

# Újszerű textilnyersanyagok és szerkezetek

## I. rész

Kutasi Csaba

Európában 33 % a műszaki textíliák részesedése. Főként a kompozitok vázanyagai, valamint a hajlékony és sokfunkciós termékek sikeresek. Az Európai Textiltechnológiai Platform is kiemelten foglalkozik a műszaki textíliákkal (védőruhák, textilépítészeti termékek stb.). Külön felhívás született konzorciumok (gépgyártók, alapanyag előállítók, alkalmazók) számára az új eljárásokkal és anyagok előállításával kapcsolatos gyártási rendszerekre, fejlesztésekre. Hasonlóan ösztönzik a számítástechnikai intelligens miniatürizált rendszerek létrehozását és gyakorlati alkalmazását is.

### Újszerű mesterséges szálak

A mesterséges szálanyagok több generációja ismert:

- Az **első generációt** a szabadalmaztatott alappolimerek képezik. Közismert, hogy 1885-ben Chardonnet állította elő az első mesterséges végtelenszálat cellulóz-nitrátból, majd 1892-ben megjelent a regenerált cellulóz viszkóz. Ezután 1920-ban a cellulóz-acetátok következtek. Az 1935-ben kikísérletezett Nylon (poliamid 6.6) jelentette az első szintetikus szálát. Sorra újabb mesterséges szálakkal bővült az alapanyag kínálat, többek között pl. PVC-vel 1938-ban, a poliészterrel 1941-ben, a poliakrilnitrillel 1942-ben, a poliamid 6-tal (Perlon) 1943-ban, a polipropilénnel 1959-ben stb. 1985-ben a Lyocell regenerált cellulóz szál (kis fibrillációs új generációs változat) jelent meg.

- A **második generációs** szálakat főként a fizikailag módosított (terjedelmesített, bikomponens) változatok képezik.

- A **harmadik generációba** a nagyteljesítményű, ún. szuperszálak (high performance fibers), a speciális polimerek, az oxidált ill. szénszálak, az egyedibb szeretlen szálanyagok stb.) tartoznak. A rendkívül nagy szilárdságú és szívósságú, esetenként kiváló hő- és vegyszerállóságú szálak mellett, a mikro- és nanoszálak is ide sorolandók. Szintén ide tartoznak a különleges tulajdonsággal rendelkező (pl. baktérium- és rovarriasztó, illatos, hőtermelő, színváltoztató, a levegő oxigéntartalmát csökkentő és növelő stb.) szálanyagok, valamint további speciális polimerek.

- A **negyedik generációs** szálak az intelligens anyagok kategóriájába tartoznak. Ezek a külső környezeti változásokra nagymértékben reagálnak, eredeti állapotukra visszaemlékeznek.

**Az újabb fejlesztésű mesterséges szálak** csoportosítása a következő rendezőelvek szerint is gyakori:

- A szálát felépítő monomer(ek) speciális kémiai felépítésével és a polimer láncok szabályozott szerkezetével főként a nagyteljesítményű szálanyagokat fejlesztették ki (pl. aromás poliamidok, szupererős polietilén), valamint megjelentek a réteg-struktúrás oxidált és szénszálak, valamint a háromdimenziós szeretlen szálak.

- Az előállítás során különleges keresztmetszettel kialakított szálak felhasználásával egyedi tulajdonságok érhetők el (ún. profilszálak, üreges szálanyagok).

- A szálfelület módosítása szintén célirányos beavatkozás az egyedi kívánságok kielégítésére. A kezelések egy részét esetleg kelmealakban hajtják végre (pl. a poliészter vegyi „hámozása”, plazmakezeléses felületalakítások stb.).

- A szálgyártás során bevitt adalékanyagokkal (pl. algaapor vagy emulzió, ezüstreszecske, mikrokapszulák hatóanyaggal stb.) különleges képességek biztosíthatók a készterméknek.

- A szálátmérők erőteljes csökkentésével az alap polimerhez képest teljesen újszerű tulajdonságok érhetők el (pl. mikro-, nano-, pikoszálak).

- A textilökológiailag optimális szálak az adott textiltermékek életciklusa végén újrahasznosíthatók, vagy biológiailag tökéletesen lebonthatók (pl. polilaktid szál stb.).

- A különböző alapanyagú mesterséges szálak keverékekben történő felhasználása főként funkcionális termékeknek kerül előtérbe.

