

bírási GAZ—MM; 2—2.5 t-ás GAZ—51 teherautók, tartálykocsik, GAZ—67 nagyteljesítményű személygépkocsi, GAZ—AA teherautóra szerelt „A” típusú mozgó, javító-műhely és a SzAK—2 típusú elektromos hegesztő-berendezés.

A fentieken kívül, a csemetekerteket még PP—28 típusú lövontatású ekékkel, PR—2—23 típusú keretes kéttetű ekével, SzL—1 kézi vetőgéppel, KOKSz—07 lövontatású tárcsákkal, kézi- és lőfogatos locsolókkal és porszórókkal szerezlik fel.

Az erdőültetési munkáknak, gépek, traktorok és lövontatás segítségével való végrehajtása, az ültetéshez szükséges emberi munkákat több mint tízszeresével, a gondozási munkákat majdnem hatszorosaival, míg a csemetekerti munkákat majdnem a tízszeresével csökkenti.

### Erdőültetési munkák energiaszükséglete.

Az idényszerű csemeteültetési munkák, amelyeket a mezővédő erdősávok létesítésére traktorvontatás segítségével végeznek, nagy vonóenergiát kívánnak.

Legnagyobb energia-feltevő művelet a szántás, ezek közül különösen a mélyszántás, azután az ültetés és az ültetés gondozása az első három esztendőben.

A munkáknak többi fajtája jelentékenyen könnyebb és ezért kevesebb energiát igényel.

Az erdőtelepítő állomások szerepe a nagy fáradtságot igénylő munkák gépesítésén kívül nem merül ki az erdőültetéssel és az erdős

kultúra, valamint a vetés gondozásával, tevékenysége a tavak és vízgyűjtők földmunkáira és a csemetekertek munkamegszervezésére is kiterjed.

Az erdőtelepítő állomások és gépesített különítmények egyik legfontosabb feladata a rendelkezésükre álló gépeknek és eszközöknek helyes felhasználása, az összes munkanemek energiaszükségletének számításba vételével.

Nem kevésbé komoly feladat előtt állanak a szerkesztő mérnökök, erdőgazdasági vezetők és az erdőtalaj-javítók, valamint a tudósok és feltalálók. Ezeknek a szakembereknek a lehető legrövidebb idő alatt el kell az országot látni a mezővédő erdőtelepítést szolgáló nélkülözött konstrukciókkal, elsősorban a homokos talaj és vízmocsások befásítására szolgáló gépekkel.

Rendelkezésükre állanak az erdőtelepítő állomások első, nagyszámú kísérletei.

Ezek a kísérletek a szovjet nép példanélküli haladásának és alkotásának bizonyítékai, a világ technikai tudományában; a természet átalakításának nagy és nemes feladataért lelkesedő szovjet népé, a szárazság ellen vívott harcban, az ország állandó jó termésének biztosítására és felemelésére.

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ПОЛОС. Перевод из русского.

Machines and Equipments for Building Up Shelter—Belts. — Translation from Russian.

Machines et outillages pour la création des rideaux forestiers protecteurs des cultures agricoles. — Traduction du russe.



ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

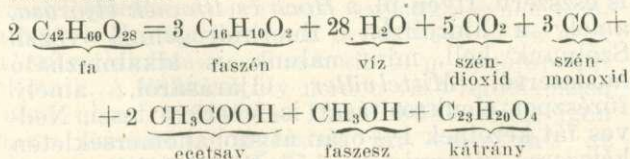
## A FA MINT A JÖVŐ IPARI NYERSANYAGA

Dr Bokor Rezső

(Befejező közlemény)

674.

A fa száraz lepárlásának legfőbb terméke a faszén. Ez nem más, mint karbonban dúsított fa. A száraz lepárlás Klasson szerint a következő egyenlet szerint fejezhető ki:



Az erdei szénítéssel és a műboksa szénítéssel a faszénen kívül más értékes anyagot nem kapunk. Sok lepárlási melléktermék elveszik a gazdasági élet számára. A műboksa szénítés tovább fejlesztendő tehát olyan irányban, hogy

a száraz lepárlás melléktermékei is felfoghatók legyenek. Az erdei szénítés mai módja már elavultnak tekinthető, mert hiszen az erdei szénítéshez is használhatnánk a jól bevált vaslemezről készített és hordozható műboksákat. Nagyobb volna a kihozatal, tisztább a szén és a szénpor is összegyűjthető volna brikettezés céljából, amelynek eljárását alább látni fogjuk. Természetesen legideálisabb a retorta szénítés, amely az összes melléktermékeket felfogja és a gazdasági élet számára igen fontos és nélkülözhetetlen vegyületeket szolgáltat, mint a metanol (methyalkohol), ecetsav, acetón, formaldehid, methylacetát, acetaldehid, allylalkohol és propylalkohol, valamint a fontos ipari nyersanyag a fakátrány. Utóbbi a festékiparban

használható különösen. A retortaszéneseítés természeténél fogva nagyüzem, kis- és középüzemre való berendezkedése kísérleti stádiumban van és mint ahogy a novai falepárló mutatja, a kísérletek eredménnyel kecsegtetnek. A retortaszéneseítés természete olyan, hogy hasábfát kíván. Mivel a jövőben a hasábfatermelésünk a fokozódó szerfatermelés miatt vissza fog esni, e célból inkább a hulladék, az alárendelt erdei választék, továbbá a fűrészpör maradnak a száraz lepárlásra. További választékok száraz lepárlási módozatai is megoldottnak tekintethetők külföldi példák alapján. A hulladék lepárlására a jövőben valószínűleg a téglából épített kemencék jöhetnek számításba, ahol a lepárláshoz szükséges hő az amúgy sem értékes faanyag egy részének elégetésével állítják elő. A fahulladék széneseítése, továbbá a műboksák és retorták apró és porszene korszerű briketkezéssel értékesíthető lenne. Az apró szénnek briketté való alakítása tüzeléstechnikai szempontból olyan előnyökkel jár, amelyeket a közönséges faszén alkalmazása nem tud kellőképpen biztosítani. A brikettnak a térfogatsúlya csaknem kétszerese a közönséges faszénnek, ezért meghatározott térfogatokba több üzemanyagot lehet egyszerre elhelyezni. A faszénbriketteket könnyen lehet síma felülettel 40 kg/cm<sup>2</sup> szilárdsággal gyártani, emiatt mind a raktározás alatt, mind pedig az üzemben lévő generátorban, valamint a háztartás készülékeiben a porlódás sokkal kisebb, mint a közönséges faszén esetében. A korszerű briketkezés azon alapszik, hogy a kötőanyagot magát is elkokszosítják, ezáltal égetésekor a brikett nem esik széjjel és ha a kokszosítás hőfoka elegendő volt, teljesen szagtalanul égő darabok készíthetők. A gyártás hibái a sajtoló munkaképesség tökéletlenségeiből származtak, ezidőszent azonban már olyan forgó sajtolókat készít a gépipar, melyek az összes feltételeket kielégítik.

