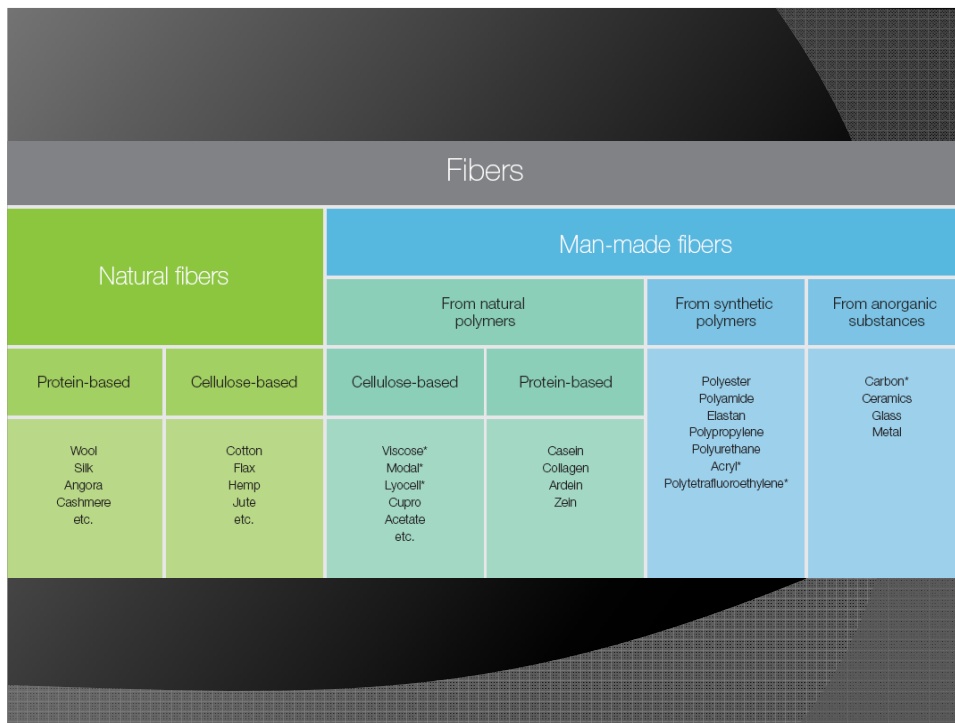


KEEMILISED KIUD

DIANA TUULIK

Oktoober 2010



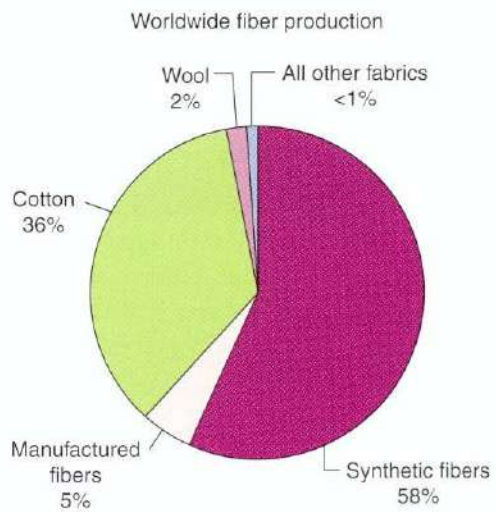
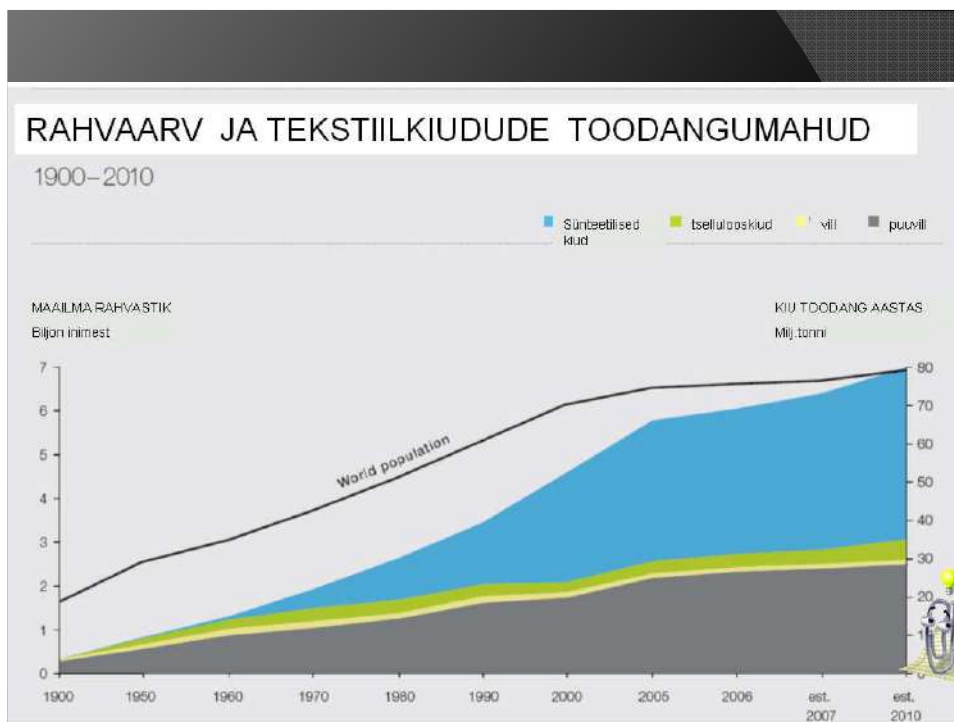