### Speciális tulajdonságú szálak

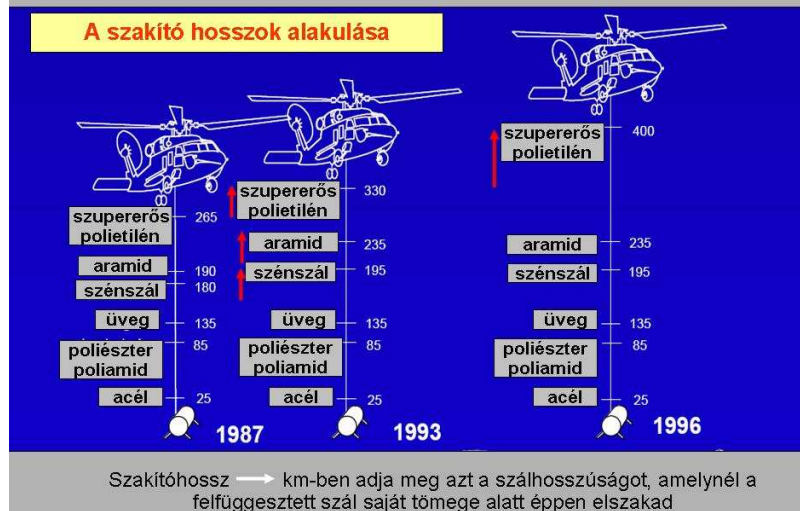
Az elmúlt évtizedekben jelentek meg a különböző nagyteljesítményű szálak, amelyek többek között részben hőstabil tulajdonságúak és az azbeszt helyettesítésére alkalmazhatók, másrészt kompozit szerkezetek fontos erősítő elemeivé váltak. Ezeknél a harmadik generációs szálaknál a különleges tulajdonságokat egyedi szerkezeti megoldások is garantálják a speciális anyagminőség mellett. Az újszerű polimerszálakat szál-tengely irányba orientálódó, merev (pálcikaszerű) láncmolekulák jellemzik. A kétdimenziós rétegstruktúrára a szénszálaknál jelenik meg, a háromdimenziós (izotróp, a tér minden irányában azonos tulajdonságú) felépítés pl. a szeretlen (pl. szilícium-dioxid alapú) szálaknál fordul elő.

A **speciális polimer szálak** közül néhány:

- Az **aromás poliamidok** (aramidok) aránylag régóta felfedezett szintetikus szálak, amelyek gyártását hosszú ideig nehezítette a magas olvadáspont előtti bomlás (így nem ömleszthető a nagymolekulás anyag a szálképzéshez), ill. az alkalmas oldószerének átmeneti hiánya. Kellő megoldást a közel félszáz éve szabadalmaztatott határfelületi ill. a kishőmérsékletű oldószeres polikondenzáció bevezetése jelentette (utóbbinál a polimer oldat közvetlenül felhasználható szálképzésre). Az aramidok láng hatására nem olvadnak, önkiloitók, nincs utóizzás, továbbá vegyszerállóságuk jó (kizárólag forró és tömény savak ill. lúgok károsítják). Az ún. meta-aramidot többek között szigetelőként is használják, a para-aramidot szálerősítésű anyagoknál (kompozit szerkezetek) alkalmazzák. A speciális aromás poliamidoknál kiemelendő az ún. folyadékkristályos polimer szerkezet (átmenet a folyékony és a kristályos állapot között), amellyel a pálcika alakú, merev láncok tér-

# A mesterséges szálak szilárdságának fokozódása

## A szakító hosszok alakulása



1. ábra

beli elfordulása meggátolható, így garantálható a nagy-szilárdságú belső szerkezet.

- A **szupererős polietilén** szálakat nagy molekula-tömegű, hosszú láncmolekulákból alakítják ki, ún. gél-szálképzéssel. A nagymértékű nyújtással fokozottan orientált szálanyagot hoznak létre, a nagy húzószilárdság következtében a speciális polietilén a világ leg-erősebb szála. Főként a ballisztikai védelemben (pl. go-lyóálló védőmellény és pajzs, sisak stb.), műszaki terü-leteken (pányvák, hálók, kötélzetek, vitorlák stb.) ill. védőruházatoknál (kesztyűk stb.) alkalmazzák. (1. áb-ra).

- A **szénsszálak** nagy szilárdságú és modulusú, döntően szénatomokból felépülő, kétdimenziós, ún. ré-tegstruktúrájú anyagok. A szénsszálak kiinduló anyaga számos szerves vegyület (pl. viszkóz ill. poliakrilnitril szál, kőszénkátrány, kőolajmaradék stb.), amelyekből pirolitikus úton történik az előállítás. A hőkezeléses karbonizálás hőmérsékletétől függően részlegesen kar-bonizált ill. grafitizált szálak lehet előállítani.