Ipari üzemnek tekinthetünk minden olyan generátort, akár telepeken, akár járműre volna felszerelve, amely a fát *elgázosítja*. A fagáz-motoroknak hajtásához éppen úgy használható, mint a benzin, csak a megfelelő löerő kifejtéséhez megfelelő hengerűrtartalmú motort kell beállítani. A fagázás teherautóval való szállítása sokkal olcsóbb, mint a benzinüzem. Alkalmazása tehát önköltségesülési forrásnak jelölhető meg; hogy alkalmazása visszaszorult, az inkább kényelemszeretetre vezethető vissza, mert a benzinüzem sokkal egyszerűbb, tisztább, mint a fagáz-üzem.

A faköszörület gyártás nyersanyaga a laza szövettű, hosszú rostú, szintelen gesztű fa, amelynek a lucfenyők és a nyárfélék. A faköszörület a papírgyártásnak, továbbá a kartonok, dobozok, lemezek és építőlemezek gyártásának igen fontos alapanyaga, miért is mennyiségileg fokoznunk kell gyártását. Egyetlen út, amely ehhez vezet nálunk, olyan nyárfajok tömegesebb termelése, amelyek e célra legjobban megfelelnek. Ezek a rezgőnyár, továbbá a külföldi nyárfajták és a feketenyár. A nyárfajok nemesítése éppen azt a célt szolgálja, hogy nagy tömegeket adjon, egyenes rostú és magas cellulózetartalmú, a cellulózegyártásra, továbbá a faköszörületre és gyufagyártásra alkalmas faanyagot szolgáltató fajokat tenyész-

szünk ki. Itt felemlíthetjük, hogy a hazai rezgőnyár-termelésünk nem jut olyan ipari feldolgozásra, amelyet megérdemelne. Ennek oka abban keresendő, hogy a gondnokságok, továbbá a közbirtokossági és a községi erdők évi rezgőnyártermelése kicsiny. Így azután a tűzfába dolgozzák bele azt a rezgőnyármennyiséget is, amely megfelelne a faköszörületgyártás kívánalmainak. Szervezési kérdés, hogy vidékenként a gyorsan befűlledő rezgőnyárt idején összegyűjtsék és gyorsan kiszáritva, a fűlledéstől megóvják.

Meg kell még emlékeznünk a legutóbbi évtized ipari csodájáról, a *fából való cukorgyártásról*. Az eljárás alapegyenletei száz év óta ismeretesek voltak, nagyiparszerűleg csak a legutóbbi időkben sikerült *Bergius*nak, majd *Schoeller*nek megoldani a kérdést. A Bergius eljárása teljesen kiszáritott fát kíván, majd az elcukrosításra 40% sósavat használ. A fa kiszáritása és a tömény sósav drágítja az eljárást. Száz kg abszolút száraz faanyagból Bergius eljárásával 78 kg teljesen száraz cukrot kapunk. A Schoeller-féle eljáráshoz nem kell a fát kiszáritani és az elcukrosításra 0.2–0.4%-os kénsavat használnak. A kapott sűrű cukorszirupból a tiszta cukrot ki lehet munkálni, azonban nem szokták, hanem a gyártást úgy vezetik, hogy 3–4%-os cukoroldatot kapnak. Ezt mésszel közömbösítik, majd élesztősejtekkel oltják be kevés nitrogénvegyület és szekunderfoszfátok hozzáadagolása után. A cukoroldat erjesztőkádban 24 óra alatt alkoholtartalmú oldat lesz. A kapott alkoholt megfelelő berendezéssel átdesztillálják és rektifikálják. Száz kg száraz fából átlag 24 liter alkoholt kapunk. Ennek az eljárásnak előnye, hogy mindenféle fafaj és hulladék felhasználható alkoholgyártásra. Az erjesztőkádban visszamaradó élesztősejtek magas nitrogéntartalmú fehérjevegyületek. Az oldatot leszűrve ezekről az élesztősejtekről, ez utóbbit összepréselik és állatok etetésére hozzák a forgalomba. Fából tehát nitrogéntartalmú fehérje állati táplálékot és alkoholt gyárthatunk egy munkamenettel, amikor még a hidrolizált fa 100 kg-jából 60 kg lignint is, mint mellékterméket kapunk. Lényeges, hogy az elcukrosítás előtt a fából — amennyiben van benne — a tanin és a gyanta kivonható. A ligninből lemez és brikettet préselhetünk, megőrölve töltőanyagként használható, vagy egyenesen faszén gyártható belőle.

Amennyiben a fából szénhidrátokat gyártunk, további feldolgozással *glicerint* készíthető, a szénhidrát maga már leginkább állati táplálékul szolgál. Meg kell említeni még, hogy újabban kisebb üzemek számára is dolgoztak ki eljárásokat, amely napi 10 tonna teljesítményre is észszerű. Ilyen pl. a *Hoch és Bhunek* eljárása, amely a hidrolízist fluorhidrogénnel végzi. Szólnunk kell, mint nálunk is alkalmazható módszerről *Mittelviller* eljárásáról, amely fűrészpör elcukrosítását is lehetővé teszi. Nedves fát kezelnek 1½ órán át szobahőmérsékleten hétszeres mennyiségű 1.53 B° fokú kénsavval. A cellulóze cukorszirup vegyületekké alakul át és az oldhatatlan lignint szűrővel elválasztják. Az oldatból a cukrot víz hozzáadásával kicsapják és a vizet a csapadékról leszűrik. Ily módon az ú. n. cellulózedarát kapják, amely mint szén-

hidrát még a polyozékhoz tartozik. Monomaer cukorrá hig kénsavval átalakítható.