Figure 6.10 Worldwide fiber production.

SOURCE: Data from Fiber Economics Bureau of the American Fiber Manufacturing Association.

Kuna tehiskiudude tootmine on kallis ja keeruline, siis nende osakaal maailma kiudude toodangus väheneb.



TEHISKIUD

- Tsellulooskiud
hüdraattsellulooskiud
tselluloosesterkiud

puidutselluloosist
puuvillatselluloosist

- Valkkiud
loomsed - piimavalk
taimsed – sojaoavalk, maapähklivalk,
maisivalk

Keemiliste tsellulooskiudude erinevus looduslikest:

- molekulide ahelad on lühemad ja väiksema orientatsiooniga
- keemiliselt aktiivsem
- mehaaniliselt nõrgem

Mis on tehiskiud?

- Nende ajalugu on osa keemiliste kiudude ajaloost.
- Tehiskiudude lähteained on pärit loodusest. Enamasti kasutatakse selleks tselluloosimolekuli
- Aga ka valgumolekuli.
- Tehiskiudude suurimad tootjad on Hiina, Jaapan, India, USA, Saksamaa, Suurbritannia, Kanada jt, millest esimesed 5 riiki toodavad umbes 50% maailma tehiskiudude toodangust.

Kiudude liigitus

- Hüdraattsellulooskiud on viskoos, modaal, lyocell, cupro.
- Tselluloosesterkiud on atsetaat ja triatsetaat.
- Valktehiskiud on kaseiinkiud, muud kiududeks sobivad loomsed valgud ning ka taimsed valgud.
- Muud tehiskiud on alginaatkiud, paberlõng, süsinikkiud, kitosaan ning kiud looduslikust kummist

Tehiskiudude tootmine läbi ajaloo

- ◉ Mõte tehiskiudude tootmiseks – 17.saj. R.Hooke (ingl) želatiinist
- ◉ Inspiratsioon – looduslik siid (väga pikk, peenike, tugev, elastne). Kangas läikiv, katsudes pehme ja hea väljanägemisega
- ◉ Esimesi tehiskiude hakati nimetama “tehissiid” või “kunstiid”
- ◉ Kaasaegsed keemilised kiud ületavad loodusliku siidi ainult mõne üksiku näitaja osas

- ◉ 1839 – puidust puhta tselluloosi eraldamine
- ◉ Kiudude saamine želatiinist ja kaseiinist – ei olnud niiskuskindlad
- ◉ Kuidas saada tselluloosi lahustamisel selline viskoosne kdratav mass mis tahkestub?
- ◉ 1846 - Esimesena õnnestus lahustada lämmastik-ja väävelhappe seguga töödeldud puuvillalinter alkoholi ja eetri segus. Saadud kiudu nimetati nitraatkiuks (ehk nitrotselluloos). Materjal oli ilus, aga kergestisüttiv. Tootmine plahvatusohtlik ja keerukas.