A szénsszálgyártás során a kiinduló anyagból ned-ves vagy ömlesztéses módszerrel alakítanak ki szála-kat, ezután 250–300 °C-on végrehajtott oxidálással stabilizálásra kerül sor, ennek eredményeként olvaszt-hatatlan módosulat jön létre. Ezután következik a nit-rogén áramban végrehajtott széneseítés, amely történhet 1700 °C -on, így részlegesen karbonizált ún. oxidált (60 % körüli széntartalom) szál nyerhető. 2400 °C-on hőkezelve a 90 %-nál több szenet tartalmazó grafit-szál jön létre. Az oxidált szálaknál kedvező a hővel szembeni ellenállás, jó hő- és elektromos szigetelő. A szénsszálak jól vezetnek az elektromosságot, hővezetők, rendkívül nagy szilárdságúak.

- Fontosak a **poliamid-imid** szálak, amelyek nagy hőstabilitással rendelkeznek, ezért főként autó-üléshuzatoknál, ipari hőszigetelőknél, védőruházatok-nál jelentősek. A poliimidek elsősorban kiváló lángállósá-gukkal tűnnek ki (védőkesztyűk, tömítések, forró gá-zok szűrő, repülőtechnikai hasznosítások). A NASA vezetésevel kifejlesztett polibenzimidazol szálanyagok nemcsak nagy hő- és lángállósággal rendelkeznek (ezért pl. tűzblokkoló repülőgép ülés-huzatok gyártásá-

ban fontosak), hanem kedvező nedvesség-felvételükkel ruházattá-physiológia-ilag is kedvező védőruházati alapanyagok. Az üre-ges (pl. iz-zadságot átmenetileg felvevő majd transz-portáló), nedvességre érzékeny (pl. zárással esővédővé váló), baktérium- és rovar-taszító, hőtermelő, illatos, röntgensugárzás ellen védő szálak is mind a magas műszaki szín-vonal megtestesítői.

- Az új típusú **lángálló szálak** közül nagy jelentőségű a polichal szál is, amely polivinilklorid és poliakrilnitril kompon-en-sekből és ojtással felvitt polimerek alkalma-zásával készül. Önkioltó képességű, kevés és alig toxikus füstöt bocsát ki, továbbá kel-lemes – gyapjúhoz hasonló – lágy fogással rendelkeznek. Ismertek még a jó hőállósá-gú poliéter-ke-ton- ill. polifenilén-szulfid szálak is, az utóbbiak viszont olvadákonyságuk miatt védőruházathoz nem használhatók.

- A **melamin gyanta alapú** szintetikus szál kiváló hő- és lángálló képességgel ren-delkezik, ezért tűzblokkoló jármű-üléshuzatok, függönyök és falburkolatok, ill. speciális védőruházatok készülnek belőle. A térháló-sított polimerből készült fenol-formaldehid gyanta ösz-szetételű szálak nagy szilárdságú, kiváló hő-, láng- és vegyszerálló szálak, ezért főként mint azbeszthelyettesí-tők terjedtek el.

- A **szervetlen mesterséges szálak** közül a speciá-lis üveg-, szilícium-dioxid- és a kerámiaszálak játsza-nak fontos szerepet. Az új fejlesztésű üvegszálak 750, 900 ill. 1000 °C-ig (utóbbiak bevonattal ellátva) hőál-lók, így azbeszt helyettesítésre alkalmasak. Kifejlesztet-tek üveg mikroszálakat is, ezek főként szűrőberendezé-sekben használatosak. Életünk döntően láthatatlan ki-egészítői a legkülönbözőbb alkalmazású fényvezető üvegszálak rendszerek. A meghatározó, funkcionális fő-szerepet betöltő mag/köpeny felépítésű üvegér mellett textíles anyagok a szálvédelmet ellátó védőköpenyek is. A telekommunikáció során a korábbi réz vezetőjű, csa-vart érpáras kábelek helyett ezek szállítják többek kö-zött a telefonhangot, biztosítják az internet hozzáférést, létesítenek kapcsolatot a cég központja és telephelyei között. Távoli mérőhelyekről optikai kábel segítségével jut el a vizsgálólaboratóriumba az információ. Az opti-kai szálakkal tisztább hatás érhető el a hangtechniká-ban, alkalmazásukkal diagnosztizálhat és műthet az orvos. Használatban vannak dekorációs eszközök, tér-figyelő és riasztó berendezések működtetésénél is. Meg-jegyzendő, hogy műanyag optikai szál (Plastic Optical Fiber, POF) is ismert, 1 mm-es vagy nagyobb magátmé-rővel. Ez nagyobb csillapítást okoz (pl. 1 dB/m vagy ennél több), ezért alkalmazhatósága korlátozottabb.