A fából készített használati tárgyak és műanyagok igen nagy tömegének alapanyaga, kiinduló vegyülete: a *cellulóze*. A cellulózt minden növényi sejtfalban ott találjuk, ipari szempontból azonban csak azok a növények jöhetnek számításba, amelyek nagy tömegben tartalmazzák a cellulózt — tehát gazdaságos belőlük a gyártás. Másrészt a további feldolgozás bizonyos kívánalmakat támaszt a növényekből nyerhető cellulóze minősége iránt. Igen nagy különbségek vannak tisztaságban és minőségben, kémiai összetételben és vegyi sajátosságokban a különböző növényekből gyártott cellulózban, sőt ugyanazon a fajon belül a gyártás technikája is befolyásolja a minőséget.

Alárendeltebb célokra és *papírgyártásra* mindenfajta cellulóze jó lehet, de műanyagokká való feldolgozásra már szigorúbb követelményeket támasztunk a cellulóze iránt. Különösen áll ez a műselyemmé és műszállá való feldolgozáshoz szükséges cellulózéra. Nyugodtan állíthatjuk, hogy a műszálak, a műfonalak idejét éljük. Ezek ma már nem pótanyagok, hanem egészen önállóvá kifejlődött anyagok, amelyek minőségben néha elérik már a természetes anyagok tulajdonságait, sőt különleges használhatóságukkal túl is szárnyalják azokat, úgyhogy még a háború után is igen jelentős és fejlődőképes iparág maradt.

Az alábbiakban a műszálak gyártását és a gyártási feltételeket óhajtom röviden megismertetni, mert ez az ipar ma már — a papíripar mellett — a fő fogyasztója a fának.

A cellulózt a fából többféle eljárással állíthatjuk elő. Ezek közül a legfontosabb a fának kalciumbiszulfittal való feltárása. Ez az eljárás a szulfitecellulózt szolgáltatja. Az eljárás a fával szemben a legnagyobb igényt támasztja. Hulladékfa és göresös fa nem használható. — A göresöket az eljárás fel sem tárja, ezek egészükben kiesnek a cellulóze tisztításakor. Ennek mennyisége lúcfenyőanyagban 1—2%-a a tömörtartalomnak, erdei fenyőben 15%-ig is mehet; miértis nagyok a veszteségek. Fő fafai a szulfite-eljáráshoz a lúcfenyő, mégpedig a fiatal lúcfenyő fája. A lúcfenyővel egy elbírálás alá esik a jegenyefenyő is. Erdeifenyőt különben is csak addig lehet ezzel az eljárással könnyen feltárni, míg a gesztisedés nincsen erősen előrehaladott állapotban. A bükkfában, mint az összes hazai lombosfáinkban — nincsen gyanta. Ez a bükknek nagy előnye a szulfite eljárás esetében, így a bükkfa is feltárható. Hátrány azonban, hogy ezzel az eljárással csak az ú. n. fehérfa tárható fel, tehát a bükknek mindennemű tisztátalansága, főleg az álgeszt, továbbá benőtt ágak nem hasznosíthatók. Ez utóbbiak ezzel az eljárással sötétbarna porszerű anyaggá esnek szét, amely a tisztításkor sem távolítható el és ezek a műszálgyártáshoz használt ú. n. fonópipákat eltömik. A bükknek ily módon való feldolgozása tehát nem gazdaságos. Hazai bükköseink igen nagy százaléka álgesztos fát szolgáltat, az álgeszt nélküli bükkünk pedig igen fontos nyersanyaga az előzőekben felsorolt lemezeknek, továbbá a bútorgyártásnak, ezért igen drága.

A bükk, mint igen nagy tömegben rendelkezésünkre álló fa, a műszálgyártásban való fontosságát tulajdonképpen a másik savanyú

eljárás feltalálása óta kapta. Ez a bükkből a cellulózt salétromsavas, majd ezt követő enyhe alkálikus eljárással lépcsőzetesen nyeri. Ennek gazdaságossága viszont attól függ, hogy az illető gyár olcsón szerzi-e meg a salétromsavat. Az eljárás még minőségi cellulózt is ad hosszú láncmolekulával, tehát a bükknek műszállá való feldolgozását, mint legfontosabb eljárást kell kiemelniük.

Műszálgyártásra alkalmas cellulózt az alkálikus eljárással — ameddig csak nátronlúgot alkalmaztak a feltárásra (nátroncellulóze) — gazdaságosan nem gyártottak. A feltáráshoz azonban nátriumsulfidot és szulfáttartalmú lúgot is kell használni, amelyben még kevés nátriumkarbonát és nátriumsulfit is van. Ekkor az ú. n. *szulfátcellulózt* kapjuk.

A szulfát-eljárással mindennemű faanyag — legyen az gyantában dús, gyantában szegény fenyőféle, vagy lombosfa, hulladék vagy alárendeltebb választék —, feldolgozható. Különösen a gyantában és göresökben gazdag erdeifenyőnek csaknem kizárólagos feltárási módja. (Álföldünk erdeifenyője erősen göresös, ágas; műszaki célokra alig alkalmas, ezzel a felhasználással és eljárással volna termelésre igazán gazdaságossá tehető.) Az alkálikus eljárással gyártott cellulóze azonban a legutóbbi időkig olyan alacsony alfacellulózettartalmú volt, hogy műszálgyártásra nem tudták felhasználni. Erre a célra csaknem kizárólag a szulfitecellulózt használták. Az utóbbi idők kísérletei azonban azt mutatják, hogy az alkálikus feltárással készült cellulóze is fehéríthető és belőle mechanikai és festéstechnikai szempontból jó műszálakat lehet gyártani. A cellulóznak kissé eltérő tulajdonságai a feldolgozásnak bizonyos mérvű megváltoztatásával kiegyenlíthetők. Ezzel nagy kilátás nyílik a sokféle hulladékfa és a rontott erdők faanyagának gazdaságos kémiai felhasználására.