- 19.saj. keskpaik (1855) – šveitsi keemik G.Audemars – esimene algeline kunstiid – lahustas mooruspuu koort ja tootis tselluloosi, lahusest tegi niiti – tootmismeetod algeline
- 1862 – võeti kasutusele ketrusdүүs
- Nitraatkiudu hakkas 1891 aastal Prantsusmaal valmistama krahv Chardonnet, kes ka patenteeris nitraatkiu valmistamise menetluse. Kuna see valmistamine osutus kalliks ja ebakindlaks, lõpetati selle valmistamine 1934 aastal.
- 1890 patent vaskammoniaakkiu tootmiseks (tselluloosi lahustamine cuprammoniumis)
- 1891 Chardonnet – viskoosi tootmine
- 1894 patenteerisid 3 briti leiutajat meetodi kunstiidi tootmiseks, mida hakati nimetama viskoosiks.

- Edukateks osutusid teised keemikud inglased Gross ja Bevan, kelle uuringute põhjal töötati välja 1892 a tänapäeval kasutatav viskoosi tootmismenetlus – viskoosi ekstraheeriti tsellofaani saamiseks
- Neil õnnestus välja töötada ka atsetaadi ja triatsetaadi tootmismenetlus.
- 1897 - Paul - vaskammoniaakkiudu (parem)
- 1919 – Bemberg – cuprammonium-rayon - tööstuslikult
- 1905 – Inglismaal 1. viskoositehas
- kommertslikult hakati kunstiidi esimesena tootma 1910 USA-s (Avtex fibres Incorporated)
- termin “rayon” võeti kasutusele 1924
- 1942 - kiunimetus - viskoos

- Kuni 1924 – kunstiidiks
 - Alates 1924 – rayon
- Algselt väga läikiv filamentkiud
- 1930 – staapelkiud
 - 1932 – säbar kiud

Rayonit kasutati algselt krepp ja *linenlike* kangastes.

Tugeva keeruga krepp-lõngad vähendasid läiget.

Kasutati õhukeste sametiste, *sharkskin*,

tweed, challis

ja šifoon-tüüpi

kangaste valmistamiseks



- *Viscose rayon* – tavaline viskoos, toodetud USA-s
- *Viscose* – imporditud tavaline viskoos
- *Cupra rayon* – *cuprammonium*-menetlusel toodetud viskoos, tavaliselt kaubamärgiga BEMBERG®
- 1940 *HT-rayon* - /*high tenacity*/ - ketruslahusele lisati Zn
- 1955 *HWM-rayon* - /*high wet modulus*/
HP-rayon - /*high performance*/
polynosic
modal
modal-rayon - beech wood fiber

1883 Arthur D. Little (Am.) – atsetaadist kile
 1904 – keemiline uurimusprojekt –
 1910 Henry Dreyfus (SU) – atsetaadist tualett-tarbed ja
 filmilindid
 1913 atsetaat-filament - laborinäidis
 1921 atsetaadi tootmine - atsetaat-tselluloos (tselluloosi
 esterdamisel äädikhappega)

 1924 Celanese Company (USA) – atsetaatkiud
 tekstiilitööstuses.
 1925 atsetaatselluloosikiu tehas Saksamaal

 Siiditootjad töötasid müügiedule vastu
 Termoplastiline – moiree valmistamisel.