A szilícium-dioxid szálakat nagy tisztaságú nátri-um-vízüvegből készítik. A száraz szálképzéssel nyert szálak hidrolízisre érzékenyek, így az ún. kovasav-szál (silica) állítható elő. A jó hőállóságú, kis sűrűségű és vegyszerálló szálak széleskörűen hasznosíthatók hővédő bevonat, kábelszigetelő, forrógáz-szűrő stb. cél-jára. Ismert a cellulóz-szilíciumdioxid hibrid szál is, amely cellulóz mátrixból és polikovasav polimerekből épül fel. A kiváló hőállóságú szál a közönséges viszkózszállhoz hasonló lágy fogással rendelkezik, így akár alsóruházati cikkek, pl. védőöltö-zékek készítésére is alkalmas. A kerámiaszálak alumínium-szilikátból ill.

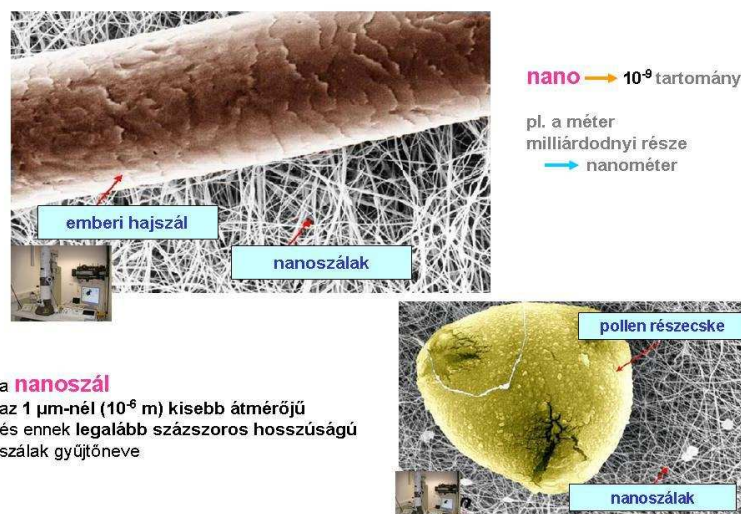
alumínium-oxidból kiindulva képezhetők. Ezek a háromdimenziós, polikristályos anyagok és 1000 °C feletti tartós használhatóságot biztosítanak. A kerámiaszálak pehely, fonal, cérna, tömlő fonat, tömlő és szövetalakban is használhatóak. Vívőszálak segítségével lehet a kerámiapelyhet fonhatóvá tenni. A fonalkészítés során finom rozsdamentes acél- ill. króm-nikkel huzal is beépíthető a fonaltestbe pl. a nagyobb hőterhelés elviselésére. A nem-fémes szerves szálak közül még a szilícium-nitrid és szilícium-karbid szálak terjedtek el, amelyek 1500 °C-ig hőállóak. A kálium-titanát alapanyagú mikroszálakat főként kompozitból készült precíziós gépalkatrészek erősítő anyagaként használják. Az újszerű fémszálak főként az antisztatizálási céllal alkalmazott nagyon finom acélszálak. A fémötvözetekből, hirtelen lehűtéssel készült amorf fémszálak könnyen feldolgozhatóak, főként helyzetdetektorokat, érzékelőket készítenek belőlük.

- A *nanoszálak* kapcsán emlékeztetünk arra, hogy a „nano tartomány” molekuláris méreteket jelent, pl. a cellulóz láncmolekula monomerje mintegy 1 nm-es hosszúságú. A nanoszálak keresztirányú mérete esetenként kisebb a látható fény hullámhosszána, így nagy felbontóképességű fénymikroszkóppal sem elemezhetők (2. ábra).