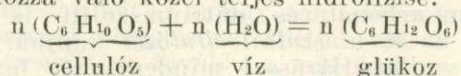
A klórt eddig nagy mennyiségben használták a cellulóze fehérítéséhez, vagyis a maradék lignin eltávolításához. Újabb adatok szerint a klór cellulózeagyártásra is alkalmas feltárással szer. Hogy a vele gyártott cellulóze műszálgyártásra alkalmas-e, még nyílt kérdés. Előnye még az eljárásnak az is, hogy kisebb gyárak is (napig egy vagón faanyag feldolgozással) gazdaságosan berendezhetők erre az eljárásra. Ez lehetővé tenné vidékenként a fűrésztelepek hulladékának összegyűjtését és ezek olcsó feldolgozását.

A fában a tiszta cellulózetartalom alig emelkedik a 40% fölé. Hogy technikai eljárások alkalmazásával mégis elérünk 50%-os cellulózekihozatalt, az onnan van, hogy a gyáriparszerű feltárással nem sikerül minden inkrusztáló anyagot eltávolítani. Ezek az inkrusztáló anyagok (tisztátalanságok) a további kémiai feldolgozással eltűnnek ugyan, de gazdaságosság szempontjából mennyiségük nem közömbös. Mennyiségük a fa minősége szerint változó (évgűrű szerkezet, sűrű, vagy ritka szövet, göresösség, stb.)

Műanyaggá, főleg műszállá való feldolgozásához a cellulózban lévő alfacellulóze-tartalom a döntő gazdasági és technikai szempont. Ez a fából nyert cellulóznak az a része, amely 17.5% nátronlúgban hidegen nem oldódik. Ebben a cellulózemolekulák kevésbé szétbontottak. A cellulózeanyag tisztaságát az alfa-

cellulóze százalékos tartalmával fejezzük ki. Közönséges cellulózeanyag 85–88% alfacellulózét tartalmaz. A műszálgártásra szolgáló cellulózeanyag gyártásában tehát arra kell törekedni, hogy minél magasabb alfacellulóze-tartalmú — tehát hosszú cellulózemolekulájú anyagot gyártsunk, mert ez felel meg legjobban a további gazdaságos feldolgozásnak. A műszálgártásnak ismeretetéséhez nem nélkülözhetjük a cellulóze rövid kémiai ismeretét.

A kémiailag tiszta cellulóze összetétele sokáig vitatott kérdés volt. A szerkezet kutatásának alapjául szolgál a kémiai szerek alkalmazásával végrehajtható, a cellulóze felépítésével ellentétes folyamat, a cellulózenak d-glükózra való közel teljes hidrolízise:



A glükóz-molekula szélessége 7.5 Å,\* hossza 5.2 Å. 1000-nél több glükóz-molekula-maradvány (glükozanhidrid) hosszú láncát egyesítve adja cellulóze láncmolekuláját. A cellulózenak ez a rendkívül hosszú, fonalszerű felépítése alapvető tulajdonsága a pamutnak is. Közel 3000 glükóz-molekula-maradvány (anhidrid) sorakozik ebben egymás mellé fonalszerűen és teszi a pamutot szövés-fonásra annyira alkalmassá. A cellulózeában még 1.500-át találunk. Ennek hossza tehát  $1.500 \times 5 \text{ Å} = 7.500 \text{ Å} = 0.75 \mu$  (mikron); ez a nagyság közel esik a mikroszkópi látás határához, de mégsem láthatjuk szubmikroszkópikus vékonysága miatt. A glükóz-molekula-maradványok száma szerint különböző polimerizációs fokú cellulózemolekulákról beszélünk és a cellulózenak polymerhomolog soráról. Ha egy cellulózeláncmolekulában kevesebb, mint 150–200 glükóz-maradvány van, a cellulóze már nem fonaltulajdonos, vagyis használható fonalat már nem ad. A rostokat alkotó cellulóze polymerizációs foka mindig 500 felett van. Műszállal vagy műselyemmel való feldolgozásakor a cellulózét (kolloidális) oldatba tesszük és ebből fonó eljárás segítségével végnélküli mesterséges szálla alakítjuk, vigyázva arra, hogy az oldatba vitt fa rostjának hosszú cellulózeláncmolekulái ne töredezzenek szét. Az eljárástól függ, hogy a molekulalánccok milyen hosszúságúakra esnek szét. Minél kíméletesebben állítjuk elő a műszál számára készült cellulózét, minél jobban megmaradnak a hosszú láncmolekulák, annál jobb minőségű műszálát kapunk, de annál nehezebb a gyártás, mert az oldatok nagyon viszkozusak. A műselyem és műszál gyártási folyamata alatt is vigyázni kell arra, hogy minél kevésbbé törjenek össze a molekulalánccok, mert annál jobb minőségű műszálát kapunk az illető gyártási menetben.

A hosszú láncmolekulák párhuzamos elhelyezkedésében köteggé egyesülnek a természetes (natív) cellulózeában. Ezek a kötegek (micellák vagy kristallitok) azonban nem önálló, szorosan körülhatárolt és végeiken lezárt egységek, hanem a láncmolekulák egyikből a másikba átnyúlnak, egymást összekötik, a kötegek tehát a hosszabb láncmolekulákkal a hosszanti irányban a következőkkel vannak összekötve, miáltal nagy húzószilárdság létezik. A természetes szálakban, a kenderben és lenben ezek a kötegsorok párhuzamosak a rost

tengelyével, a farost sejtfalában fajoként változóan különböző szög alatt csavarvonalban helyezkednek el. Sőt ennek a csavarvonalnak emelkedése a fajokon belül is a farészek, a termőhely és az erdőművelés befolyása alatt változó. Ha oldatba visszük a cellulózét, akkor természetesen a legkisebb szabadon mozgatható részecske — a láncmolekula — van előttünk és nem a köteg.