- 1930ndatel kunstiigid – väga populaarne – kunstiigitööstus õitses (tootmine looduslikust siidist poole odavam)
- 2 peamist kunstiidi tüüpi – viskoos- ja vaskammoniaakkiud
- 1920-30 vahetas viskoos puuvilla välja naiste sukkade ja aluspesu valmistamisel. Viskoosi kasutati voodri- ja mööbliriidena. Valmistati käterätidele ja laudlinadele sobivat kiudu ning suure imavusega kangaid.
- kuni 1940 olid viskoosi omadused suhteliselt stabiilsed

- ◉ 1930ndatel - modaal – algselt tööstuslikuks kasutamiseks (rehvid, konveierilindid, torud) – tugevamad, stabiilsemad. Tootmine 1942
- ◉ 1960 – kiud rõivatööstusele.
- ◉ 1964 - tootmist alustati Austrias

- ◉ 1939 Ch.Goodyear – looduslik kummi

- ◉ 1954 Celanese Corporation (USA)– triatsetaat – plisseeritud tooted kommertskaubaks.

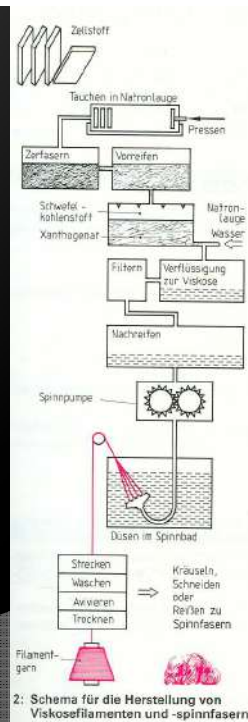
- ◉ 1987 Courtaulds Fibres UK – lyocell
- ◉ 1991 – avalikku müüki
- ◉ 1992 (FTC) kiunimetus - lyocell
- ◉ 1993 – tootmine USA-s

TOOTMINE

- lähteaine looduslik
- tselluloos muudetakse keemiliselt lahustuvaks
- lahus taasmuudetakse tselluloosiks märgketrusmenetluse abil
- molekul tuleb muuta kiukujuliseks – kiuketrus
- regenereeritud tsellulooskiud

Tehiskiudude tootmisprotsess seisneb kiudude valmistamiseks sobivaid molekule sisaldava tooraine kogumises, molekulide eraldamises ja molekulidest kiu moodustamises.

- Puit peenestatakse –
- keedetakse kaltsiumvesiniksulfiti lahuses
- Kuivatatakse – pressitakse lehtedeks
- merseriseeritakse (NaOH)
- lahus pressitakse välja
- tselluloos peenestatakse ja lastakse valmida (12-24 t)
- töödeldakse väävelsüsinikuga – leelistselluloos muutub lahustuvaks – saadakse viskoosne lahus (valkjaskollane sülditaoline mass)
- järelvalmimine - ketruslahus



- **Viskoos (VI, CV)** on regenereritud tsellulooskiud, mis saadakse viskoosmenetlusel
- Kaubanduslikke nimetusi: Rayon, Argentea, Viscose, Tairiyon, Viscofil.
- Suurimad tootjad on Hiina, Jaapan, India, Indoneesia, USA.
- Toorainena kasutatakse puidutselluloosi (kask ja kuusk), mida saadakse peaaegu puhta tselluloosina. Puidutselluloosi sisaldus peab olema vähemalt 90%. Esmalt töödeldakse puidutselluloos lahustuvasse olekusse. Samaaegselt eemaldatakse ka võõrlisandid aineist. Toimuvad merseriseerimine, eelvalmistamine ja ksantogeneerimine. Viimaseks tehakse järeltöötlemine, kus viskooskiud pestakse ja pleegitatakse, et eemaldada kõik võõrlisandid.
- Toodetakse nii filament- kui staapelkiuna.