A nanotechnológia textilipari hasznosítása elsősorban a mesterséges szálak vastagságának radikális csökkenésével elérhető különleges tulajdonságoknak köszönhető. A mesterséges szálanyagok átmérőjének mikrométeres ( $10^{-6}$  méteres) tartományából a nanométeres ( $10^{-9}$  méter) nagyságrendjére áttérve – miközben a szálfelület a térfogathoz képest jelentősen megnő – rendkívüli szilárdsági jellemzők érhetők el, a fajlagos szaktíóerő a mikroszálakénál is nagyobb. A tömegükhez képest különösen nagy húzóellenállást biztosító vékonyság áttetsző szálakat eredményez, szerkezetükben nagyszámú parányi pórus (néhány nanométeres méretű üregcske) különleges adottságokat kölcsönöz. A levegőrésecskék ill. vízmolekulák behatolása egyértelmű, azonban a mikroorganizmusok nem férnek be. A nanoszálak textilképződmények igen nagy felülete alkalmas fontos vegyületek optimális elhelyezésére, pl. kötszerekénél jelenlévő ellenanyagok a rabul ejtett baktériumokkal rögtön végeznek, ill. a sebgyógyulást segítő készítmények vérzést elállító és hámosodást serkentő hatása érvényesül. A kórokozók elleni védelemre is hatékonyan használhatóak a nanoszálak kelmékből készült kendők. A madárinfluenza fertőzésre képes vírussemei pl. akár 100 nm-esek, ezzel a módszerrel tehát így tökéletesen felfoghatóak. Egyéb nanoszálak maszkok antivirális hatású ezüst adalékokkal is előnyösen alkalmazhatóak az egyéb kórokozók elleni küzdelemben, az egészség megőrzése érdekében.

A megfelelő anyagú (pl. fémoxidok, kerámiaanyagok, korom stb.) nano nagyságú részecskék szálba juttatásával tartós antimikrobiális ill. önsterilizáló hatás, fokozott elektromos- és hővezetés, nagy szilárdság és szívósság, továbbá UV-blokkolás érhető el. Az egyes nanolemezkekkel kialakított felület akadályozza vegyszerek és egyéb káros anyagok behatolását.

## A nano-szálak összehasonlítása extra nagyításban



2. ábra

- A különleges szálanyagok kapcsán eljutunk a *fémezett textiliákhoz*, azonban ez nem csak szál alakban kivitelezhető, egy kelme felülete is bevonható fémmel. Az önsterilizáló, ezüsttel bevont szálanyagok antibakteriális képessége azzal magyarázható, hogy a pozitív fémionok megkötik a negatív töltésű mikroorganizmusokat. Ennek megfelelően gyógyszeres kezelés nélkül gyógyulhatnak a neurodermitisz elváltozások (veleszületett túlérzékenységek, ekcémák stb.). Alkalmaznak ezüst bevonatú poliamid kötött alsóruházatot és szövött termékeket ágyneműhöz, matrachuzathoz stb. ekcémás, gombás és más kórokozók által kialakult bőrbetegségek leküzdésére. Az egyéb fémbevonatú szálakból készült kelmék az elektroszmog árnyékolásával javítják az alvási körülményeket.

Egyes fémeknek az emberi szervezetre gyakorolt kedvező hatásai régóta ismertek, pl. a réz ízületi bántalmakra való alkalmazását már az egyiptomiak és a kelták is felismerték. A réz katalizálja az ún. SOD (superoxide dismutase) enzim működését, így többek között az ízületi gyulladásos megbetegedések gyógyszermentes kezelésére hatékony módszert kínál, ha a beteg testfelületre réz bevonatú kelmét helyeznek. Hasonlóan előnyösen alkalmazhatóak a textil-réz termékek görcsök, pl. különböző eredetű fejfájások megszüntetésére, a krónikus mozgásszervi problémák (pl. meszesedés eredetű gerinc- és ízületi problémák, reumatikus elváltozások, törések, rándulások utáni állapot, izomkötöttség stb.) okozta kellemetlenségek megszüntetésére.

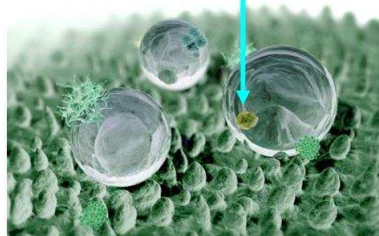
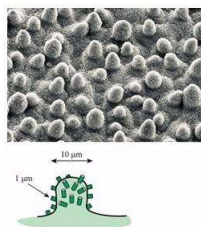
## Megújuló természetes rostsálak

- Hazai nemesítésekkel sikerült előállítani olyan *finom rostú kenderfajtákat*, melyeknél a szokásostól eltérő fonással és rostkikészítéssel speciális szálkender ill. kenderkóc nyerhető. Ezek önálló, vagy keverékben történő alkalmazásával a hagyományosnál lényegesen finomabb kender, kenderjellegű fonat gyártható rostfonó ill. pamut és gyapjúipari fonodai feldolgozással. Ilyen fonalak felhasználásával értékes, exkluzív, különböző karakterű felsőruházati, lakás- és háztartási texti-



### A lótosz-effektus elve és alkalmazása

a különleges textilbevonatot plazma-kezeléssel nanométeres tartományokban „éresítik”, a rákerült durvább szennyezőanyagok könnyen leválnak a - kis tapadóerő miatt gömb-alakú - vízcseppek közreműködésével



3. ábra

liák ill. tájjellegű, népi motívumokat megtestesítő cikkek állíthatók elő.