Ha tehát a cellulózét az oldatból regeneráljuk, visszaalakítjuk szilárd fonál alakjába, az volna az eszményi állapot, ha ezeket a láncmolekulákat kivétel nélkül párhuzamosítani tudnánk, még jobb lenne, ha sikerülne a micellák szerkezetének maradék nélküli visszaállítása. Ez azonban még nem sikerült teljes mértékben. A műszálakban a láncmolekulák már nem alkotnak köteget, nem helyezkednek el párhuzamosan egymás mellett, hogy végükkel egymáshoz simuljanak, hanem rendszertelenül, össze-vissza helyezkednek el. Ezeknek a láncmolekuláknak párhuzamosítása bizonyos fogásokkal — pl gyors nyújtással és kémiai reagensek hatására — kisebb mértékben sikerül is, de ennek a megoldása még nyílt kérdés és jelenleg is a kutatómunka anyagául szolgál.

A műszálgártásban idők folyamán három eljárás alakult ki. A kémiai reakciók lefolyása már régen ismert és a műselyemgyártás technológiailag alkalmazta is őket. Már 1921–22-ben „Viskra” néven megjelent a piacon a használható és versenyképes műszál, amely sok kísérlet és munka árán a mai fejlettségi fokát elérte.

Mint fent említettem, a gyártásban három eljárás fejlődött ki. 1. A viszkózeljárás. A műszálaknak kb. 90%-át ma is ezzel az eljárással állítják elő. 2. A rézoxidammonias eljárás. 3. Az acetáteljárás.

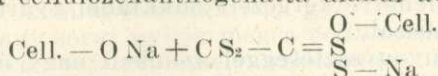
Alapjában tekintve mindhárom eljárás két folyamatra oszlik. Az első a cellulózeoldatot megfelelő vegyületekkel való átalakítás útján nyeri, a második a cellulózenak a kolloidális oldatból való kicsapása, regenerálása szál alakjában. A hosszúszerű a műselyem, a rövidszű a műszál.

A viszkózeljárás alapjait 1841-ben két angol kémikus, Cross és Bevan vetették meg azzal a megállapításukkal, hogy a nátronlúggal kezelt cellulóze — az ú. n. alkáli cellulóze — szén-szulfiddal cellulózexanthogenáttá alakítható. Ez nátronlúgban oldva erősen viszkózus, világosbarna, kolloidális oldatot ad. Vázlatosan a következőkben foglalhatjuk össze a gyártás menetét: A fából gyártott cellulózét 60×80 centiméteres táblákban 20%-os nátronlúggal telt sajtólokba rakják, ahol a lúg hatására alkalicellulózra alakul át. 1½–2 óra alatt ez az átalakulás befejeződik. A lúg leeresztése után az erősen duzzadt és még táblaalakú cellulózét préselik (száraz anyagának kb. 2½–3-szorosára), hogy a felesleges lúgtól megszabadítsák; majd átemelik a foszlatóba, ahol finom késekből, fogakból és rovátkákból álló örlő-szerkezet finom szemcsés anyaggá őrli meg. Ezáltal az alkalicellulóze felülete erősen megnagyobbodik és a későbbi reakcióra alkalmassá válik.

A szétfoszlatott cellulóze ezután nagy dobokban előrlelésen megy át. A forgó dobokban gyengén melegítik az anyagot és ez a levegő bőséges oxigénjének hozzájárulásával átalakul: a mikromolekulák lebontódnak, a

\* Å = Angström egység =  $10^{-8}$  cm.

hosszú cellulózecélcok szétörnek rövidekké, miáltal híg fonóoldatot kapnak anélkül, hogy a műszálakban visszanyert hidrátcellulóze fizikai tulajdonságai lényegesen rosszabbodnának. A nátroncellulóze az érlelés után a szulfidálódobba hull alá, ahol folytonos keverés és forgatás útján szén-szulfid ( $\text{CS}_2$ ) hozzáadásával xanthogenálják. A  $\text{CS}_2$ -vel való kezelés hőképződéssel jár, miért is a dobokat erősen hűtik, nehogy robbanás állhasson elő. Ezekben a dobokban a hófehér alkalicellulóze narancsvörös színű cellulózexanthogenáttá alakul át:



A cellulóze-xanthogenátot a felesleges  $\text{CS}_2$  elszívása után az alatta levő oldóhengerekbe vezetik át, ahol folytonos keverés közben híg nátrontúgban oldják. Eközben egy világosbarna, erősen nyúlós anyag, az ún. n. viszkóz keletkezik. A viszkózoldatot rendszeren úgy állítják elő, hogy 6–7%  $\text{NaOH}$  mellett kb. 7–9% cellulózt tartalmazzon. Majd szűrik és a viszkózanyagot a fonókazánba nyomják bele, ahol hűtik és az anyag utóérően megy keresztül. Ennek ideje és kivitele nagy befolyással van a műszál minőségére. Közben a felesleges légbuborékoktól megszabadítják. Az anyagot innét már a műszálat előállító gépekre préselik, ahol a tulajdonképpeni „fonal” készül.

Az oldatba vitt cellulóze regenerálása a következőképpen történik:

A viszkózt szivattyúk segítségével pontosan adagolják és ún. n. fonópipákba préselik. A fonópipák töleszerszerűen vékonyodnak és végükön tantálból készült gyűszű van, amelyen 2000, vagy annál több, a milliméter szádrészénél kisebb átmérőjű furat van. A fonópipák végei kb. 50°-os, kénsavas és sókat tartalmazó fürdőbe nyúlnak. Az igen vékony nyílásokon több atm. nyomással átréselt viszkóz-sugár abban a pillanatban, amikor a fürdőbe jut, kénhidrogén, szénkéneg és egyéb kén-tartalmú vegyületek képződése mellett vízben oldhatatlan fonalszerű hidrátcellulózzá alakul át. Ezeket a szálakat (tehát egy pipából 2000-et, egy fonógépben 200 ilyen pipát foglalnak össze) egy gépről közös szálköteggé, szalaggá egyesítik és forró vízfürdőn, majd kénnátrium- vagy nátriumsulfitfürdőn és végül gyenge sósavas fürdőn vezetik át, hogy a xanthogenátot bomlástermékeiktől és a felesleges savaktól és sóktól megtisztítsák. Ilyenkor egy szalagban, egymás mellett párhuzamosan, közel félmillió ilyen vékony fonál fut végig a fürdőkön. Ezután forgó kések segítségével a fonalakat tetszőleges, a célnak megfelelő hosszúságú darabokra vágják szét. Ezeket a darabokat szappan, vagy egyéb preparálófolyadékokon keresztül átvezetik, lazítják, keverik és bodrozzák, hogy az egyes szálak párhuzamos irányát megváltoztassák. Ezután nagy szárítószekrényekben a felesleges víztől szabadítják meg és 150–200 kilogrammos bálákba préselve juttatják a forgalomba.