- Kiu ristlõikepinna kuju on iseloomulik just viskooskiule ja varieerub olenevalt tootjast ja tootmismenetlusest ning võib olla ümaram või lapikum, ebahetlasemate või siledamate servadega.
- Tavaviskoosi pind on sile ja seal võib esineda täppe või piki kiu pinda kulgevat viirutust.
- Tavaviskoos on kollakas ja läbipaistev, pleegitatuna valge. Ta on klaasjalt läikiv, müügil nii läikiva kui mati pinnaga kiude.
- Värvilised kiud
- Säbarad staapelkiud (keemiliselt või mehaaniliselt)

- Viskoosi tugevus oleneb ketrusviisist ja kiu mõõtmetest, u 2x väiksem kui looduslikul siidil. Filamentkiud on staapelkiust nõrgem.
- Väheelastne
- Puuduseks on väike hõõrdekindlus, kortsuvus, aga samuti halb vormi- ja mõõdupüsivus.
- Tihedus on puuvillaga samast klassist.
- Ei saa soojuse abil vormida.
- Viskoos põleb sarnaselt puuvillaga.
- Suur soojusjuhtivusvõime.
- Väga hügrokoopne
- Kuumas vees tõmbub kokku
- Vastuvõtlik hallitusele
- Märghudes muutub nõrgemaks, kuivamisel tugevus taastub

- Lühiajaline kuumutamine (kuni 160 C) ei kahjusta, pikaajaline (120 C) kahjustab
- Pikaajaline päikesevalgus kahjustab
- Tüüpiline on kortsumisvastane viimistlus /*resin treated*/
- Soovitavalt kuivpuhastus

- Ei ennustata viskoosi tootmise märkimisväärset suurenemist – tootmiseseadmete ja märgketruse maksuvuse tõttu
- Tänapäeval on kiu hind võrreldav puuvilla hinnaga



- Kasutatakse nii puhtal kujul kui segatuna.
- Peamiselt kootud kangad rõivaste ja sisustustekstiili valmistamiseks: kardinade, mööbliriide, vildi ja vaipade tootmiseks.
- Tehakse ka tulekindlaid kiudusid.
- Viskoossegusid kasutatakse trikootoodetes, aluspesus ja öörõivastes.
- Viskoosist toodetakse ka lausriiet (hästi vett imavad): mähkmeid, hügieenisidemeid, tampoone, kosmeetika- ja puhastusvatti ning filtreid (vere filtreerimiseks).
- Rõivaid ei tohi jätta niiskena seisma, kuna riietele võivad tekkida niiskusplekid

Viskoosi tüübid:

- ◉ *Solution-dyed* – ketrusvärvitud
- ◉ *Modified cross section* – profileeritud ristlõikega
- ◉ *Intermediate- or high-tenacity* – tugevad ja ülitugevad kiud
- ◉ *Optically brightened (OBAs)* – optiliselt valgendatud
- ◉ *High absorbency* – väga hügrokoopseed
- ◉ *Hollow* – õõnsad
- ◉ *Microfibres*
- ◉ *Flame-retardant* – raskesti süttivad (*Visil Rayon* – silikoniseeritud) – sisustustekstiilide ja kaitseriietuse jaoks

Modaal (MD, CMD, CV)

- ◉ Leiutati 1930ndatel
- ◉ Müügile tuli modaal aastast 1942. Tema tootmisprotsess sarnaneb viskoosi tootmisprotsessiga.
- ◉ Rõivakiud 1960
- ◉ Tootmine Austrias 1964
- ◉ 1986 - töötati välja modaal-mikrokiud
- ◉ Praegune suurim tootja India
- ◉ Tuntakse ka polünooskiu nime all
- ◉ Tema kaubanduslikud nimetused on Avril, Besemore, Junlon, Modal Micro, Tovia jt.

- Tootmisprotsess on sama nagu viskoosil, ainult kiudude tugevdamiseks tehakse kiumolekulid võimalikult ühesuunalisteks, eelvalmimise staadium on lühike, et kiud säilitaks pikkuse. Ka jäetakse järelvalmimise staadium ära või on see lühiajaline.
- Modaalkiu ristlõikepind on ümaravõitu ja kiupind on sile.
- Modaal on suure tõmbetugevusega ja kõrge märgmooduliga hüdraatsellulooskiud.
- Tema märgtugevus on viskoosist oluliselt suurem. Koostiselt on puhas tselluloos.