- A *bambusz* főként Kínában elterjedt fűfélé, amely természetes szálanyagként és regenerált mesterségeszál-alapanyagként egyaránt szolgálja a textilipart. Előbbinél megfelelő feltárás után nyernek kedvező tulajdonságú rostokat, utóbbi esetében a növény vázanyaga képezi a szálgyártás alapját. A bambuszszál kiváló nedvességfelvevő képességgel rendelkezik, hűvös tapintású és lágy fogású textilterméket eredményez, természetes antimikrobiális képesség jellemzi. A selymes hatású bambuszszálak az antisztatizáló hatást is fokozzák, szálkeverékekben is gyakori az alkalmazásuk. Alsóruházatok, harisnyák, ingek és blúzok, sportruházatok, ágyneműk, matrac-borítók gyártására gyakran alkalmazzák a pamutnál lényegesen olcsóbb bambuszszálakat.

- Az 1–2 m magas trópusi pázsitfű-faj, a *cukornád* kérgéből nyert rostok jó közérzetet garantáló textiltermékek alapanyagai.

- A *lápifű* tőzegtől feltárt rost, amelyet ezért tőzegszálnak is neveznek. Főként az északi területek mocsaraiban, tőzeges vidékein honos növényféle szolgáltat különleges tulajdonságú textilipari nyersanyagot. A lápifűből nyert rostok optimálisan megkötik az emberi test izzadmányanyagait, szagtalanító képességük révén kiváló és higiénikus viseletet biztosítanak. A tőzegszál porózus szerkezete a szálkeverékek esetében is kimagasló nedvességfelvevő képességet kölcsönöz az előállított textiltermékeknek, az optimális ruházatfiziológiai jellemzők érvényesülését a kedvező mikroklima fejezi ki. Pamuttal, hancsrostokkal (len, kender) keverve nemcsak egyedi tulajdonságú, hanem különleges karakterű gyártmányok állíthatók elő, a fonalak felszínére hozott lápifű például sajátos termékeket produkál. Gyakori az ilyen textilanyagok viselési kényelmet javító felhasználása az összetett textilszerkezeteknél (pl. kabátok, zakók, blézerek belső rétegeként), ilyenkor a lápifű mint erősítőszál a kompozit része.

### Textiles bionika, biomimikri

A *bionika* (a *biológia*, *technika*, *elektronika* kifejezések felhasználásával képzett mozaikszó) olyan kutatási irányzat, amely az élővilág biológiai mechanizmusait úgy modellezi, hogy azokat a műszaki feladatok megol-

dására tudják hasznosítani. (Pl. a denevérek tájékozódási mechanizmusának tanulmányozása szolgált annak idején a lokátor kifejlesztésére.) A *biomimikri* (a görög *bios*=élet és *mimesis*=utánzás szavakból) a természetből átvett anyagok, jeladás, alak (pl. ventilátor), folyamatok adaptálásával foglalkozik.

A textil- és textilruházati bionikai és biomimikri vonatkozások nagy múltra tekintenek vissza. Egyes rovarokat tanulmányozva jutottak el a húzózárig, vagy akár a nadrágtartó szorítócsatjáiig. A tépőzár kifejlesztésének alapötletét a bogáncs adta, több mint 60 éve találta fel egy svájci mérnök, Georges de Mestral. 1948-ban többször is bosszankodva tért vissza erdei sétájából: kutyájának szőre és saját zoknijára tele lett bogáncssal. Mikroszkóp segítségével jól látta, hogy a bogáncs apró kampóiba akadt elemiszálak miatt került a szamártóvis termése a zokni fogáságába. A tökéletes természetben a kórószőrű gyomnövény termőterületének kiterjesztését szolgálja ez a képesség: a beért termést, a bogáncsot az arra járó élőlény vigye minél messzebbre. A megoldást igyekezett Mestral kamatoztatni az élettelen világban is. Addig ügködött, míg végül poliamidból sikerült a „horgos-hurkos” rendszert mesterségesen előállítani. A plüssszerű (bársonyos) szalagfél terméket a francia velours (bársony), ill. a másik tapadófelület jellegzetességét jelentő crochet (horg) kifejezések kombinálásával „velcro”-nak nevezte. Az alaptermék életciklusát sokszor túlélő záródási kellék lett a tépőzár. Az egyik szalagfelet speciális monofil beépítésével ill. különleges felvágásával kialakított horgos felület (a kampós rész) biztosítja, a másik plüss-szerű felület a multifamentek segítségével létrehozott hurkos ellendarab-rész.