Az előbb vázolt módon gyártott műszálat még a felhasználás célja szerint további átalakításnak is alávetik a szárítás előtt. Ha pamutal, gyapottal keverik össze, akkor a gyapotszálnak megfelelő tulajdonságokat kell előállítani (műgyapot), ha gyapjúval, tehát állati termékkel együtt fonják fonallá, akkor a

gyapjú négy főtulajdonságával is fel kell ruházni. Ezek 1. göndörítés, 2. felületi kiképzés, 3. vízhatlanság, 4. savanyú festékekkel való festhetőség.

A gyapjúsál ugyanis göndörödött és a göndörödés folytán összefont szálak, majd a belőlük készített szövetek sok levegőt zárnak magukba. A levegő maga rossz hővezető és ezért a testet a lehűlés ellen jobban védi, mint bármely más szövet. Ezenkívül a gyapjúsál felülete sem síma, hanem pikkelyes és a pikkelyek végei felállanak, néha kunkorodnak és ennél fogva a gyapjúsál hajlamos és képes a nemezalakításra. Ezzel fokozzuk ugyancsak a közbezárt levegő mennyiségét, vagyis szigetelőtulajdonságát, melegtartóképeségét emeljük. Hogy ezt a tulajdonságát műszál közbekeverésével ne csökkentjük, a göndörödés, bodrosítás mellett — melyet különböző munkamenetben gépek végeznek — még a szál felületét is durván pikkelyessé kell tenni. A kémiai ipar ezt a feladatot is megoldotta, sőt a műszálak felületére rávitt fehérjeszerű anyagok vagy nitrogéntartalmú szintetikus anyagok segítségével a gyapjúval azonos festődőképességet is megoldotta (vistralan, floxalan). De még ez sem elégséges. A gyapjúsál a vizet is nehezen veszi fel. A műszálak a vizet gyorsan magukba szívják és igen gyorsan átnevednek. Ezt a kérdést is megoldották Vistra X Th fonal előállításával, ahol nem a műszál egyszerű impregnálásáról van szó, hanem a víztaszító elemek kémiaiilag vannak kötve a műszálhoz, ki sem moshatók, sem a festés nem teszi tönkre. Így méltán beszélhetünk műgyapjúról, mely a gyapjú mellé, mint közel egyenrangú társ szegődik a textiliparban. Az elektron-mikroszkóp, amely 30.000-szeres nagyításig működik, kimutatta, hogy a műszál keresztmetszete nem homogén, hanem lyukacsos. Ezekbe a zárt terekbe beszorult levegő szigetelőtulajdonságú és a szálból készített ruhaanyagot melegebbé teszi. A ruha melegtartóképeségét az anyag lyukacsossága befolyásolja. Az újabb eljárásokkal már arra törekszenek, hogy a szál belseje minél lyukacsosabb legyen. Mint látjuk, a fejlődést elősegítette a kutató mikroszkópok nagyítóképeségének emelése. Így hat ki egyik tudományos felfedezés a másikra.

Mennyiség szempontjából a viszkóze eljárással készített műszálak foglalják el az első helyet. Sokkal kevesebb műszál készül a rézoxidammonias és az acetát eljárással. Mindkét eljárás bizonyos célokra alkalmas műszálat ad, és ezért mindkettő alkalmazásban is van.

A rézoxidammonias eljárás. A cellulózt bázikus réz-szulfát és ammonia-oldat — tehát egy kupritetraammonium-oldat — hatására oldatba visszük, ezáltal egy erősen viszkózus, sötétkék, a szálkésztésre alkalmas oldat keletkezik, amelyet azután szálakká alakítunk. Az eljárással víz, lúg és savak segítségével újból leválasztjuk az oldatból a cellulózt. A szálkésztés közben a melegvízben képződő szálát hirtelen nyújtjuk vékony fonallá, amelynek célja, hogy a regenerálódó cellulózban a láncmolekulák lehetőleg párhuzamosan helyezkedjenek el, miáltal nagyobb húzószilárdságot kapunk. (A vízközsál készítésekor a láncmolekulák össze-vissza keverednek, nem irányítottak, természetesen a húzószilárdságuk is kisebb lesz.) A fonalnyújtás technikai kivitele a következő:

a szálalakításra kész oldatot ú. n. szálkészítő gépekbe nyomják bele, amely gép több tölesér-alakú edényből áll. Az üvegedények függőlegesen állanak és felül van a fonófej elhelyezve, amelynek lyukacsai nagyobbak, mint a viszkóz-eljárás furatai. A fonófejből a nyomásra kilépő oldatból hirtelen kicsapódik a cellulózeszál, amelyet a lefelé zuhanó 30–50° C meleg és levegőt nem tartalmazó víz magával ránt és folyton finomabbra kinyújt. A finom szálát, amelyet még réztartalmú, kénsavas fürdőn vezetnek át, újból mossák, szétvagdalják, majd a kíváncsok szerint kezelik, bodrosítják, göndörítik és animalizálják és végül megszáritják. *Cuprama* néven jut forgalomba. A *Cuprama* S. K. műszál a fésűs gyapjúhoz keverhető és finom, ú. n. kamgarn szövetek készülnek belőle.