- Modaal on kiud, millest on kõrvaldatud viskoosi puudused.
- Modaalkiust valmistatud tooted on mõõdupüsivamad kui viskoosil.
- elastsem ja kortsumatum kui tavaviskoos.
- tuhmiläikeline ja seda saab toota ka matina nagu viskoosigi.
- Tal on suurem kristallilisus kui viskoosil, mistõttu sarnaneb ta värvitavus puuvillale.
- sarnaneb mitmete omaduste poolest puuvillaga.
- kasutatakse nii puhtal kujul kui segatuna - peamiselt puuvillaga, aga ka villa või sünteeskiududega.
- toodetakse särgi- ja plusiriiet, riiet töö- ja vabaajarõivasteks, ülikonnariiet ja mantliriiet. Trikotaažina kasutatakse aluspesu ja kudumite valmistamiseks ning on kasutusel ka tehnilistes toodetes.

Lyocell (LY) CLY!

- 1990 – algab lyocelli piloot - tootmine
- Tekkis hüdraattsellulooskiudude tootmismenetlust keskkonnahoidlikumaks muutes.
- Tootmisprotsessist on ära jäetud väävelsüsinik (asendada looduslike ensüümidega)
- Pikk ja kallis tootmisprotsess
- Kaubanduslikke nimetusi: Lyocell by Lenzing, NewCell (filamentkiud), Tencel.
- Lyocelli toodeti 1998. a 125 000 tonni.
- Lähtainena kasutatakse tselluloosi, tavaliselt puidutselluloosi.
- Mittemürgise ja kogutava lahuse kasutamisele lisaks kulub protsessis vähem energiat ja vett. Protsess on kinnine ja tootmine kestab umbes kuuendiku viskoosi tootmiseks vajalikust ajast.
- Ristlõikepinna kuju on ümmargune. Toodetakse põhiliselt puuvillatüüpi staapelkiuna (pikkus u 40 mm). Molekulide pikkuselt on ta võrreldav modaaliga.
- Kiudu saab toota ka säbarana ja mikrokiuna

- Lyocell on heade tugevusomadustega kiud.
- Kiu märgtugevus on umbes 85% kuivtugevusest.
- Lyocellist valmistatud tekstiili saab pindviimistleda ensüümidega, tekib nn virsikupind
- Ta on pehme ja siidjas, hea languse ja niiskusimamisvõimega.
- Viskoosiga võrreldes mõõdu- ja vormipüsivam ning kortsud vähem.
- Lyocellkiudu kasutatakse teksariide, särkpluuside, kleitide jms rõivaste (ka spordirõivaste) valmistamisel
- Tehnilise otstarbega tekstiili toodetakse nii riidena kui lausmaterjalina, telke, vilti, õmblusniiti, filtreid jms.
- Pindviimistletud toodetel pillingut ei esine.

Cupro (CU, CUP)

Vaskammoniaakkiud

- ◉ Leiutati 1897 – vasesiid e pauli
- ◉ Cupro on vaskammoniaakmenetlusel saadav tsellulooskiud.
- ◉ Kaubanduslikud nimetused on muuhulgas: Bembleise, Bemberg, Bemsilke, Cupioni ja Cupresa.
- ◉ Alates 1990ndatest aastatest on vaskammoniaakkiust taas saanud soositud moekiud selle siiditaolisuse ja pehmuse tõttu.
- ◉ Cuprot toodetakse Jaapanis ja Itaalias. Kogused on väga väikesed.
- ◉ Tooraineks kasutati varem ainult puuvillalinterit, tänapäeval on ülipuhas puidutselluloos selle välja tõrjunud.
- ◉ Kiuketrus sarnaneb põhimõtteliselt viskoosi tootmisega.
- ◉ Vaskammoniaakkiu tootmine on üsna kallis vase kalli hinna tõttu. Tänapäeval suudetakse vase koguda ja taaskasutada.

