokozottan visszaverik a sugarakat) már régebben megállapították, hogy a párhuzamos láncokat a hidroxil-csoportok közötti másodrendű kötőerők (hidrogén-kötések) tartják össze (ez hidroxil-csoportok közötti a kisebb távolsággal magyarázható). A cellulóz-II. kristályszerkezet monoklin (egyhajlású), benne a molekulák elmozdultak, 30°-kal kifordultak az adott síkból. Így átlósan új, rácspontokkal terhelt – szintén hidrogén-kötésekkel összetartott – síkok jellemzik a kristályegységet. A cellulóz-nátrium több kristálmódosulata ismert, a jellemző változat több szerkezeti vizet tartalmaz, így könnyíti a cellulóz-II. keletkezését. Ugyanakkor a regenerált szál gyártás során létrejött cellulóz-nátrium az öblítés és szárítás után nem alakul át teljesen cellulóz-II. változattá. Kutatások megállapították, hogy amennyiben az öblítés vizes alkohollal történik, úgy megnövekszik a cellulóz-II. kristályszerkezet képződésének mértéke (9. ábra).

A viszkózsál főbb tulajdonságai

A Denkkendörfi száltáblázat alapján összefoglalva: A szalat általában 1–22 dtex lineáris sűrűség (finomság) tartományban és vágottszál esetén 38–200 mm-es hossz-méretben állítják elő. Sűrűsége 1,52 g/cm³. Szabványos légkörben (20 °C hőmérséklet, 65 % relatív légnedvesség) nedvességfelvétele 11–14 %. Magasabb hőmérsékletű és relatív légnedvességű légkörben (24 °C, 96%) nedvesség-felvevő képessége 26–28 %. Fajlagos szakítóereje szárazon 18–35 cN/tex, a nedves szilárdság a száraz szakító-erő 40–70%-a. Szakadási nyúlása szabványos nedves-ségtartalom esetén száraz állapotban 15–30%, nedvesen a száraz érték 100–130%-a. Biológiai ellenállósága gyenge, csekély rugalmassága miatt fokozottan gyűrődik.



A cellulóz kristályváltozatai



Kezelési jelképsorra példa viszkóz termék esetén

10. ábra

Az egyes kedvezőtlen használati tulajdonságok miatt a 100% viszkóz összetételű textiltermékek kezelési jelképsorának összeállítása során többek között lényeges a nagyon kíméletes mosás jelzése, beleértve az alacsony fordulatszámú centrifugálást, ill. a kézi facsarással történő víztelenítés tiltását az alacsony nedves szilárdság miatt (10. ábra).

Befejezésül

Célszerűnek látszik annak érvényt szerezni a fogyasztóvédelem területén, hogy a különböző hazai textilipari termék gyártók/forgalmazók eleget tegyenek a jogszervi fogyasztói tájékoztatásnak, többek között a nyersanyag-összetétel megadása során is. El kell érni, hogy a termék-előállítók, kereskedők tartsák be az EP és EPT 1007/2011/EU rendelet (2011. szeptember 27.) „A textilszál-elnevezésekről és a textiltermékek száloösszetételének ehhez kapcsolódó címkézéséről és jelöléséről” c. jogszabály vonatkozó előírásait.

Legyenek tekintettel „A fogyasztókkal szembeni tisztességtelen kereskedelmi gyakorlat tilalmáról” szóló 2008. évi XLVII. törvény előírásaira, miszerint

tisztességtelen az a kereskedelmi gyakorlat, amelynek alkalmazása során a megvalósító nem az észszerűen elvárható szintű szakismerettel, elvárható gondossággal jár el. Továbbá szabálytalan az a megtévesztő kereskedelmi gyakorlat, amely valótlan információt tartalmaz, alkalmas arra, hogy megtéveszse a fogyasztót, és ezáltal a fogyasztót olyan ügyleti döntés meghozatalára készíti, amelyet egyébként nem hozott volna meg.

Felhasznált irodalom

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1007&from=HR>
- <https://hu.wikipedia.org/wiki/Eukaliptusz>
- <https://hu.wikipedia.org/wiki/Bambuszok>
- <https://www.sgs.com/en/news/2022/05/safeguards-06322-us-ftc-fines-companies-for-false-labeling-on-so-called-bamboo-textiles>
- MSZ EN ISO 20743: 2013 Textiliák. A baktériumölő kikészítésű termékek baktériumölő hatásának meghatározása (Textiles. Determination of antibacterial activity of textile product)
- Denkendorf fiber table