**Az acetát-eljárás.** A fent leírt két eljárással a szálkészítés nedves úton fürdőkben történik. Az acetát-eljárás ezzel szemben kimondottan száraz szálkészítő eljárás, a szálkészítés ugyanis nem fürdőkben történik a cellulóze kicsapása után, hanem az oldószer elpárologtatásával. A cellulóze hidroxiljaira savak hatására savrészek helyezkednek és vegyületek képződnek, amelyeket „esztereknek” nevezzük. A cellulózeacetát pamutcellulózból készült, manapság főleg bükkcellulózból készítik. A cellulóze ecetsav és ecetsavanhydrid hatására cellulózetriacetattá alakul át, majd egy időben korlátozott elszappanosítással az acetonalkohol keverékében oldódó hydroacetattá. Ezt a cellulóze-hydroacetátot acetonban és alkoholban oldják és fémfőből készült finom lyukakkal ellátott fonófejekben átsajtoltják 3½ m hosszú 10 cm átmérőjű függőlegesen elhelyezett és fűtött hengeralakú aknába.

Ebben az aknában elpárolog az aceton és az alkohol, amelyet aktív szén segítségével visszanyernek és a cellulózeacetát szál alakjában kiválik.

Amint látjuk, az acetátműszálak nem tiszta hydratcellulózeszálakból állanak, hanem egészen más cellulózeszármazékból: a cellulóze ecetsavas eszteréből. Tulajdonságaiban eltérő az eddigiektől, nevezetesen nehezen veszi fel a vizet, nem duzzad. A forgalomba *aceta*, *rhodia*, *drawinella* néven kerül.

Újabb kísérletek azt mutatják, hogy a fenti eljárások bizonyos fokú módosításával alkális úton előállított cellulóze is feldolgozható műszállá. Ez különösen közgazdasági szempontból fontos, mert mindennemű hulladék, továbbá kisebb értékű erdei választék is alkalmas kiinduló nyersanyagot szolgáltathat a műszál készítéséhez, miáltal lényegesen olcsóbban állítható elő.

Ami a fából való kihozatal nagyságát illeti, álljanak itt a következő eredmények. A fának cellulózzá való feldolgozásakor 50% kihozattal számolhatunk (2000 kg teljesen száraz fából 1000 kg teljesen száraz cellulózet kapunk.) Az erdőgazdaságban elkerülhetetlen veszteségeket figyelembe véve 1000 kg száraz cellulóze előállításához szükséges légszáraz állapotban 5 m<sup>3</sup>, kéreg nélküli fa (6.7 ürm<sup>3</sup>). Kéregben számítva ennél több kell, mégpedig közel 6 m<sup>3</sup>, illetőleg 7.8 ürm<sup>3</sup> fa.

A cellulózenak műszállá való feldolgozása-kor újabb veszteségek állnak elő az anyagban.

Ennek nagysága a cellulóze tisztátalanságától (hemicellulóz, lignin) függ, 1000 kg lúcfenyő cellulózból 850 kg műselyem, vagy műszál gyártható. 1000 kg műszál gyártásához szükséges kéreg nélkül számítva átlag 6 m<sup>3</sup> lúcfenyő. Bükkfából készült cellulózból a magas alfa-cellulóze tartalma folytán 910 kg műszál nyerhető. 1000 kg műszál gyártásához szükséges tehát 4.8 m<sup>3</sup> kéreg nélküli bükkfa.

1 m<sup>3</sup> fehérre kéregzett lúcfenyőből gyártható 166 kg műszál.

1 m<sup>3</sup> fehérre kéregzett bükkfából gyártható 208 kg műszál.

Az anyagvesztéssel szemben nagy értékelmelkedést látunk az árak összehasonlításával.

**Cellulózeanyagból** — tehát közvetve fából — a fenti igen fontos és nagy tömegekben gyártott műszálakon kívül még igen sok műanyag készül. Ezek közül igen sok a mai életben már nem is nélkülözhető és csak a legfontosabbakat sorolom fel.

**A cellit** cellulóze-acetátból készül oly módon, hogy a műanyag kevesebb acetilt (diacetil-cellulóze) tartalmazzon és acetonban oldható legyen.

**A cellon** cellulózhidroacetátból és kámforból, vagy kámforpótszorból készül és főként nem gyúlékony celluloidként alkalmazzák. Keménységi foka a gyártás menete szerint befolyásolható. Elektrotechnikai cikkek, közhatalati tárgyak (gombok, fésűk, stb.) foliák (neofán) készülnek belőle. Oldatait lakkok készítésére használják. Ezeknek használata azonban nem olyan sokoldalú, mint a nitrolakokké.

**A trollit** cellulózeacetátból készült tömítő és izoláló műhelyanyag.

**A cellofán** hidrat-cellulózból álló átlátszó, hajlékony lap, amely különböző vastagságban készül. Az előbb ismertetett viszkózoldatból választják le szalmáikkal. Film, celluloid-pótlék, csomagolópapír stb. készülnek belőle. A rézoxidammonias eljárással készült hasonló hártyalapok neve kuorofán. Ilyen eljárásokkal műbél is készül cellulózból, amely egyes hentesárak készítéséhez jól bevált.

**A folyékony fa.** A műanyag cellulóze-éter összetételű cellulóze származék (metil- és béta-oxietil származék), amely szárazon átlátszó, rostos és nemezszerű megjelenésű, vízben oldható, és különböző vízkóztítású kolloidális oldatot ad. Az igen nagy vízkóztításúak kenhetőek (pasztaszzerűek). Bár önmagukban is kiváló műanyagok, mégis jelentős pótlóanyagok és a külföldi természetes anyagok helyett. (thragant-gummi, carragemoha, agar-agar, gummiarabikum, british gum, keményítő stb.) jól használhatóak. Előállításuk ezek pótlására elsőrendű közgazdasági jelentőségű. A textiliparban — különösen műselyem gyártásához — apreturának használják (tylose) egyenletes fény- és hordképesség emelésére (nem bolyhosodik a műselyem), bársony és cordanyagoknak a hátsó oldalán ragasztó — apretur — anyag. Szappangyártó iparban (tylose SAP) mint töltőanyag szerepel, különösen fényes külsőt ad a szappannak. A folyékony fa egyik alakja a műbőrnek alapanyaga. Pasztákhoz és maróanyagokhoz töltő- és sűrítőanyagoknak használják. Egészségre nem ártalmas, miért is a

gyógyszer- és kozmetikaiparban is tért hódított. Glutolin néven töltőanyagnak használják enyves festékek készítéséhez, jó ragasztószert tapétázáshoz és késnyelekhez. Tubusba zárva, mint ragasztóanyag (glutofix) kerül a kereskedésbe papír, bőr stb. számára.