- ◉ Vaskammoniaagist toodetakse väga peent kiudu.
- ◉ Ristlõikepind on peaaegu ümmargune, mis annab kiule iseloomuliku siidja läike.
- ◉ Cupro kiud on valget või veidi sinakat värvi.
- ◉ Tugevuselt sarnaneb tavaviskoosiga, venivus aga veidi väiksem. Molekulid on suuremad, kui viskoosil, seega keemiline püsivus on parem
- ◉ Toodetakse põhiliselt filamentkiuna, nii läikiva, kui matina. Nendest valmistatakse siiditooteid (nt lipsuriie), aluspesu, pehmet ja siidjat voodririidet, tikkimislõnga ning sifoon- ja organdii tüüpi riidet.
- ◉ Staapelkiudu toodetakse põhiliselt lambavilla- ja mohäärütüüpi. Neid kasutatakse segatuna kostüümiriide ja trikootoodete valmistamiseks.
- ◉ Toodetakse ka õõnsana.

Atsetaat (AC)

- Atsetaat on tselluloosatsetaatkiud, millest vähemalt 74%, kuid alla 92% hüdroksüülrühmadest on atsetüülitud.
- Kaubanduslikke nimetusi: Carolan, Celebrete, Celanese, Dical, Silcor jne.
- Tähtsamad atsetaati tootvad riigid on Ameerika Ühendriigid, Jaapan, Suurbritannia ja SRÜ riigid.
- Toodetakse puidutselluloosist või puuvillajäätmetest.
- Atsetaatkiudu saadakse kuivketrusmenetlusega.
- Ristlõikepind meenutab neljast või viiest osaliselt ühinenud sõõri.
- Atsetaadi niiskussisaldus on väiksem kui hüdraattsellulooskiududel.
- Sama tugev kui viskoos.
- Atsetaat on viskoosist veidi elastsem, kortsuvuselt sarnanevad.

- Atsetaat ei ole keemiliselt eriti stabiilne ning kanged happed, alused ja pleegitusvahendid kahjustavad seda. Atsetoon lahustab kiud.
- Hüdroksüülrühmade väike kogus põhjustab atsetaadi väiksema niiskussisalduse ja elektriseeruvuse kuivas õhus. Mõõdupüsivus on parem, kui viskoosil.
- Saab kedrata väga peeneid kiude, mis tunduvad pehmetena ja on siidja mati läikega. Viskoosist kergem, kuulub keskmise raskusega kiudude hulka.
- Põleb ühtlaselt ja lõhnab äädika järgi.
- Talub viskoosist paremini päikesevalgust ning see ei aldistu hallituse ja kahjuriputukate poolt tekitavatele kahjustustele.
- Antimikroobne atsetaatkiud tuli müügile 1994. aastal, seda kiudu kasutatakse rõivaste ja kodutekstiili materjalina, aga samuti haiglatekstiilides.



- Kasutatakse nii puhtal kujul, kui segatuna.
- Atsetaadi kasutusala on tooted, mis eeldavad siidjat läiget ja langust.
- Pidurõivasteks ettenähtud kangastes, lipsudes, kardinates, paeltes, kettkoetoodetes ja lausmaterjalides.
- Sigaretilfiltrid, legoklotsid

Triatsetaat (TA, CT, CTA)

- Triatsetaat on tselluloos- atsetaatkiud.
- Tootmine 1954 – fotoaparaadi filmirull
- Kaubanduslikke nimetusi: Soalon, Tricel.
- Tootmisprotsess sarnaneb atsetaadi tootmisprotsessiga, kui tselluloosi kõik 3 hüdroksüülrühma asendatakse atsetüülimisel atsetüleenrühmadega. Triatsetaatkiudu saadakse märgketrusmenetlusega ning sadestumislahuseks on peamiselt vesi. Tema lähteaineks peab olema väga puhas tselluloos.
- Sarnaneb atsetaadiga.
- Triatsetaat tundub kõvemana kui atsetaat, on siidja läikega kiud. Ta on valget värvi