Az öntisztulást biztosítják az ún. lótosz-effektust megvalósító textillefelület-kezelések. Főként nadrágok, ingek esetében különösen előnyösek a különleges piszok-eltávolító rétegek. A lótoszvirág leveleinek állandó tisztasága a felület parányi egyenlőtlenségeivel magyarázható: a nano méretű rücskösség következtében a szennyeződések lazán tapadnak, a legördülő vízcsepp ezeket magával ragadva eltávolítja. A különleges textilbevonatot plazmakezeléssel – nanométeres tartományokban – éresítik, így a rákerült durvább szennyezőanyagok könnyen leválnak a kis tapadóerő miatt gömb-alakú vízcseppek közreműködésével (3. ábra).

A színes vegyületek nélküli színes felületek eléréséhez a lepkék szárnyainak tanulmányozása szolgáltatta a kiindulást. Az egyedi adottságokkal rendelkező, nano struktúrájú felületek különleges optikai hatást mutatnak, így színezékek nélkül is színes vizuális élményt kölcsönöznek. Ennek átvételével olyan, a fényre, egyéb károsító körülményekkel szemben ellenálló textillefelületek nyerhetők, amelyeknél a színhatás független az egyébként jellemző vegyületek összetételétől és részecskeméretétől (4. ábra).

A víztaszító textilanyagok és az üreges szálak kifejlesztéséhez a jegesmedve bundájának felépítése adta az ötletet. A kétrétegű szőrzet felső részét durva és olajszerű filmmel bevont szálakból álló prém alkotja, amely vízbe merüléskor is szárazon tartja az alatta levő pehelyszőröket. Utóbbiak csőszzerű felépítésűek, az üregükben bezárt levegő nemcsak jelentősen szigetel, hanem az úszó állatnak a víz felszínén való maradását is

Színes hatás színes vegyületek nélkül



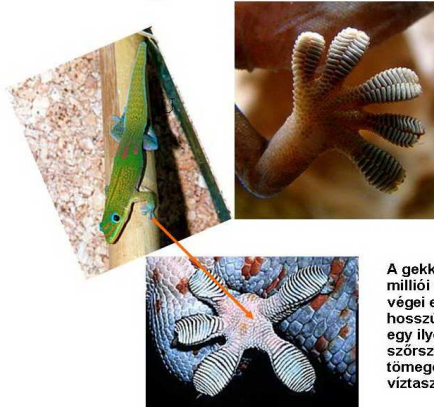
A lepkeszárny nano-felépítése



a lepkék szárnyán a nano-struktúrájú felületek színes optikai hatást mutatnak (részleges színnyelést biztosító vegyületek nélkül)

4. ábra

A gekko lábfelülete és az öntapadás



A gekko ujjain apró szőrszálak milliói vannak, amelyeknek a végei ezernyi, 0,2 mikron hosszúságú spatulából állnak; egy ilyen, üveghez tapadó szőrszál megtartja egy hangya tömegét; a tapadás még víztaszító felületen fennáll

5. ábra

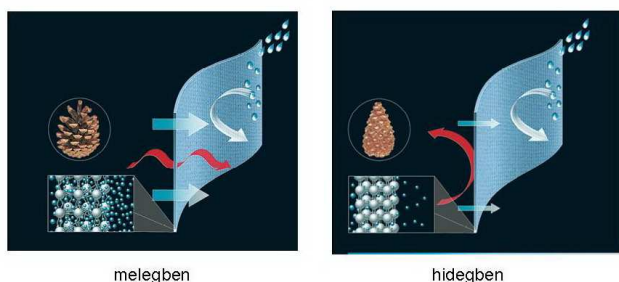
nagyban támogatja. Így fejlesztették ki az üreges mesterséges szálakat, amelyek nemcsak szigetelnek, hanem pl. az izzadmány átmeneti felvételében és gyors transzportálásában is hatékonyan közreműködnek. Előállításukhoz speciális kialakítású szálképző nyílást használnak, hogy a szál belsejében üreg keletkezzék. Az üreges szálaknak kisebb a fajlagos tömege, nagyobb a hőszigetelő képessége és hullámosodási hajlama, és kevésbé göbösödnek. Az üreges szálak ruházati hasznosításán kívül egyéb felhasználási területeik is elterjedtek (pl. építőipar stb.).