A cellulóze-éter-származékok közül mind nagyobb fontosságra tesz szert a lakkiparban az etil- és benzil-cellulóze. Celluloidpótló műanyag is készül belőlük, amelyek nem gyúlékonyak.

Al kémiai-technikailag gyártott műanyagok nagy sorát nyitja meg a *cellulózenak salétromsavas esztere*, amely salétromsav hatására keletkezik a cellulózból. A nitráló sav összetételétől és mennyiségétől, valamint a nitrálás erősebb vagy gyengébb kivitelétől függően különböző tulajdonságú származékok keletkeznek. A származékokat nitrócellulózenak, helyesebben cellulózenitrátnak nevezik. Aszerint, hogy a nitráló oldat hosszabb, vagy rövidebb ideig hatott a cellulózra, több, vagy kevesebb  $\text{NO}_2$  gyök lép be a molekulájába és eszerint trinitrát, dinitrát képződhetik. A keletkezett származék nagyobb nitrogéntartalommal gyorsabban ég el, így lögyapottnak, a kevesebbel műanyagnak jó. A lögyapotból készül további feldolgozással a gyenge füstű lópor. Ma már kizárólag csaknem lignin és hemicellulózementes facellulózból gyártják. A kevésbbé nitrált cellulózt különösen a dinitrovegyületeket, amelyek alkoholaeter keverékében (1:2) oldhatók, kollódium gyártására használják. Az oldatból az oldószer elpárolgása után visszamarad a kollódium-hártya. A kollódiumot használják sebkezeléshez, a fényképező lemezek és a robbanó zselatin készítéséhez is. A kollódiumgyapot kámforral, vagy nitronaftalinnal keverve kiváló műanyagot ad: a celluloidot, amely egész különálló iparágga fejlődött már ki.

A nitró-cellulóz a lakkiparban (repülőgép- és autólakk) is előkelő helyet foglal el, amióta újabban kis viszkozitású nitrocellulózokat állítanak elő, amelyek töltő és színező anyagokat elbírnak és belőlük tetszés szerinti koncentráltabb oldatok készíthetők.

Az előadottakból következik, hogy a fának, mint ipari nyersanyagnak, a műanyagok gyártása terén is nagy jelentősége van. Attekintetük a fa ipari felhasználásának területeit is. Az erdész szaktársaim előtt ismerteket röviden csak érintettem, a kevésbbé ismerteket részletesebben tárgyaltam, hogy ismeretkörük ez

irányban bővüljön és tudatára ébredjünk annak, hogy a kollektív társadalom milyen fontos és felelősségteljes állomásra állított bennünket akkor, amikor a fatermelés ügyét ránk bízta. A fának nagymérvű ipari feldolgozási lehetősége, sokszor szükségszerűsége, a fatermelő erdőgazdaságra is hatással van és lesz. Ma már mind gyakrabban felmerül, sőt idősebbé a kérdésnek erdőgazdaságpolitikai vonatkozásaiban való mérlegelése és tárgyalása is.

**Древесина как промышленное сырьё будущего.** — Древесина уже и в настоящее время является важнейшим сырьём нашей промышленности. Социалистическое развитие нашей страны даст ещё новые возможности применения лесного сырья и так мы нуждаемся во все большем количестве лесоматериала промышленного использования. Автор даёт обзор новых возможностей применения лесного сырья, представленных современной промышленностью, более подробно занимаясь теми технологическими способами, которые менее известны. Коснувшись механической обработки древесины только мимоходом, автор описывает производство многослойной клееной фанеры и изготовление строительных конструкций больших размеров из клеенных заготовок. Автор упоминает также о производстве древесной массы, красок и масел из лесного сырья, описывает методы пропитания древесины, сухую перегонку и использование древесины в качестве топлива для газогенераторной установки. В конце статьи автор приводит подробное описание различных методов производства целлюлозы и целого ряда продуктов ее переработки.

**Timber — the Raw Material of Future Industry.** — The development of socialism will lead to extended possibilities of wood utilization, therefore the quantity of industrial timber must be increased. The author enumerates the various forms of present wood consumption. After a short hint to mechanical wood-working he deals more detailed with the fabrication of veneers, panels, pulp, fibre, the production of paints, oils etc. from wood, explains the importance of conservation and distillation and views the cellulose industry with the large number of its by-products.

**Holz — als Rohstoff der Industrie in der Zukunft.** — Die Entwicklung des Sozialismus führt zu weiteren Möglichkeiten auf dem Gebiete des Holzverbrauchs, die für die Industrie benötigte Menge muss also dauernd u. erheblich gesteigert werden. Verf. führt die verschiedenen Formen der Holzverwendung an. Die mechanische Bearbeitung wird nur kurz gestreift, die Erzeugung von Furnieren, Sperrplatten, Faserprodukten, Lacken, Ölen, usw. eingehend erläutert, die Wichtigkeit der Destillation, Vergütung u. Schutzmassnahmen hervorgehoben u. die Zukunft der Zelluloseindustrie mit ihren Nebenprodukten beleuchtet.

## ELŐADÁSOK AZ EGYESÜLETBEN.

Ebben az évben az egyesületi előadásokat az ötéves terv és a szakembereink szakmai továbbképzésének szolgálatába állítottuk be.

A januári előadásaink az alábbiak:

Január 13-án: *Dr. Haraesi Lajos*: Micsurin-Liszenkó elméletének erdészeti alkalmazása.

Január 27-én: *Roller Kálmán*: Szélvédő erdópászták hatása a mezőgazdasági területekre.

Február 11—12-én tartandó kétnapos tisztújító közgyűlésünkön öt előadást hallhatnak a vidékről feljövő kartársaink:

*Babos Imre*: A haladó erdőművelés feladatai.

*Benedek Attila*: A fakitermelés korszerűsítése.

*Káldy József*: Költség és önköltség az erdőgazdálkodásban.

*Speier Norbert*: A szocialista munkamódszerek alkalmazása az erdőgazdaságban.

*Madas András*: Az ötéves terv erdészeti gépészetének feladatai.