- Niiskusimavusvõime on suhteliselt väike, teda on raskem värvida kui tsellulooskiude.
 - Triatsetaat elektriseerub hõlpsamini ja seda saab termofikseerimise abil pesukindlaks muuta.
 - Triatsetaat on tänu oma ehitusele atsetaadist stabiilsem. Kuumuskindlus on parem.
- ◉ Vetrustus on atsetaadiga võrreldes parem ehk see kortsutub vähem ja vetrub hõlpsamini.
 - ◉ Vastupidavam keemiliste ainete toimele.
 - ◉ Põletusproovil lõhnab hapukalt. Kindlam eristusviis atsetaadist on lahustuvuskatse.



Toodab 1 firma – Mitsubishi Rayon Co., Ltd (USA)

- ◉ Kasutatakse nii puhtal kujul kui segatuna, filament- ja staapelkiuna.
- ◉ Tehakse riidet ja kettkoetrikotaaži. Peamiselt rõivaste valmistamiseks, ka sisustustekstiilis.
- ◉ Naisteriiete kangaste valmistamiseks, vooderriieteks.

Bambus */bamboo rayon/*



- Suurim tootja Hiina
- Kasvab väga tiheda puhmana ja kiiresti (4-5 a koristusküps)
- Tootmine sarnaneb kõige enam lyocelli tootmist
- Pehme ja siidine
- Hingav, hügrokoopne, hästi värvitav
- Antimikroobsus pole tõestatud

Mererohi */seaweed fibre/*

- Lisatakse lyocelli ketruslahusele (mõni %)
- Tootjad väidavad, et vitamiinid ja mineraalid imenduvad läbi naha
- Kiud on pehme, hingav



Seacell® active – (sisaldab hõbedat)
antimikroobne, kasutatakse aluspesu,
voodipesu, spordiriiete ja hügieenitarvete
valmistamiseks

Seacell® pure – ei ole antimikroobne,
rõivaste ja sisustustekstiili
valmistamiseks.



Valkkiud /azlon/

LOOMSED

Piimavalk - kaseiin

TAIMSED

Sojavalk

Maisivalk

Maapähklivalk - tooraineks kasutatakse õli pressimisjäätmel.

Tema tootmine oli kallis, mistõttu see lõpetati varakult.

Kaseiinkiud

- Silk Latte®
- Milkofil®

Pehmed ja kuivavad hästi

Ei ole väga vastupidav

Taaskasutatav ja bioloogiliselt lagundatav

Tootmisel on siiski suur ökoloogiline jalajälg



Sojakiud /Soya or soy fiber/

- ◉ *SoySilk®*

Toodetakse sojaoa jäätmetest.

Pehme, hästi drapeeruv, hea värvikindlus, hügrokoopne, soojapidav

Kutsutakse ka “taimseks kašmiiriks”

Kasutatakse segus kallimate kiududega või nende asemel.



Looduslik kummi

- ◉ Kummilõng – tooraineiks kasutati kautšukit, mida saadakse troopilisest taimest (kummipuu) . Puude vaigutamisel saadaval piimjal lateksil lastakse hüübida ja pakseneda tööstusliku kasutamise otstarbeks. Tehakse esmalt kummiplaat, mis lõigatakse lõngadeks. Seda lõnga saab vulkaniseerida, mistõttu kummilõng ümardub.



Paberlõng



Keskkonnasäästlikkus tehiskiudude tootmisel

- ◉ Üritatakse muuta tehiskiudude tootmist keskkonnasõbralikumaks ja kiiremaks.
- ◉ Üritatakse taaskasutada tootmisjääke nii palju kui võimalik, et säästa jääkide tagasisattumist loodusesse.
- ◉ Keskkonnasäästlik metsaraie
- ◉ Õhu ja vee kvaliteedi regulatsioonid – vähem kemikaale ja rohkem taaskasutust, suletud tootmisprotsess
- ◉ Viskoos on bioloogiliselt lagunev
- ◉ Viskoos ei ole taaskasutatav
- ◉ Tarbimisega seotud keskkonnakahjud