A ragasztófelület nélküli öntapadó textiliát a gekko lábainak tanulmányozásával fejlesztették ki. Ennek a hullónek az ujjain apró szőrszálak milliói, ezeken a végei ezernyi 0,2  $\mu\text{m}$  hosszúságú spatula fordul elő. Így Van der Waals-féle kötőerők (másodrendű kötődési kapcsolatok) működnek a nano szerkezetű talprészen, ezáltal képes az állatka mindenütt, még függőleges vizes felületen is stabilan megállni. Egyetlen ilyen, üveghez tapadó szőrszál megtartja egy hangya tömegét. A tapadás még víztaszító felületen fennáll. Az így kialakított szilikonos textílfelület többszöri levétel után is tartósan tapad (5. ábra).

A fenyőtoboz szerkezet utánzásával kialakított c\_change™ membrán intelligensen reagál a változó hőmérsékletre (melegre kinyit, lélegzik, hidegben lezár). (6. ábra).

Szólnunk kell az olyan textiles közreműködésű „high-tech”-es fejlesztésekről is, mint a professzionális sportolók új úszódressze. Az ausztrál sportintézet és az egyik új-zélandi egyetem a NASA mérnökeinek bevonásával alakította ki a szuper úszóruhát. A még gyorsabb

A c-change ruházati membrán a fenyőtoboz alapján



melegben

hidegben

6. ábra

úszást a különleges anyagú és szerkesztésű, ill. kidolgozású overallszerű – csaknem az egész testfelületet borító – viselet biztosítja. A cápák bőrét tanulmányozva észlelték azt a „V” formájú fogazatot, amely minimalizálja az úszó test körüli közegellenállást. A számítógépes hidrodinamikai elemzésekkel (a felületi súrlódás és a közegellenállás csökkentésére) lehetett tökéletesíteni az alkalmas kelmék szerkezetét és felületét. A közel fél-ezer úszó testének részletes figyelembevételével (testfelépítés, magasság, izomzati jellemzők) és mintegy száz alapanyag tesztelése után értek el az eredményt. A versenyzőre „öntött”, rendkívül könnyű, kis közegellenállású, optimálisan rugalmas, víztaszító tulajdonságú (gyorsan száradó) speciális sportruházatot sikerült így kialakítani. Egyrészt az úszók izmainak és bőrének rezgéseit mérsékli a különleges termék, másrészt a speciálisan kialakított, fűzőszerű derékrész nyújt segítséget a finisben. Az utóbbinak köszönhető, hogy minimális erőfeszítés mellett is optimális testtartásban tudnak maradni a hajrá utolsó métereiben is a versenyzők, így a több csipőmozgást igénylő részben sem lesz probléma. A jelentős terheléstől fáradó test nem fogja visszahúzni a sportolót a döntő méterek megtételekor. A egész test nagy részére kiterjedő dresszt az áramvonasságot és ideális vízfekvést tökéletesen megvalósító modellezés (oldalrész-megvalósítás, hónaljhelyzet, vállal egybeszabott ujj-kialakítás) teszi lehetővé. Hasonlóan hozzájárul a teljesítménynöveléshez a varrások helyetti ultrahangos hegesztés is. Mindezek eredőjeként ez az úszóruha 5 %-kal kisebb vízzel szembeni ellenállást vált ki, mint a korábbi fejlesztésű termékek. A megengedett – „technológia doppingként” is aposztrofált – LZR öltözképet a Nemzetközi Úszósövetség (FINA) először korlátozta, majd további használatát a jövőben egyelőre felfüggesztette.

Felhasznált irodalom

- Fenyvesi Éva: Újszerű textilipari és műszaki szálanyagok, Magyar Textiltechnika 1994. évi különszáma 6.  
 Dr. Kokasné Palicska Livia: Innovációk a textil- és ruházati iparban, BMF Rejtő Sándor Könyvkiadói és Környezetvédelmi Kar, főiskolai jegyzet, 2008.  
 Forschungskuratorium Textil: Textile Revolution Evolution (Vom Nylonstrumpf zum Flugzeugrumpf), Berlin 2008.  
 A TMTE - TEXPLAT „Műszaki textiliák fejlesztési irányai a TECHTEXTIL kiállítás alapján” c. szakmai fórumának előadásai, 2009. július 7., Budapest, Textilmúzeum.